

Advances in Information Systems
and Management Science

Band 4

Advances in Information Systems and Management Science

Band 4

Herausgegeben von

Prof. Dr. Jörg Becker

Prof. Dr. Heinz Lothar Grob

Prof. Dr. Stefan Klein

Prof. Dr. Herbert Kuchen

Prof. Dr. Ulrich Müller-Funk

Prof. Dr. Gottfried Vossen

Jan vom Brocke

Referenzmodellierung

**Gestaltung und Verteilung
von Konstruktionsprozessen**

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Heinz Lothar Grob

Logos Verlag Berlin



Advances in Information Systems and Management Science

Herausgegeben von

Prof. Dr. Jörg Becker, Prof. Dr. Heinz Lothar Grob,
Prof. Dr. Stefan Klein, Prof. Dr. Herbert Kuchen,
Prof. Dr. Ulrich Müller-Funk, Prof. Dr. Gottfried Vossen

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Institut für Wirtschaftsinformatik

Leonardo-Campus 3

D-48149 Münster

Tel.: +49 (0)251 / 83 - 3 81 00

Fax: +49 (0)251 / 83 - 3 81 09

<http://www.wi.uni-muenster.de>

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© Copyright Logos Verlag Berlin 2003

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 3-8325-0179-7

ISSN 1611-3101

D 6 2003

Logos Verlag Berlin

Comeniushof, Gubener Str. 47,

10243 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90

Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92

<http://www.logos-verlag.de>

Geleitwort

Die Gestaltung von Informationssystemen ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für Unternehmen. Auf der Grundlage theoretischer Erkenntnisse sind Gestaltungsbeiträge gefragt, die Entwicklungsvorhaben unter Berücksichtigung ihrer ökonomischen Konsequenzen unterstützen. Zur Lösung dieses Problems wird im Schrifttum der Wirtschaftsinformatik *Referenzmodellen* ein besonderer Beitrag zugemessen. Mit der Wiederverwendung der in diesen Modellen vorgestellten Problemlösungen wird das Ziel verfolgt, sowohl den Aufwand der Erstellung spezifischer Informationsmodelle zu reduzieren als auch deren Qualität zu sichern. Darüber hinaus können Referenzmodelle durch die Explikation von Erkenntnissen über die Konstruktion von Informationssystemen als Theorien der Wirtschaftsinformatik angesehen werden. Eine Analyse vorhandener Referenzmodelle führte jedoch größtenteils zu enttäuschenden Ergebnissen, sodass im Forschungsgebiet der *Referenzmodellierung* weiterhin nach Ansätzen zur Verbesserung der Konstruktion von Referenzmodellen zu suchen ist. Bisherige Arbeiten nehmen hierzu eine methodenorientierte Sichtweise ein. Erarbeitet wurden Konzepte, die eine leichtere Anpassung der Modelle an anwendungsspezifische Anforderungen ermöglichen. Die entscheidende Frage, ob die Modelle überhaupt inhaltlich „gut“ sind, bleibt bislang jedoch unbehandelt.

Jan vom Brocke entwickelt mit seiner Arbeit einen innovativen Ansatz zur Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen, durch die neben Effizienzsteigerungen auch die Inhaltsadäquanz von Referenzmodellen und damit die Effektivität der Prozesse gefördert wird. Die Grundlage hierzu legt er mit einem *Referenzmodellbegriff*, in dem er konsequent auf die geplante und effektive Wiederverwendung von Inhalten des Modells abstellt. Die Eigenschaft, „Referenzmodell zu sein“, kennzeichnet damit eine Funktion des Modells, die nur dann zustande kommt, wenn das Modell von Modellnutzern tatsächlich als Referenz akzeptiert wird.

Zur Förderung dieser Akzeptanz entwickelt Jan vom Brocke theoretische Grundlagen zur *Gestaltung* von Konstruktionsprozessen. Zentral ist ein konzeptioneller Bezugsrahmen, in dem relevante Aspekte und Parameter der Prozessgestaltung identifiziert werden. Der Bezugsrahmen liefert die Grundlage zur Beurteilung des Entwicklungsstands der Referenzmodellierung, die in typischen Problemfeldern zusammengefasst werden. Auf diese Weise wird das Gestaltungspotenzial zur *Verteilung* von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung aufgedeckt.

Das identifizierte Potenzial erschließt Jan vom Brocke durch den Vorschlag einer *Verteilten Referenzmodellierung (VRM)*, mit der er Anregungen innovativer Konzepte zur verteilten Softwareentwicklung (z. B. Component Ware und Open Source) aufgreift und für die Referenzmodellierung umsetzt. Der Verteilungsansatz sieht die Konstruktion von Referenzmodellen in einem Netzwerk aus Akteuren vor, die auf der Grundlage einer informations- und kommunikationstechnischen Koordinationsplattform durch Austausch- und Diskursprozesse einen bewährten Bestand an Modellen entwickeln und evolutionär anpassen. Durch die Gestaltung des Ansatzes in sämtlichen Bereichen des konzeptionellen Bezugsrahmens sind die Ergebnisse der Arbeit nicht nur als theoretisch interessanter Beitrag anzusehen, sondern bieten einen unmittelbaren praktischen Nutzen.

Die Arbeit von Jan vom Brocke ist – zusammen mit der von Michael zur Mühlen – mit dem Dissertationspreis 2002 der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster als beste wirtschaftswissenschaftliche Arbeit ausgezeichnet worden. Nicht zuletzt diese Auszeichnung legt Zeugnis von der herausragenden wissenschaftlichen Leistung ab. Die Erkenntnisse zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen liefern Grundlagen, die auch in anderen

Disziplinen als Basis genutzt werden können. So ist der konzeptionelle Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen in aktuellen Forschungsprojekten auf die Gebiete des Wissensmanagements und Controllings übertragen worden. Auch wurden die innovativen Gestaltungsansätze zur Verteilung von Konstruktionsprozessen mittlerweile erfolgreich in der Unternehmenspraxis verwendet. Der Arbeit von Jan vom Brocke kommt daher für die Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik eine herausragende Bedeutung zu.

Prof. Dr. Heinz Lothar Grob

Vorwort

Die Motivation dieser Arbeit entspringt praktischen Problemstellungen. So sind zur Bewältigung betriebswirtschaftlicher Probleme in zunehmendem Ausmaß *Informationssysteme* zu entwickeln, die zur Förderung der Wirtschaftlichkeit anhand von Informationsmodellen beschrieben werden. Dabei fällt auf, dass – obwohl die jeweils behandelten betriebswirtschaftliche Problemstellungen durchaus thematisch verwandt sind –, einzelne Entwicklungsprojekte kaum voneinander profitieren. Bedauerlich ist hierbei nicht allein der wiederholt zu betreibende Konstruktionsaufwand, sondern auch die Inkompatibilität der inter- und intraorganisational vorliegenden Ergebnisse.

In der Theorie sind für derartige Probleme *Referenzmodelle* einzusetzen, in denen repräsentative Konstruktionsergebnisse so beschrieben werden, dass sie in einzelnen Konstruktionsprozessen von Informationsmodellen wieder verwendet werden können. In der Praxis jedoch scheint das „passende“ Referenzmodell meist nicht vorzuliegen. Dies ist umso beachtlicher, da mittlerweile sowohl eine Vielzahl an Informationsmodellen als Referenzmodelle vorgeschlagen werden als auch im jungen Forschungsgebiet der *Referenzmodellierung* bereits Gestaltungsempfehlungen für die Konstruktion von Referenzmodellen erarbeitet wurden.

Warum werden vorgeschlagene Referenzmodelle kaum verwendet und wie können Konstruktionsprozesse gestaltet werden, damit die theoretisch gegebenen Potenziale von Referenzmodellen auch praktisch genutzt werden? Antworten auf diese erkenntnisleitenden Fragen zu finden, bildete die Motivation der vorliegenden Forschungsarbeit. Im Zuge der Untersuchungen sind einige grundsätzliche Erkenntnisansätze sowie Gestaltungsstrategien sichtbar geworden: Die geringe Akzeptanz der Referenzmodelle erklärt sich zu einem großen Teil dadurch, dass bislang eine zu enge Sicht auf die *Gestaltung* ihrer Konstruktionsprozesse eingenommen wird. Arbeiten beschränken sich auf Beiträge zu methodenbezogenen Aspekten, während die Verwendung der Modelle auf pragmatischer Ebene fehlschlägt. Durch die Ausweitung dieser Sicht, vor allem auf organisationsbezogene Aspekte, werden erhebliche Verbesserungspotenziale durch eine *Verteilung* der Konstruktionsprozesse aufgezeigt. Eine solche Gestaltung folgt der Vorstellung, relevante Interessengruppen von Referenzmodellen durch Austausch- und Diskursprozesse kontinuierlich in die Entwicklung einzubeziehen, sodass ein bewährter Bestand an Modellen erzeugt und evolutionär an neue Anforderungen angepasst werden kann. Innovative Ansätze des *Open Source* und *Component Based Software Engineering* belegen das Erfolgspotenzial derartiger Gestaltungen, zeigen jedoch zugleich kritische Anforderungen an die Prozessgestaltung auf. Zur Erschließung dieser Potenziale für die Referenzmodellierung wird hier das Konzept der *verteilten Referenzmodellierung* eingeführt.

Die vorliegende Arbeit wurde im Mai 2002 von der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster als Dissertation angenommen. Mein besonderer Dank gilt meinem verehrten akademischen Lehrer und Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Heinz Lothar Grob, der mir nicht nur die Möglichkeit zur Promotion bot, sondern mich durch sein hohes Engagement in Forschung und Lehre für die wissenschaftliche Arbeit begeisterte. Nicht zuletzt aufgrund der großzügigen Entfaltungsmöglichkeiten und das damit verbundene große Vertrauen bei der Verfolgung auch unkonventioneller Ideen gilt ihm meine besondere Verbundenheit. Herrn Prof. Dr. Jörg Becker danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens. Von seinem anregenden Forschungsumfeld hat die Arbeit wesentlich profitiert.

Die konzeptionellen Überlegungen wurden stark durch den Gedankenaustausch mit meinen Kollegen, Dipl.-Wirt. Inform. Norman Lahme, Dipl.-Phys. Mirko Wahn und Dipl.-Wirt. Inform. Blasius Lofi Dewanto, vorangetrieben. Ihre praktischen Erfahrungen in der Softwareentwicklung haben mich permanent zur Konkretisierung meiner Vorstellungen über eine Verteilte Referenzmodellierung veranlasst. Bei der Realisierung meines Vorhabens haben mich meine Studentischen Hilfskräfte, Herr cand. rer. pol. Christan Buddendick, Herr cand. rer. pol. Min Hiep Doan und Herr cand. rer. pol. Gereon Strauch, sowie die Studenten Herr cand. rer. pol. Daniel Potysch und Herr cand. rer. pol. Klaus Altfeld begleitet. Nicht zuletzt für ihren bedingungslosen Einsatz gilt ihnen mein herzlicher Dank.

Besonders gerne denke ich an die Unterstützung, die mir durch meine Kollegen am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Controlling gerade in der Endphase der Arbeit zu Teil wurde. Sie haben mir nicht nur den nötigen zeitlichen Freiraum, sondern durch das stets fröhliche und freundschaftliche Klima am Lehrstuhl auch eine sehr motivierende Arbeitsumgebung geschaffen. Herauszustellen ist das hohe Engagement von Herrn Dr. Frank Bensberg und Frau Dipl.-Kffr. Anita Hukemann, die mir durch ihre kritische Prüfung meines Manuskripts zahlreiche wertvolle Anregungen gaben. Unvergessen ist auch die professionelle redaktionelle Unterstützung durch Frau Carmen Sicking, die nicht nur durch ihre ausgezeichneten fachlichen Fähigkeiten sondern auch durch ein hohes Maß an persönlichem Einsatz zum Erfolg des Forschungsvorhabens beigetragen hat.

Fundamental für meine Arbeit ist die Kraft, die ich aus meiner Familie schöpfe. Unermüdetlich war die Unterstützung meiner Mutter Ute vom Brocke, geb. Herzog, und meines Bruders cand. rer. pol. Tim vom Brocke. Ihr Vertrauen und ihre Zuversicht haben mir in sämtlichen Phasen der Arbeit immer wieder neue Perspektiven aufgezeigt. Gedacht sei auch meinen Vater Dr. Joachim vom Brocke sowie meinem lieben Bruder Dr. Kai vom Brocke, die bereits im Vorfeld der Arbeit wesentlich zu dem hier vorliegenden Ergebnis beigetragen haben. Die Arbeit sei daher meiner Familie gewidmet.

Jan vom Brocke

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	I
Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XIII
Symbolverzeichnis	XIX
1 Problemstellung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.1.1 Innovationsdynamik in Konstruktionsprozessen von Informationssystemen	1
1.1.2 Potenziale der Unterstützung von Konstruktionsprozessen durch Referenzmodelle und Anforderungen an die Referenzmodellierung	2
1.1.3 Potenziale der Verteilung von (Software-) Konstruktionsprozessen und Fragestellungen ihrer Übertragung auf die Referenzmodellierung	4
1.2 Zielsetzung und Gang der Arbeit	6
2 Begriff der Referenzmodellierung	9
2.1 Modelle und Modellierung	9
2.1.1 Entwicklung des Modellbegriffs im Kontext der Referenzmodellierung	9
2.1.1.1 Allgemeiner Modellbegriff	9
2.1.1.2 Abbildungsorientierter Modellbegriff	10
2.1.1.3 Konstruktionsorientierter Modellbegriff	12
2.1.2 Konstruktionsprozessorientierte Interpretation des allgemeinen Modellbegriffs	15
2.1.2.1 Konstruktionsprozessorientiertes Grundmuster	15
2.1.2.2 Prozess- und modelltypische Erweiterungen	20
2.1.3 Einführung des Modellierungsbegriffs	24
2.2 Informationsmodelle und Informationsmodellierung	26
2.3 Referenzmodelle und Referenzmodellierung	31
2.3.1 Typische Merkmale des Referenzmodellbegriffs	31
2.3.2 Einführung eines konstruktionsprozessorientierten Referenzmodellbegriffs	34
2.3.3 Einführung des Referenzmodellierungsbegriffs	37

3 Gestaltung von Konstruktionsprozessen	39
3.1 Ausgangssituation	39
3.2 Systemtechnische Strukturmuster als theoretische Grundlage der Gestaltung von Konstruktionsprozessen	40
3.2.1 Systemtechnik als Anwendung von Systemtheorien	40
3.2.2 Strukturmuster für Systemaspekte allgemeiner Systeme zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen	41
3.2.2.1 Identifikation etablierter Strukturmuster für Systemaspekte	41
3.2.2.2 Beurteilung etablierter Strukturmuster zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen	44
3.2.2.3 Vorschlag eines Strukturmusters für Aspekte allgemeiner Systeme zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen	45
3.2.3 Vorschlag eines Strukturmusters für Ordnungseinheiten zielgerichteter Systeme zur Differenzierung und Gestaltung von Konstruktionsprozessen	49
3.3 Vorschlag eines Strukturmusters für Aspekte von Konstruktionsprozessen als konzeptioneller Bezugsrahmen	52
3.3.1 Gesamtbezugsrahmen	52
3.3.2 Methodenbezogener Aspekt	57
3.3.2.1 Gestaltungsparameter von Methoden zur Modellkonstruktion	57
3.3.2.2 Referenzkonzepte zur Gestaltung von Methoden	62
3.3.2.3 Schichtenmodell zur Kombination von Methoden	71
3.3.3 Modellbezogener Aspekt	75
3.3.3.1 Gestaltungsparameter der Konstruktion mit Modellen	75
3.3.3.2 Konstruktionsbeziehungstypen zwischen Modellen	76
3.3.3.3 Kombination von Konstruktionsbeziehungen mit Referenzmodellen	84
3.3.4 Technologischer Aspekt	86
3.3.5 Organisationsbezogener Aspekt	90
4 Entwicklungsstand der Referenzmodellierung	95
4.1 Untersuchungsprofil	95
4.2 Spektrum von Referenzmodellen	97
4.3 Methoden zur Referenzmodellierung	100
4.3.1 Profil der Methoden	100
4.3.2 Paradigmen zur Referenzmodellierung	103
4.3.3 Darstellungstechniken zur Beschreibung von Referenzmodellen	107
4.3.3.1 Profil der Darstellungstechniken	107
4.3.3.2 Entity-Relationship-Diagramm und Ereignisgesteuerte Prozesskette der Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS)	112
4.3.3.3 Klassendiagramm und Aktivitätsdiagramm der UML	122
4.3.3.4 Ordnungsrahmen zur Strukturierung der Darstellung	130

4.3.4	Problemlösungstechniken zur Konstruktion von Referenzmodellen	133
4.3.4.1	Profil der Problemlösungstechniken	133
4.3.4.2	Standardmodell für nicht-objektorientierte Referenzmodelle nach SCHÜTTE	136
4.3.4.3	Besonderheiten der Konstruktion objektorientierter Referenzmodelle	141
4.3.4.4	Besonderheiten der Konstruktion multiperspektivischer Referenzmodelle	144
4.4	Repräsentation von Referenzmodellen	145
4.5	Bewertungsansätze in der Referenzmodellierung	149
4.6	Gestaltungspotenziale in der Referenzmodellierung	153
5	Konzeption einer verteilten Referenzmodellierung (VRM)	163
5.1	Begriff der VRM	163
5.1.1	Gestaltungsmerkmale verteilter Systeme	163
5.1.1.1	Intuitiver Begriff der Verteilung	163
5.1.1.2	Formen der Verteilung in Anwendungssystemen	164
5.1.1.3	Formen der Verteilung in Organisationssystemen	168
5.1.1.4	Begriff allgemeiner verteilter Systeme	174
5.1.2	Gestaltungsmerkmale der VRM	178
5.1.2.1	Möglichkeiten zur Verteilung von Konstruktionsprozessen	178
5.1.2.2	Gestaltungsbeitrag einer verteilten Referenzmodellierung	185
5.1.2.3	Gestaltungsbedarf zur Schaffung eines Rahmens zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der VRM	189
5.2	Rahmengestaltung zur VRM	197
5.2.1	Netzwerkorganisation des Akteursystems	197
5.2.1.1	Koordination durch Netzwerke	197
5.2.1.2	Netzwerkkoordination der Akteure in der VRM	203
5.2.2	Komponentenstruktur des Modellsystems	207
5.2.2.1	Komponentenorientierte Anwendungssysteme	207
5.2.2.2	Komponentenorientierte Referenzmodelle	215
5.2.3	Darstellungstechnik zur Beschreibung des Akteur- und Modellsystems	219
5.2.3.1	Arbeiten zur Klassifikation	219
5.2.3.2	Darstellungstechnik zur merkmalsgestützten Kontextdarstellung	222
5.2.4	Technologische Plattformen zur Unterstützung der Koordinationsprozesse	230
5.2.4.1	Architekturprinzip von Virtual-Community-Plattformen	230
5.2.4.2	Vorstellung des Prototypen referenzmodelle.de	232
5.3	Weitere methodenbezogene Gestaltungsbedarfe zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der VRM	240

6 Methodenbezogene Erweiterungen zur Konstruktion komponentenorientierter Referenzmodelle in der VRM	245
6.1 Darstellungstechnik zur Konstruktion von Referenzmodellkomponenten (RMK)	245
6.1.1 Ordnungsrahmen für RMK	245
6.1.1.1 Strukturmerkmale des Ordnungsrahmens	245
6.1.1.2 Schnittstelle des Ordnungsrahmens	249
6.1.1.3 Integration innerhalb des Ordnungsrahmens	260
6.1.2 Konstruktionsbeziehungen zwischen RMK	269
6.1.2.1 Konzeption für Konstruktionsbeziehungen	269
6.1.2.1.1 Spektrum von Konstruktionsbeziehungen	269
6.1.2.1.2 Konzeption zur Darstellung von Konstruktionsbeziehungen	274
6.1.2.1.3 Strukturmuster der Metamodelle für Konstruktionsbeziehungen	278
6.1.2.2 Einführung von Konstruktionstechniken	280
6.1.2.2.1 Konfiguration	280
6.1.2.2.2 Aggregation	296
6.1.2.2.3 Spezialisierung	303
6.1.2.2.4 Instanziierung	312
6.1.2.2.5 Analogiekonstruktion	321
6.1.2.3 Integration bei Konstruktionstechniken	326
6.1.2.4 Einsatz von Konstruktionstechniken	329
6.2 Problemlösungstechnik zur Konstruktion von Referenzmodellen in der VRM	334
6.2.1 Ordnungsrahmen für Problemlösungstechniken	334
6.2.2 Konstruktion von RMK	338
6.2.2.1 Planung und Prüfung der Referenzmodellkonstruktion	338
6.2.2.2 Konstruktion des Referenzmodellrahmens	343
6.2.2.3 Konstruktion der Referenzmodellstruktur	349
6.2.2.4 Komplettierung des Referenzmodells	350
6.2.3 Austausch von RMK	351
6.2.4 Konstruktion mit RMK	353
6.2.4.1 Planung und Prüfung der Modellkonstruktion	353
6.2.4.2 Konstruktion des Modellrahmens	354
6.2.4.3 Konstruktion der Modellstruktur	355
6.2.4.4 Komplettierung des Modells	356
6.2.5 Evolution im System der VRM	357
7 Ergebnis	361
7.1 Zusammenfassung	361
7.2 Zukünftiger Forschungsbedarf	366

Literaturverzeichnis

Fehler! Textmarke nicht definiert.

Index

Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Ordnungsrahmen zum Gang der Arbeit	7
Abb. 2:	Elemente des abbildungsorientierten Modellbegriffs	11
Abb. 3:	Elemente des konstruktionsorientierten Modellbegriffs von SCHÜTTE	13
Abb. 4:	Elemente des konstruktionsprozessorientierten Modellbegriffs	18
Abb. 5:	Erweiterung des Modellbegriffs um angrenzende Konstruktionsprozesse	21
Abb. 6:	Standardprozess zur Modellkonstruktion	22
Abb. 7:	Erweiterung des Modellbegriffs um standardisierte Teilprozesse und Rückkopplungsbeziehungen	23
Abb. 8:	Schichtenorientierte Positionierung des Informationsbegriffs	27
Abb. 9:	Systematisierung von Zwecken der Informationsmodellierung	30
Abb. 10:	Problemfelder des Referenzmodellbegriffs	33
Abb. 11:	Elemente des konstruktionsprozessorientierten Referenzmodellbegriffs	36
Abb. 12:	Schema des Strukturmusters für Systemaspekte	46
Abb. 13:	Semi-formale Darstellung des Strukturmusters für Systemaspekte	48
Abb. 14:	Strukturmuster zielgerichteter Systeme	50
Abb. 15:	Herleitung des Strukturmusters für Aspekte von Konstruktionsprozessen	53
Abb. 16:	Konzeptioneller Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen	55
Abb. 17:	Teilbezugsrahmen zum methodenbezogenen Aspekt	60
Abb. 18:	Teilbezugsrahmen zur Integration von Paradigmen im methodenbezogenen Aspekt	63
Abb. 19:	Teilbezugsrahmen zu Sprachgestaltungen und -anwendungen als Referenz im methodenbezogenen Aspekt	65
Abb. 20:	Typologie von Sprachen	66
Abb. 21:	Teilbezugsrahmen zu Prozessmodellen als Referenz im methodenbezogenen Aspekt	69
Abb. 22:	Typologie von Problemlösungstechniken	70
Abb. 23:	Schichtenmodell für Methoden der Modellkonstruktion	71
Abb. 24:	Teilbezugsrahmen zum Schichtenmodell für Methoden zur Modellkonstruktion	73
Abb. 25:	Strukturmuster durch Anwendung von Ordnungsbeziehungen	78
Abb. 26:	Systematisierung grundlegender Strukturbeziehungen	79
Abb. 27:	Teilbezugsrahmen zum modellbezogenen Aspekt	85
Abb. 28:	Schichtenmodell zur Typologisierung von Medien nach GROB/BENSBERG	87
Abb. 29:	Teilbezugsrahmen zum technologiebezogenen Aspekt	88
Abb. 30:	Typologie von CASE-Werkzeugen	89
Abb. 31:	Teilbezugsrahmen zum organisationsbezogenen Aspekt	92

Abb. 32:	Ordnungsrahmen der Untersuchung des Entwicklungsstands der Referenzmodellierung.....	96
Abb. 33:	Typologie von Referenzmodellen	98
Abb. 34:	Ausgewählte Referenzmodelle und deren Positionierung.....	99
Abb. 35:	Typisches Profil von Sprachen zur Referenzmodellierung	108
Abb. 36:	Dimensionen der Wahlfreiheit von Beziehungen zwischen Informationsobjekten in der Variantendarstellung	109
Abb. 37:	Darstellungstechniken der Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) für die Referenzmodellierung	113
Abb. 38:	Sprachkonstrukte eines Entity-Relationship-Diagramms.....	114
Abb. 39:	Erweiterungen der ER-Diagramme für die Referenzmodellierung	116
Abb. 40:	Sprachkonstrukte und Regeln einer Ereignisgesteuerten Prozesskette	117
Abb. 41:	Erweiterungen der Ereignisgesteuerten Prozesskette	119
Abb. 42:	Mögliche Buildtime-Operatoren und ableitbare Runtime-Operatoren.....	122
Abb. 43:	Elemente der UML in Version 1.4 für die Referenzmodellierung.....	124
Abb. 44:	Sprachkonstrukte eines Klassendiagramms der UML	127
Abb. 45:	Sprachkonstrukte eines Aktivitätsdiagramms der UML.....	129
Abb. 46:	Y-CIM-Modell und Handels-H-Modell als Ordnungsrahmen spezieller Referenzmodelle	131
Abb. 47:	Prozessobjektauswahlmatrix als Methode zur Konstruktion von Ordnungsrahmen für Referenzmodelle	132
Abb. 48:	Typisches Profil von Problemlösungstechniken zur Konstruktion von Referenzmodellen	134
Abb. 49:	Vorgehensmodell zur Referenzmodellierung von SCHÜTTE.....	137
Abb. 50:	Vorgehensmodelle zur Anwendung von Referenzmodellen von SCHÜTTE.....	141
Abb. 51:	Vorgehensmodell zur Entwicklung und Anwendung objektorientierter Referenzmodelle von SCHLAGHECK.....	142
Abb. 52:	Vorgehensmodell zum Subjektivitätsmanagement in der Konstruktion von Referenzmodellen von BECKER ET AL.	145
Abb. 53:	Marktüberblick von GARTNER zu Anbietern von Werkzeugen zur Modellkonstruktion.....	146
Abb. 54:	Systematisierung der GoM zur Bewertung der Effektivität und Effizienz von Konstruktionsprozessen.....	152
Abb. 55:	Problembereiche entlang der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung.....	153
Abb. 56:	Ausmaß der Verteilung von Systemen nach ENSLOW	165
Abb. 57:	Spektrum ausgewählter verteilter Anwendungssysteme	166
Abb. 58:	Terminologie der Arbeitsteilung in Organisationssystemen.....	169
Abb. 59:	Analyse-Synthese-Konzept der Organisationsgestaltung.....	170
Abb. 60:	Kopplungsintensitäten in Organisationssystemen.....	172
Abb. 61:	Schema zur Systemgliederungs- und Kopplungsintensität	177
Abb. 62:	Gestaltungsansätze zur Verteilung von Konstruktionsprozessen im System der Konstruktion von Referenzmodellen.....	180

Abb. 63:	Erweiterung der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung um den Gestaltungsbeitrag der Verteilung von Konstruktionsprozessen	186
Abb. 64:	Anforderungen zur Schaffung eines Rahmens zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der VRM	190
Abb. 65:	Gestaltungsaspekte der VRM im konzeptionellen Bezugsrahmen.....	196
Abb. 66:	Merkmale der Koordinationsform des Netzwerks im AGIL-Schema	199
Abb. 67:	Einordnung der komponentenorientierten Anwendungssystementwicklung.....	210
Abb. 68:	Strukturmuster einer Softwarekomponente.....	212
Abb. 69:	Metamodell zur merkmalsgestützten Kontextdarstellung	224
Abb. 70:	Abstraktionskonzepte zur merkmalsgestützten Kontextdarstellung.....	226
Abb. 71:	Cluster-Bildung im n-dimensionalen Raum der VRM.....	229
Abb. 72:	Ordnungsrahmen der VRM-Plattform referenzmodelle.de.....	234
Abb. 73:	Integrierte Beschreibung von Modellen und Akteuren gegenüber dem Kontext der VRM bei referenzmodelle.de.....	236
Abb. 74:	Referenzmodellspezifischer Diskurs bei referenzmodelle.de.....	239
Abb. 75:	Anforderungen des methodenbezogenen Gestaltungsbedarfs.....	241
Abb. 76:	Ableitung von Strukturmerkmalen des Ordnungsrahmens für RMK.....	246
Abb. 77:	Strukturmuster der Schnittstelle im Ordnungsrahmen für RMK.....	250
Abb. 78:	Grundstruktur der gegenstandsbezogenen Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK.....	252
Abb. 79:	Grundstruktur der inhaltsbezogenen Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK.....	254
Abb. 80:	Signatur von Inhaltsdeklarationen in der Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK.....	255
Abb. 81:	Differenzierung von Verhaltens- und Eigenschaftsdeklarationen in der Schnittstelle von RMK.....	256
Abb. 82:	Grundstruktur der darstellungsbezogenen Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK.....	257
Abb. 83:	Signatur von Darstellungsdeklarationen in der Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK	257
Abb. 84:	Metamodell des Ordnungsrahmens für RMK	259
Abb. 85:	Typologie ausgewählter Grundformen der Integration für RMK.....	260
Abb. 86:	Realisierung von Techniken zur Integration zwischen Einheiten in verteilten Modellsystemen	262
Abb. 87:	Allgemeiner Integrationsprozess für RMK	265
Abb. 88:	Typologie relevanter Konstruktionsbeziehungen zwischen RMK	270
Abb. 89:	Positionierung von Konstruktionstechniken für RMK.....	271
Abb. 90:	Konstruktionsmatrix zu RMK.....	273
Abb. 91:	Erweiterung der Schnittstelle um eine Konstruktionsicht für Schnittstellenoperationen	275
Abb. 92:	Metamodell zu Konstruktionsbeziehungen zwischen Komponenten.....	279
Abb. 93:	Metamodell zur Konstruktionstechnik der Konfiguration	284
Abb. 94:	Notation zur Deklaration von Konfigurationssprachkonstrukten in EBNF	287

Abb. 95:	Notation zur Spezifikation von Optionalität hinsichtlich der Existenz	290
Abb. 96:	Notation zur Spezifikation von Konfigurationslogik in EBNF	291
Abb. 97:	Anwendung der Darstellungsregeln von Konfigurationssprachkonstrukten in Referenzmodellen	292
Abb. 98:	Konfigurationsmatrix zur Integration von Konfigurationsmöglichkeiten.....	293
Abb. 99:	Schnittstellenspezifikation der Konfigurationsbeziehung	295
Abb. 100:	Metamodell zur Konstruktionstechnik der Aggregation	298
Abb. 101:	Integration von Eigenschafts- und Verhaltensmodellen nach Aggregation durch Referenzaussagen.....	299
Abb. 102:	Notation zur Kennzeichnung von Referenzen in Aggregationsbeziehungen	301
Abb. 103:	Grundform der Aggregation zwischen RMK	302
Abb. 104:	Metamodell zur Konstruktionstechnik der Spezialisierung	307
Abb. 105:	Notation zur Spezifikation von Spezialisierungsbeziehungen	308
Abb. 106:	Schnittstellenspezifikation der Grundform einer Spezialisierungsbeziehung	309
Abb. 107:	Mehrfachvererbung mit abstrakter RMK und Bezeichnungssubstitution.....	310
Abb. 108:	Spezialisierung mit Interface RMK.....	311
Abb. 109:	Metamodell zur Konstruktionstechnik der Instanziierung	314
Abb. 110:	Beispiel zur Instanziierung mit Einbettung eines ER-Diagramms.....	315
Abb. 111:	Spezifikation von Repräsentationsformen der Referenzsprachkonstrukte zur Instanziierung	317
Abb. 112:	Strukturmuster der Instanzierungsmatrix	318
Abb. 113:	Schnittstellenspezifikation der Grundform einer Instanzierungsbeziehung.....	320
Abb. 114:	Metamodell zur Konstruktionstechnik der Analogiekonstruktion.....	324
Abb. 115:	Schnittstellenspezifikation einer mehrfachen Muster-Analogiebeziehung mit abstrakter Komponente und Anpassungsspezifikation.....	325
Abb. 116:	Metamodell einer Darstellungstechnik für Änderungskonstruktionen.....	332
Abb. 117:	Ordnungsrahmen für Problemlösungstechniken zur VRM	335
Abb. 118:	Administration, Präsentation und Diskurs des Rahmens für Planungen und Prüfungen am Beispiel der Begriffsbildung bei referenzmodelle.de	338
Abb. 119:	Verfügbarkeitsprüfung zur Bedarfsplanung bei referenzmodelle.de	341
Abb. 120:	Verteilte Bedarfsdeklaration bei referenzmodelle.de.....	342
Abb. 121:	Merkmalsgesteuerte Komponentenauswahlmatrix mit Variantendarstellung durch Konfiguration	346
Abb. 122:	Sprachelemente eines RMK-Diagramms	348
Abb. 123:	Uploadprozess zum Austausch von Referenzmodellen bei referenzmodelle.de	352
Abb. 124:	Usage Mining von Referenzmodellen bei referenzmodelle.de.....	359

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ACM	Association for Computing Machinery
AGIL	Adaption, Goal Attainment, Integration und Latent pattern maintenance
a. M.	am Main
AMICE	European Computer Integrated Manufacturing Architecture
AOSD	Aspect-Oriented Software Development
ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
ARIS-GP	ARIS – Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem
ARIS-MMA	ARIS – Modellierungsmethoden – Metamodelle – Anwendungen
ARIS-RM	ARIS – Wirtschaftsinformatik, Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse
ASIM	Arbeitsgemeinschaft Simulation
ASQ	Administrative science quarterly
Aufl.	Auflage
AVI	Audio Video Interleave
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
B2G	Business to Government
BE	Business Engineering
BLOB	Binary Large Object
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BNF	Backus-Naur-Form
BPR	Business Process Reengineering
Bsp.	Beispiel
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
CaiSE	Conference on advanced information Systems Engineering
CAL	Computer Assisted Learning
CASE	Computer Aided Software Engineering
CAT	Computer Assisted Teaching
CAX	Computer Aided X
CBO	Coupling between Objects
CBSE	Component Based Software Engineering
CEUR	Sun SITE Central Europe
cHL	Computergestützte Hochschullehre
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIMOSA	CIM Open System Architecture
CMR	California Management Review
COM	Component Object Model
COMTEC	Fachmesse für Informations- und Kommunikationstechnologien
CORBA	Common Object Request Broker Architecture

COT	Centre for Object Technology
CPD	Collaborative Product Development
CPU	Central Processing Unit
CRM	Customer Relationship Management
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
CVS	Concurrent Versions System
D. h.	Das heißt
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DBW	Die Betriebswirtschaft
DCE	Distributed Computing Environment
DCOM	Distributed Component Object Model
DGD	Deutsche Gesellschaft für Dokumentation
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
Diss.	Dissertation
DKE	Data & Knowledge Engineering
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DMR	Diebold Management Report
DPG	Deutschen Physikalischen Gesellschaft
DSS	Decision Support Systems
DV	Datenverarbeitung
e. V.	eingetragener Verein
EBNF	Erweiterte-Backus-Naur-Form
ECAI	European Conference on Artificial Intelligence
ECIS	European Conference on Information Systems
ECOOP	European Conference on Object Oriented Programming
EC-RM	Referenzmodell Electronic Commerce
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
eEPK	erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette
EIS	Executive Information System
EJB	Enterprise Java Beans
EJIS	European Journal of Information Systems
EJOR	European Journal of Operational Research
E-Mail	Electronic Mail
engl.	englisch
EPC	Event-Driven Process Chain
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ER	Entity Relationship
ERP	Enterprise Ressource Planning
erw.	erweiterte
ESF	European Science Foundation
ESPRIT	European Strategic Program for Research in Information Technology
et al.	et alteri
E-Typ	Entitytyp
F&E	Forschung und Entwicklung
f.	folgende
FI	Financial Accounting, Modul im SAP/R3 System

FIS	Führungsinformationssystem
Fn.	Fußnote
FORMS	Formal Spezifikation of Train Control Systems
ff.	fortfolgende
FORWISS	Bayerischen Forschungszentrums für Wissensbasierte Systeme
G2C	Government to Consumer
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
ggf.	gegebenenfalls
GI	Gesellschaft für Informatik
GiPP	Geschäftsprozessgestaltung mit integrierten Prozess- und Produktmodellen
GMD	Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung
GMW	Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e. V.
GNATS	GNU a Tracking System
GNU	GNU is Not Unix
GoM	Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung
GoR	Grundzüge ordnungsgemäßer Referenzmodellierung
GPL	GNU General Public License
GROOM	Grundlagen Objekt-Orientierter Modellierung
GSR-Typ	Generalisierungs-/Spezialisierungs-R-Typ
GUI	Grafical User Interface
H.	Heft
HBR	Harvard Business Review
HDM	Hypertext Design Modell
HICSS	Hawaii International Conference on System Sciences
HMD	Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik (früher: Handbuch der modernen Datenverarbeitung)
Hrsg.	Herausgeber
HTML	Hypertext Markup Language
http	Hypertext Transfer Protocol
i. A.	im Allgemeinen
i. d. R.	in der Regel
i. e. S.	im engeren Sinne
i. w. S.	im weiteren Sinn
IAL	Internet Assisted Learning
IBIS	Issue Based Information Systems
IBM	International Business Machines
IDG	Internationale Draeseke Gesellschaft
IDL	Interface Definition Language
IDS	Gesellschaft für integrierte Datenverarbeitungssysteme
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
IFIP	International Federation for Information Processing
IFM	Industriefachmesse
IJOPM	International journal of operations & production management
IM	Die Zeitschrift für Information Management & Consulting
IMK	integrierte merkmalsgestützte Kontextdarstellung
insbes.	insbesondere

IP	Internet-Protokoll
ISI	Fraunhofer Institut für Systementwicklung und Innovationsforschung
ISNIE	International Society for New Institutional Economics
ISO	International Standardization Organisation
IT	Informationstechnik
Iter.	Iteration
IWUM	Integrated Web Usage Mining
iX	Magazin für professionelle Informationsentwicklung
JASIS	Journal of the American Society for Information Science
Jg.	Jahrgang
Jh.	Jahrhundert
JOOP	Journal of Object-Oriented Programming
KBSt.	Koordinierungs- und Beratungsstelle
KD	Knowledge Discovery
KDD	Knowledge Discovery in Databases
KEBBA	Kooperative Entwicklung von branchen- und betriebstyporientierten Anwendungsarchitekturen
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KoSPuD	Komponentenbasierte Software für Produkte und Dienstleistungen
krp	Kostenrechnungspraxis
LAN	Local Area Network
LKR	Leistungs- Kostenrechnung
lmi	leistungsmengeninduziert
lmn	leistungsmengenneutral
m&c	Management & Computer
Mass.	Massachusetts
MbO	Managements by Objectives
MDM	Multiple-Data-Model
min.	mindestens
MobIS	Modellierung betrieblicher Informationssysteme
MP3	MPEG 2.5 Audio Layer III
MPEG	Moving-Picture Expert Group
NfD	Nachrichten für Dokumentation
Nr.	Nummer
o. Heft	ohne Heftangabe
o. Jg.	ohne Jahrgang
o. S.	ohne Seitenangabe
o. V.	ohne Verfasser
OBA	Object Behavior Analysis
OCL	Object Constraint Language
OCLC	Online Computer Library Center
ODL	Object Definition Language
ODMG	Object Database Management Group
oEPK	objektorientierte Ereignisgesteuerte Prozesskette
OIF	Object Interchange Format
OLAP	Online Analytical Processing
OLE	Object Linking and Embedding

OM	Office Management
OMA	Object Management Architecture
OMG	Object Management Group
OML	Object Manipulation Language
ooA	objektorientierte Analyse
ooD	objektorientiertes Design
OODBMS	Objektorientierte Datenbankmanagementsysteme
OODM	Objektorientiertes Datenmodell
OOHDM	Object Oriented Hypermedia Design Method
OOPS	Object-Oriented Programming Systems
OOPSLA	Object-Oriented Programming, Systems, Languages and Application
ooR	objektorientierte Realisierung
OQL	Object Query Language
ORB	Object Request Broker
OS	Open Source
OSDN	Open Source Development Network
OSI	Open-Source-Initiative
OX	Open X
PARP	Projektablauf- und -ressourcenplan
PC	Prozesscontrolling
PIW	Projektinformationswesen
PKR	Prozesskostenrechnung
PM	Prozessmanagement
PPS	Produktionsplanung und Steuerung
PSP	Projektstrukturplan
QM	Qualitätsmanagement
resp.	respektive
RM	Referenzmodell
RMK	Referenzmodellkomponente
RMM	Relationship Management Method
ROI	Return on Investment
RPB	Referenzprozessbausteinen
RPC	Remote Procedure Call
RT	Real Time Analysis
RTF	Revision Task Force
R-Typ	Relationshiptyp
RUP	Rational Unified Process
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
S.	Seite
SA	Strukturierte Analyse
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung AG
SC&T	Software concepts & tools
SCM	Supply Chain Management
SCS	Society For Computer Simulation
SE	System Engineering
SERM	Structured-Entity-Relationship-Modell

SIGMOD	Special Interest Group on Management of Data
SIGPLAN	Special Interest Group on Programming Languages
SIGSOFT	Special Interest Group on Software Engineering
SN	SIGPLAN Notices
sog.	sogenannte, sogenanntes, sogenannten
SOM	Semantisches Objektmodell
Sp.	Spalte
SQL	Structured Query Language
u. a.	unter anderem
überarb.	überarbeitete
UML	Unified Modeling Language
Univ.	Universität
UP	Unified Process
US	United States
USD	US Dollar
VC	Virtual Community
VertIS	Verteilte Informationssysteme
Vgl.	Vergleiche
VM97	V-Modell '97
VOFI	Vollständiger Finanzplan
vollst.	vollständig
VRM	Verteilte Referenzmodellierung
vs.	versus
WCM	Web Content Mining
WESCON	Western Electronic Show and Convention
WfMS	Workflow-Management-System
WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
WISU	Das Wirtschaftsstudium
WKBA	Workshops Komponentensorientierte betriebliche Anwendungssysteme
WKWI	Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik
WSDM	Web Site Design Method
WUM	Web Usage Mining
WWW	World Wide Web
XP	Extreme Programming
z. B.	zum Beispiel
zit.	zitiert
z. T.	zum Teil
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
ZfbF	Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZfhF	Zeitschrift für handelswirtschaftliche Forschung
ZfO	Zeitschrift für Führung und Organisation
Zuo.	Zuordnung
ZWF	Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb

Symbolverzeichnis

∈	Element aus
[]	Auswahl in EBNF
{ }	Zusicherung in UML
{ }*	Wiederholung optional in EBNF
{ } ₊	Wiederholung min. einmal in EBNF
<<>>	Stereotypen in UML
=	ist äquivalent zu
→	Wird zu
AND	Konjunktion
B	Buildtime
BR	Buildtime-Runtime
D	Disjunkt
ET	Entscheidungstabelle
G _i	Gegenstand
i	Indexvariable
IOR	Disjunktion
j	Indexvariable
k	Indexvariable
K _i	Konstrukteur
l	Indexvariable
m	Indexvariable
Max	Maximum
M _i	Modellzustand
Min	Minimum
n	Indexvariable
N	Nicht Disjunkt
N _i	Nutzer
P	Partiell
R	Runtime
SEQ	Sequenz
T	Total
XOR	Antivalenz
Z _i	Zweck

1 Problemstellung

1.1 Ausgangssituation

1.1.1 Innovationsdynamik in Konstruktionsprozessen von Informationssystemen

Die Relevanz einer adäquaten Informationsversorgung für die erfolgreiche Unternehmens-tätigkeit ist offensichtlich.¹ Moderne Informationssysteme bieten Unternehmen die Mög-lichkeit, sich flexibel an wechselnden Umfeldbedingungen auszurichten. Dabei kommt dem Aspekt der Verteilung eine wachsende Bedeutung zu: So wird aktuell mit dem Supply Chain Management (SCM) die Koordination verteilter Prozesse entlang der Wert-schöpfungskette angestrebt.² Ein besonderes Potenzial zur Steigerung der Effektivität und Effizienz von Entwicklungsprozessen wird – einer aktuellen Untersuchung der Unter-nehmensberatung *Accenture* zufolge – dem Collaborative Product Development (CPD) beigemessen. Dort werden dezentral agierende Spezialisten in verteilten Produktentwick-lungsprozessen auf einer informationstechnischen Plattform koordiniert.³

Die mit der Verteilung angestrebte Flexibilität kann jedoch nur so weit realisiert werden, wie es gelingt, mit der Entwicklung von Informationssystemen der raschen Ausweitung und Änderung des Informationsbedarfs nachzukommen. In der Softwareindustrie ist hier-zu eine – im Vergleich zu anderen Industriezweigen – außerordentlich hohe Innovations-dynamik zu leisten. So zeigen die Ergebnisse empirischer Untersuchungen des *Fraunhofer Instituts* für Systementwicklung und Innovationsforschung (ISI) aus den Jahren 2000 und 2001 (kurz: ISI-Studie),⁴ dass 90 % der befragten Unternehmen im Jahr 2000 neue Softwareprodukte entwickelt haben. Bemerkenswert ist, dass die Entwicklungsdauer der Produkte in über 40 % der Unternehmen nicht länger als sechs Monate beträgt.

Zwei Ergebnisse der ISI-Studie sind von besonderem Interesse zur Erklärung der hohen Innovationsdynamik: Erstens werden Softwareprodukte erstellt, die zwar für einzelne Un-ternehmen, nicht jedoch für den Markt neuartig sind.⁵ Entwicklungen werden somit in ähnlicher Weise für *Klassen* von Unternehmen mehrfach erbracht. Zweitens werden mit

¹ Vgl. z. B. Grob, H. L., Bielezke, S. (1998), S. 1 ff., Picot, A., Franck, E. (Information I) (1988), S. 544, Picot, A., Reichwald, R., Wiegand, R. T. (2001), S. 33, Maleri, R. (1994), S. 147, Kuhlen, R. (1996), S. 52 ff., Klein, S., Teubner, R. A. (1999), S. 420 ff. Die Bedeutung der Ressource Information für die Un-ternehmung steht im Kontext einer gesamtgesellschaftlichen Entwicklung. Der zunehmende Stellenwert der Information wird hier mit dem Begriff der *Informationsgesellschaft* reflektiert. Vgl. Kuhlen, R. (1996), S. 29 ff. u. S. 45 ff., Picot, A., Reichwald, R., Wiegand, R. T. (2001), S. 3, Grob, H. L., Bielezke, S. (1998), S. 30 ff.

² Zum SCM vgl. Rick, J. et al. (1998), S. 18 ff., Schinzer, H. (1999), S. 857 ff.

³ Über 80 % der befragten Unternehmen sehen in CPD eine Möglichkeit, ihre Entwicklungszeit („*Time to Market*“) zu steigern. Der Time to Market wird von über 70 % der Unternehmen die höchste Priorität aktu-eller Veränderungsmaßnahmen zugesprochen. Vgl. *Accenture* (2001), S. 9-11.

⁴ Die empirischen Untersuchungen wurden vom ISI im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung bzw. für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie in den Jahren 2000 und 2001 durchgeführt. Berücksichtigt werden die Besonderheiten der deutschen Softwareindustrie. Eine Zusammen-stellung von Untersuchungsergebnissen wird 2002 von FRIEDEWALD/BLIND/EDLER vorgestellt, vgl. Friedewald, M., Blind, K., Edler, J. (2002), S. 151-161. Die Anzahl an Unternehmen der deutschen Soft-wareindustrie beläuft sich nach einer Studie der *GfK Marktforschung* auf eine Zahl von 19.200. Vgl. Frie-dewald, M. et al. (2000). Zu den nachfolgend vorgestellten Ergebnissen vgl. Friedewald, M., Blind, K., Edler, J. (2002), S. 153-160.

⁵ Vgl. Friedewald, M., Blind, K., Edler, J. (2002), S. 155.

einzelnen Innovationen jeweils inkrementelle Veränderungen vorgenommen. So wird erhoben, dass innovative Produkte bei fast einem Drittel der befragten Unternehmen bis zu 50 % aus bereits vorliegenden Quelltexten bestehen.

In der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung ist die Konstruktion von Informationssystemen Gegenstand der Wirtschaftsinformatik.⁶ Aufgrund des hohen Innovationsbedarfs richtet sich das Forschungsinteresse zunehmend auf die Bereitstellung von Konzepten zur Unterstützung von Konstruktionsprozessen. Veranschaulicht wird diese Ausrichtung durch die Ergebnisse einer Delphi-Studie zu den Erkenntniszielen der Wirtschaftsinformatik.⁷ Als primäres Erkenntnisziel der Wirtschaftsinformatik sehen die Experten langfristig die „Schaffung verbesserten Wissens über die Beherrschung von Komplexität in Informations- und Kommunikationssystemen“.⁸ Um den zukünftigen Anforderungen gerecht werden zu können, wird zudem der Bedarf nach Konzepten geäußert, die eine verbesserte Reproduzierbarkeit und Allgemeingültigkeit von Entwicklungsergebnissen ermöglichen.

1.1.2 Potenziale der Unterstützung von Konstruktionsprozessen durch Referenzmodelle und Anforderungen an die Referenzmodellierung

Einen viel versprechenden Ansatz zur Unterstützung von Konstruktionsprozessen stellt die Entwicklung von Referenzmodellen dar.⁹ Hierbei sind Informationsmodelle¹⁰ zu konstruieren, in denen stellvertretend für einzelne Anwendungen repräsentative Inhalte beschrieben werden, die in Konstruktionsprozessen wieder verwendet werden. Gelingt es, mit Referenzmodellen bewährte Inhalte zu gestalten, wird hierdurch sowohl für die Unternehmenspraxis als auch für die Wirtschaftsinformatik als Wissenschaft ein wertvoller Lösungsbeitrag zur beschriebenen Problemstellung geleistet.¹¹ In der Praxis der Softwareindustrie kann eine unternehmensübergreifende Wiederverwendung realisiert werden, indem Referenzmodelle für Klassen von Unternehmen konstruiert werden, die homogene Informationsbedarfe aufweisen. In der Wirtschaftsinformatik kann durch Referenzmodelle

⁶ Als Erkenntnisobjekt der Wirtschaftsinformatik werden Informationssysteme in Betrieben und öffentlichen Verwaltungen angesehen. Vgl. Alpar, P. et al. (2000), S. 3 f., Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (2001), S. 1, Mertens, P. (2001), S. 1, Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 1, WKWI (1994), S. 80, Grob, H. L., Bielezke, S. (1998), S. 4 f. Die Forschung verfolgt eine gestaltungsorientierte Grundausrichtung. Vgl. Rautenstrauch, C. (1993), S. 3, Schütte, R. (1998), S. 181 ff. und die dort zitierte Literatur. Die Wirtschaftsinformatik verfolgt hierzu ein Gestaltungsziel, dem das Erkenntnisziel logisch vorausgeht. Vgl. Becker, J. (1995), S. 133.

⁷ Vgl. Heinzl, A., König, W., Hack, J. (2001), insbes. S. 226 u. S. 230.

⁸ Die Hervorhebung kennzeichnet den Namen des untersuchten Clusters, das in einer Prognose für die nächsten zehn Jahre den ersten Rang belegt. Ein Trend ist dadurch auszumachen, dass noch in der Prognose für die nächsten drei Jahre dem Cluster „Netzmärkte und E-Commerce“ die größte Bedeutung beigemessen wird. Vgl. Heinzl, A., König, W., Hack, J. (2001), insbes. S. 226 u. S. 230 f.

⁹ Zum Einsatzpotenzial von Referenzmodellen als ein Beitrag zur Informationssystementwicklung in turbulenten Umfeldbedingungen vgl. auch Scheer, A.-W. (2002), S. 9, Frank, U. (Standards) (2001), S. 283 f.

¹⁰ Modelle werden hier vor dem Hintergrund des Modellbegriffs der allgemeinen Modelltheorie von STACHOWIAK definiert. Vgl. Stachowiak, H. (1973), S. 131 ff. Mit Modellen wird die Wahrnehmung auf Inhalte konzentriert, die für einen spezifischen Zweck als relevant erachtet werden. In der Interpretation des Modellbegriffs kommt die *konstruktivistische Anschauung* zum Tragen, die dieser Arbeit zugrunde liegt. Vgl. z. B. Zelewski, S. (1999), S. 44-50, Schütte, R. (1998), S. 55-62.

¹¹ In der Arbeit wird die Auffassung des *kritischen Rationalismus* zugrunde gelegt. Demnach gelten Hypothesen so lange als akzeptiert, wie sie ergebnisoffenen Falsifikationsversuchen standhalten. Die Bewährtheit verwendet POPPER als ein Maß für die Häufigkeit und Strenge der Prüfungen, denen eine Hypothese standgehalten hat. Bewährte Inhalte sind vor diesem Hintergrund solche, die einen hohen Bewährtheitsgrad aufweisen. Vgl. Popper, K. R. (1994), S. 3, S. 213 sowie insbesondere zur Bedeutung der Falsifikation im kritischen Rationalismus, Popper, K. R. (1994), S. 26, Popper, K. R. (1962), S. 45 f.

zur Darstellung allgemeiner und reproduzierbarer Entwicklungsergebnisse ein Beitrag zur Komplexitätsbeherrschung geleistet werden.

Die *praxisorientierte* Verwendung von Referenzmodellen konzentriert sich bislang maßgeblich auf den Bereich der Entwicklung von Enterprise-Ressource-Planning-Systemen (ERP-Systemen). Referenzmodelle haben hier entscheidend zum Erfolg integrierter betriebswirtschaftlicher Standardsoftwareprodukte beigetragen. Solche Systeme nutzen Referenzmodelle, auf deren Grundlage die Auswahl und Parametrisierung von Teilmodellen ermöglicht wird (Customizing). Der praktische Nutzen dieser Verwendungsrichtung von Referenzmodellen wird nicht nur durch die Geschäftserfolge der Anbieter betriebswirtschaftlicher Standardsoftwareprodukte,¹² sondern auch durch empirische Studien belegt.¹³

Das hohe Potenzial, das Referenzmodelle sowohl in der Wissenschaft als auch in der Unternehmenspraxis aufweisen, hat zu einer rasanten Zunahme vorgeschlagener Modelle beigetragen.¹⁴ Obwohl mittlerweile eine bereits schwer zu erfassende Anzahl solcher Modelle vorliegt, werden nur wenige von ihnen in Wissenschaft und Praxis akzeptiert.¹⁵ Im jüngeren Forschungsgebiet der *Referenzmodellierung* findet daher eine kritische Reflektion darüber statt, wie Referenzmodelle zu konstruieren sind.¹⁶ Erste Arbeiten entstehen im Umfeld intensiver Konstruktionsvorhaben von Referenzmodellen bei SCHEER und BECKER/SCHÜTTE.¹⁷ Monografien zum Thema werden insbesondere von HARS, NONNENMACHER, KRUSE, LANG, SCHÜTTE und SCHWEGMANN vorgelegt.¹⁸ Während die Arbeit von HARS mit einem Fokus auf *Referenzdatenmodelle* einen frühen Ausgangspunkt bildet, liefert SCHÜTTE mit seiner Arbeit zu Grundsätzen ordnungsmäßiger Referenzmodellierung die umfassendste Thematisierung.

Die vorliegenden Gestaltungsansätze gehen maßgeblich von der Zielsetzung aus, Referenzmodelle als Grundlage konfigurierbarer betriebswirtschaftlicher Standardsoftware zu verwenden.¹⁹ Im Ansatz von SCHÜTTE wird hierzu ein Variantenmanagement entwickelt, in dem unternehmensindividuelle Modelle als Varianten von Referenzmodellen abgeleitet werden. Referenzmodelle werden hierzu als Modellsysteme konzipiert, die für sämtliche Varianten vorgestaltet und anhand von Merkmalen charakterisiert sind. Mögliche Ableitungen werden durch die Angabe von Regeln operationalisiert.

Referenzmodelle, die nach dem beschriebenen Prinzip entwickelt werden, mögen sich als Grundlage einer konfigurativen Standardsoftware als günstig erweisen. Fraglich ist jedoch, ob die hiermit verbundenen Konstruktionsprozesse der zu gewährleistenden Innova-

¹² Den Geschäftserfolg veranschaulicht die Entwicklung der SAP AG: gegründet 1972 unter dem Namen „Systemanalyse und Programmentwicklung“, 1976 umgewandelt in die SAP GmbH, 1988 umgewandelt in eine AG, 1993 in den Deutschen Aktienindex DAX 100 aufgenommen und 1994 bereits eine Umsatzzugle von 1000 Mio. USD erreicht. Vgl. von Arb, R. (1998), S. 52.

¹³ Vgl. z. B. die empirische Studie der Unternehmensberatung *Cap Gemini Ernst & Young*, der FH Konstanz und der TU Berlin, in der der kundenseitige Nutzen von ERP-Systemen untersucht wird. Vgl. Cap Gemini (2001).

¹⁴ Einen Überblick über vorliegende Referenzmodelle geben Sammlungen bei Schütte, R. (1998), S. 83 ff., Schwegmann, A. (1999), S. 59 ff., Lang, K. (1997), S. 21 ff. Eine verteilte Kollektion von Referenzmodellen kann auf der mit dieser Arbeit entwickelten Plattform [referenzmodelle.de](http://www.referenzmodelle.de) vorgenommen werden. Auf der Plattform ist ein Anfangsbestand an Modellen verfügbar. Vgl. <http://www.referenzmodelle.de>.

¹⁵ Vgl. z. B. Frank, U. (Referenzmodell) (2000), S. 1, Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 2 f. Vgl. in diesem Sinne auch Fettke, P., Loos, P. (Katalog) (2001), S. 1.

¹⁶ Der Forschungsstand wird jährlich auf der Fachtagung Referenzmodellierung (RefMod) präsentiert, die 2001 im 5. Jg. veranstaltet wurde. Vgl. RefMod (2001).

¹⁷ Vgl. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 92 ff., Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 9 ff.

¹⁸ Vgl. Hars, A. (1994), Nonnenmacher, M. G. (1994), Kruse, C. (1996), Lang, K. (1997), Schütte, R. (1998), Schwegmann, A. (1999).

¹⁹ Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 115, Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 7 ff., Rosemann, M., Schwegmann, A. (2002), S. 55 f.

tionsdynamik gerecht werden können. Tatsächlich ist zu beobachten, dass in der aktuellen Diskussion der Wirtschaftsinformatik – motiviert durch die beschriebenen verteilten Organisationsformen der Unternehmen – ein *Umdenken* in Bezug auf die Strukturierung von Standardsoftware stattfindet. So prognostiziert SCHEER Anfang des Jahres 2002, dass sich „die Ära der monolithischen ERP-Systeme [dem Ende nähert]“.²⁰ Auch in der Literatur werden vermehrt Kritikpunkte an der als Gesamtsystem strukturierten Standardsoftware angebracht. Hervorgehoben wird vor allem eine zu geringe Flexibilität gegenüber Anpassungen und Erweiterungen.²¹ So würde eine Erhöhung der Flexibilität zu Qualitätssteigerungen und einer Vergrößerung des Abdeckungsgrades²² der benötigten Funktionalitäten führen.

1.1.3 Potenziale der Verteilung von (Software-) Konstruktionsprozessen und Fragestellungen ihrer Übertragung auf die Referenzmodellierung

Vor dem Hintergrund der dynamischen Anforderungsänderungen findet in der Softwareentwicklung eine ähnliche Entwicklung statt, wie sie für die Organisation von Unternehmensaufgaben konstatiert wurde.²³ Zur Steigerung der Effektivität und Effizienz der Aufgabenerfüllung werden Prozesse zunehmend so gestaltet, dass sie verteilt wahrgenommen werden können.²⁴ In Bezug auf (Software-)Konstruktionsprozesse wird hierzu angestrebt, Anwendungssysteme nicht als Gesamtsysteme einzelner Hersteller zu entwickeln, sondern kompakte austauschbare Softwareeinheiten zu bilden, die von verschiedenen eigenständigen Entwicklern hergestellt und bedarfsgerecht zu Gesamtsystemen kombiniert werden können. Derartige Entwicklungen werden unter dem Begriff des Component Based Software Engineering (CBSE) thematisiert.²⁵

Die Besonderheiten der Organisation von Konstruktionsprozessen, die den geschilderten Effekten zugrunde liegt, zeigt das Beispiel der Open-Source-Initiative (OSI) auf.²⁶ Die Initiative sieht die Offenlegung des Quelltextes von Softwareprodukten vor, die zur Einsicht, Nutzung und Modifikation freigegeben wird.²⁷ An der Entwicklung werden auf diese Weise eine Vielzahl weltweit verteilter Experten beteiligt, die ohne unmittelbare monetäre Anreize in Entwicklungsprozessen vergleichsweise hoher Formalitätsanforderungen einen gemeinsamen Bestand an Quellcode entwickeln und evolutionär anpassen. Der

²⁰ Scheer, A.-W. (2002), S. 9.

²¹ Vgl. Fan, M., Stallaert, J., Whinston, A. B. (2000), S. 26 f., Bussler, C. (2002), S. 67, White, J. (2000), S. 10, Frank, U. (Standards) (2001), S. 283 f. Neben den Anforderungen des SCM und CRM erwachsen aus den monolithischen Strukturen auch Schwächen für den Einsatz von ERP-Systemen in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), vgl. Friedrich, J.-M. et al. (2002), S. 117 f. Vgl. auch die im Folgenden zitierte Literatur.

²² Probleme des Abdeckungsgrads veranschaulicht insbesondere Altmeier, J. (2001), S. 19.

²³ Vgl. Kapitel 1.1.1 dieser Arbeit.

²⁴ Vgl. z. B. Kock, N. (2001), S. 87 und die nachfolgend zitierte Literatur.

²⁵ Scheer, A.-W. (2002), S. 9. Vgl. auch Pree, W. (1997), S. 170 ff., Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 24-27, White, J. (2000), S. 5, Frank, U., Jung, J. (2001), S. 1-2, Frank, U. (Component) (1999), S. 1-3, Rautenstrauch, C., Turowski, K., Fellner, K. (1999), S. 25 f., Ball, M. O. et al. (2002), S. 61 f., Friedrich, J.-M. et al. (2002), S. 126 f. Das Potenzial der Verwendung austauschbarer Softwareeinheiten zeigt auch eine von der Unternehmensberatung McKinsey & Company, Inc. und der Universität zu Köln durchgeführte Management-Studie. Vgl. Delfmann, W. et al. (2000), S. 2.

²⁶ Vgl. Sandred, J. (2001), S. 37-57, Wang, H., Wang, C. (2001), S. 93. Zur Vorstellung von Open Source als ein Organisationsmodell vgl. Ljungberg, J. (2000), S. 209 ff.

²⁷ Zur rechtlichen Ausgestaltung sind verschiedene Lizenzmodelle entwickelt worden. Vgl. z. B. Sandred, J. (2001), S. 26-29.

Erfolg von Open-Source-Software zeigt sich insbesondere am Beispiel des Betriebssystems *Linux*, das bei Webservern bereits einen höheren Marktanteil hält als Microsoft Windows.²⁸ Weitere Beispiele sind *Sendmail*, *MySQL* sowie der *Apache* Web Server, der einen Marktanteil von über 60 % verzeichnet.²⁹ Auch die ISI-Studie zeigt die wachsende Bedeutung verteilter Organisationsformen in der Anwendungssystementwicklung. So wird Open-Source-Software als wichtigste externe Quelle zur Wiederverwendung identifiziert. Mit einem Anteil von 20 % wird sie damit fast doppelt so häufig in Neuentwicklungen einbezogen wie fremd beschaffte Standardsoftware – und dreimal so häufig wie Individualsoftware.³⁰

Die beschriebene Entwicklung legt die Untersuchung nahe, inwiefern die Verteilung von Konstruktionsprozessen auch in der Referenzmodellierung Vorteile bieten kann. Da sich die Strukturen konfigurativer Standardsoftware als zu inflexibel erweisen und Nachteile hinsichtlich des Abdeckungsgrads mit sich bringen, ist zu erwarten, dass auch die diesen nachempfundenen Strukturen von Referenzmodellen nur begrenzt geeignet sind, herrschenden Informationsbedarfen gerecht zu werden. Zudem zeigen die Erfahrungen der Anwendungssystementwicklung, dass sich die Verteilung von Konstruktionsprozessen positiv auf die Verbreitung und Akzeptanz von Entwicklungsergebnissen auswirkt. Gelingt es, diese Effekte in der Referenzmodellierung zu erzielen, könnte eine qualitätsgetriebene evolutionäre Weiterentwicklung bewährter Referenzmodelle erreicht werden.

Zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung sind grundlegende Fragen der Prozessgestaltung zu klären. So werden zur komponentenorientierten Entwicklung von Anwendungen Ansätze zur Strukturierung und Spezifikation des Programmcodes benötigt, mit denen eigenständige *und* kopplungsfähige Softwareeinheiten erstellt werden können.³¹ Um die verteilte Zusammenarbeit der Entwickler zu gewährleisten, sind sowohl organisationsbezogene als auch technologiebezogene Gestaltungsaufgaben wahrzunehmen.³² In der OSI werden z. B. Softwareplattformen eingesetzt, die sowohl die Verwaltung des Programmcodes als auch die Koordination der Entwickler unterstützen. Einen Eindruck über die Anforderungen vermittelt die Open-Source-Plattform *Source Forge*, auf der gegenwärtig mehr als 430.000 registrierte Entwickler in über 40.000 verschiedenen Projekten kooperieren.³³

Im Vergleich zur Entwicklung von Anwendungssystemen sind auch Spezifika der Konstruktion von Referenzmodellen zu berücksichtigen. Zu untersuchen ist, inwieweit die in der Softwareindustrie entwickelten Formen der Verteilung auf die Konstruktion von Referenzmodellen übertragbar sind. Zum einen deuten die Arbeiten zum Variantenmanagement darauf hin, dass monolithische Systeme originär durchaus dem Interesse der Referenzmo-

²⁸ Vgl. Hars, A. (2002), S. 542 sowie die Untersuchungsergebnisse bei Netcraft (2002).

²⁹ Vgl. Hars, A. (2002), S. 542 f. Ein Überblick zu Projekten findet sich bei Sandred, J. (2001), S. 1-22.

³⁰ Diese Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Primärbranche. Zu dieser werden Unternehmen gezählt, deren Geschäftszweck in der Softwareentwicklung besteht. Vgl. Friedewald, M., Blind, K., Edler, J. (2002), S. 157 f.

³¹ Vgl. z. B. Göbl, W. (2000), S. 35-38, Fan, M., Stallaert, J., Whinston, A. B. (2000), S. 31 ff., Turowski, K. (2001), S. 270 ff., Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 27 ff., Wöhrle, C. (2000), S. 41-44, Höß, O., Weisbecker, A. (2001), S. 4 f., Schuster, E. (2000), S. 53 ff., Gaedke, M., Gräf, G. (2000), S. 21 ff., Bergner, K. et al. (2000), S. 41 ff., Ortner, E., Lang, K.-P., Kalkmann, J. (1999), S. 35 ff., Castellani, X., Liao, S. Y. (1998), S. 25 ff.

³² Vgl. Freericks, C. (2001), insbes. S. 119-122, Sandred, J. (2001), S. 101-131, Witten, I. H., Bainbridge, D., Boddie, S. (2001), Fitzgerald, B., Feller, J. (2002), S. 3 ff., Sharma, S., Sugumaran, V., Rajagopalan, B. (2002), S. 7 ff., Koch, S., Schneider, G. (2002), S. 27 ff.

³³ Vgl. Hars, A. (2002), S. 542 f., Grob, H. L., Bensberg, F. (2002), S. 13, Source Forge (2001). Im Mai 2002 stellte das aktivste Projekt die Entwicklung von Softwarekomponenten für ERP- und CRM-Systeme dar. Im Projekt *Compiere ERP + CRM Business Solution* wurden ERP- und CRM-Systeme für KMU entwickelt. Es wurde von mehr als 20 internationalen Institutionen gefördert. Im Mai 2002 wurde der Quellcode bereits über 250.000 Mal von der Plattform abgerufen. Vgl. Compiere (2002).

dellierung entsprechen könnten. Zum anderen werden die Potenziale der Verteilung am Beispiel der Softwareentwicklung in Gestaltungsbereichen erschlossen, die in der Referenzmodellierung bislang kaum Beachtung finden. Somit ist als Erstes die Frage zu klären, welche Gestaltungsparameter zu berücksichtigen sind und wie sich diese auf die Effektivität und Effizienz der Konstruktionsprozesse auswirken.

1.2 Zielsetzung und Gang der Arbeit

Die Zielsetzung der Arbeit besteht darin, Gestaltungsansätze zu entwickeln, die eine effektive und effiziente Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung ermöglichen. Im Einzelnen werden hierzu Erkenntnis- und Gestaltungsziele verfolgt.

Die Erkenntnisziele sind entsprechend der Problemstellung zweigeteilt: Zunächst sind Aussagen über die *Gestaltung* von Konstruktionsprozessen zu erarbeiten. Auf dieser Grundlage ist zu untersuchen, inwiefern durch ihre *Verteilung* eine Steigerung ihrer Effektivität und Effizienz erzielt werden kann und welche Gestaltungsanforderungen sich hierzu stellen. Die Entwicklung von Gestaltungsbeiträgen zur Erfüllung dieser Anforderungen bildet das Gestaltungsziel der Arbeit. Mit den Beiträgen sind die Voraussetzungen zu schaffen, die eine Verteilung von Konstruktionsprozessen entsprechend der gewonnenen Erkenntnisse in der empirischen Anwendung ermöglichen.

Im Hinblick auf die Zielsetzung wird in der Arbeit durchgängig eine konstruktionsprozessorientierte Perspektive eingenommen. Behandelt werden damit Gestaltungsaspekte, die entlang der Wertschöpfungskette der Modellkonstruktion mit Referenzmodellen liegen und von denen ein wesentlicher Einfluss auf die Effektivität und Effizienz von Konstruktionsprozessen ausgeht. Gestaltungsaspekte, die diese Nähe zum Konstruktionsprozess nicht aufweisen, sind nicht Gegenstand der folgenden Untersuchungen. Dieses betrifft insbesondere auch Gestaltungsaspekte unter Berücksichtigung anreizorientierter und wettbewerbswirtschaftlicher Fragestellungen, die auf der Grundlage der hier zu leistenden Prozessgestaltung konzipiert werden können. Der abzuleitende Gang der Arbeit wird in Abb. 1 dargestellt.

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildet die Einführung des zentralen Begriffs der Referenzmodellierung in *Kapitel 2*. Über die Schaffung einer Terminologie hinaus ist zu klären, welche Situation sich in der Referenzmodellierung in Bezug auf die Aufgabe der Gestaltung von Konstruktionsprozessen stellt. Wesentliche Erklärungsansätze sind in modelltheoretischen Erkenntnissen zu suchen. Ihre Interpretation in Bezug auf die Gestaltung von Konstruktionsprozessen liefert typische Strukturmuster von Konstruktionsprozessen, die als Grundlage der weiteren Untersuchungen dienen. Durch eine Präzisierung des Modellierungsbegriffs wird die sukzessive Ableitung relevanter Begriffe ermöglicht. Erklärt werden die Begriffe Informationsmodell und Informationsmodellierung sowie Referenzmodell und Referenzmodellierung.

Im bisherigen Forschungsstand der Wirtschaftsinformatik ist weitgehend unklar, welche Parameter sich in der Referenzmodellierung zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen bieten. Da in dieser Ausgangssituation ein Grundproblem bisheriger Gestaltungsansätze zu sehen ist, werden in *Kapitel 3* Strukturmuster entwickelt, mit denen eine theoretische Basis für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen gelegt wird. Aus der Systemtechnik werden Muster abgeleitet, die beschreiben, hinsichtlich welcher Aspekte Systeme in Konstruktionsprozessen zu betrachten sind. Auf der Grundlage des modelltheoretisch entwickelten Musters für Konstruktionsprozesse wird ein konzeptioneller Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen eingeführt. Er zeigt auf, welche Aspekte von Konstruktionsprozessen zu gestalten sind, welche Parameter hierzu relevant sind und wie

diese zueinander in Beziehung zu bringen sind. Identifiziert werden ein methoden-, ein modell-, ein organisations- und ein technologiebezogener Aspekt.

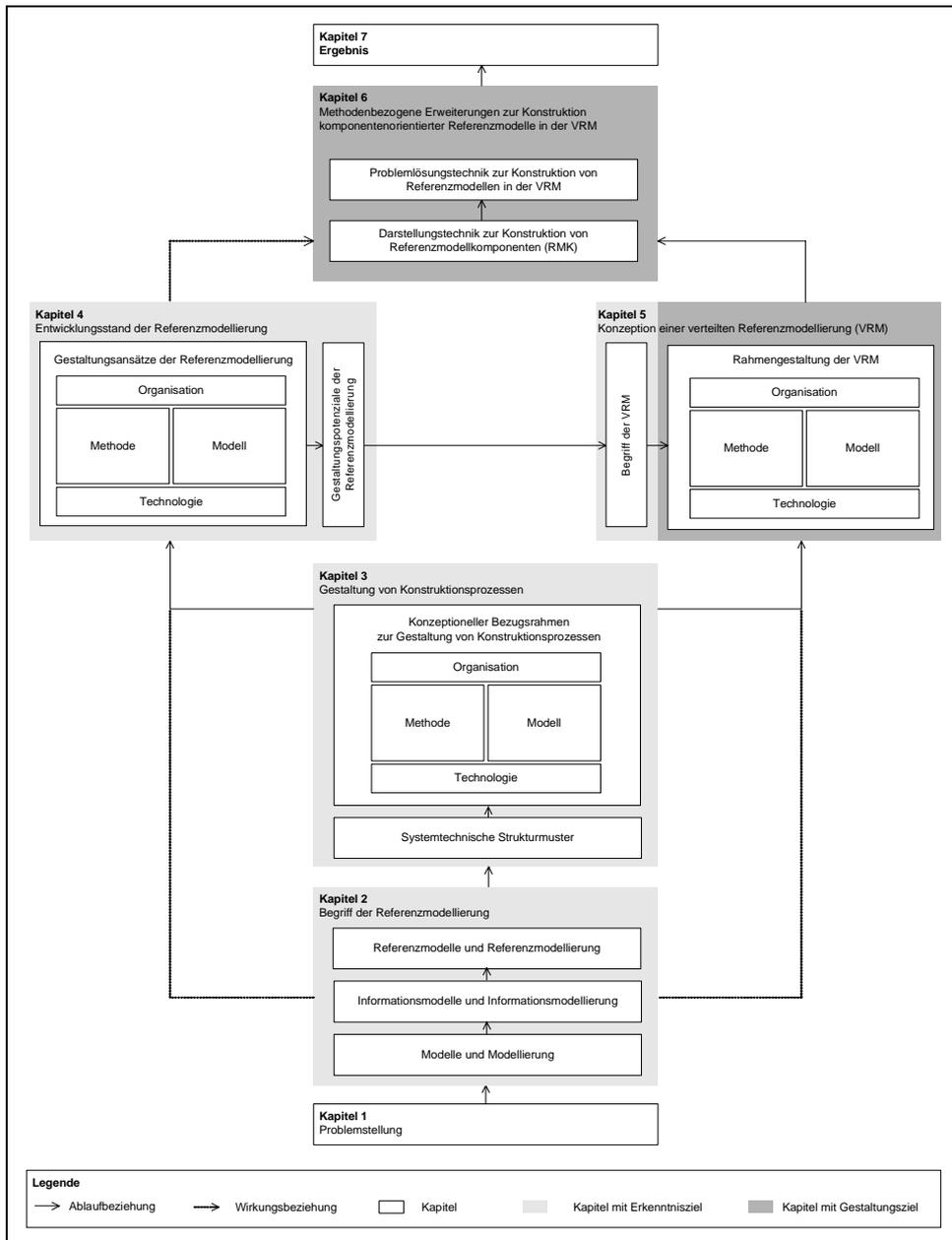


Abb. 1: Ordnungsrahmen zum Gang der Arbeit

In *Kapitel 4* werden die Gestaltungsbeiträge im State-of-the-Art der Referenzmodellierung untersucht, um eine differenzierte Lokalisierung von Gestaltungspotenzialen zu ermöglichen, die zugleich den Spezifika der Referenzmodellierung gerecht werden. Die Gestaltungsparameter für Konstruktionsprozesse aus *Kapitel 3* in Verbindung mit den durch den Begriff der Referenzmodellierung gegebenen Zielsetzungen und Umfeldbedingungen

Auszug aus: **Brocke, J. vom**, *Referenzmodellierung, Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen*, Berlin 2003.

Originalformat von: <http://www.wi.uni-muenster.de/aw/brocke/referenzmodellierung.pdf>.

aus Kapitel 2 bieten hierzu eine systematische Beurteilungsgrundlage des Untersuchungsprofils. Nach einem Überblick zum Spektrum an Referenzmodellen im modellbezogenen Aspekt werden im methodenbezogenen Aspekt Paradigmen, Darstellungstechniken und Problemlösungstechniken betrachtet. Im technologiebezogenen Aspekt bilden Repräsentationsformen und im organisationsbezogenen Aspekt Bewertungsansätze von Referenzmodellen den Betrachtungsgegenstand. Die Untersuchungsergebnisse zeigen konkrete Ansatzpunkte auf, in denen eine verteilte Gestaltung Potenziale freisetzen kann, die mit bisherigen Ansätzen nicht gegeben sind.

Mit *Kapitel 5* wird ein Konzept entwickelt, mit dem die Potenziale verteilter Gestaltungen in der Referenzmodellierung erschlossen werden können. Da zwar einzelne Ausprägungen verteilter Systeme intensiv thematisiert werden, jedoch ein domänenunabhängiges Verständnis über die relevanten Strukturmerkmale fehlt, wird ein allgemeiner Begriff verteilter Systeme erarbeitet, der auf die Referenzmodellierung übertragen werden kann. Hierzu werden die Erscheinungsformen verteilter Systeme in den für die Referenzmodellierung relevanten Anwendungsbereichen der Organisations- und Anwendungssystemgestaltung recherchiert und durch eine systemtechnische Betrachtung abstrahiert. Die Strukturmerkmale liefern die Grundlage zur Konkretisierung der in Kapitel 4 abgeleiteten Gestaltungspotenziale, die durch Untersuchung alternativer Möglichkeiten zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung erfolgt.

Die differenzierten Beurteilungsergebnisse werden in einem Konzept der verteilten Referenzmodellierung (VRM) zusammengefasst. Die Identifikation des für die VRM zusätzlich erforderlichen Gestaltungsbedarfs schließt den erkenntnisbildenden Teil der Arbeit. Zur Erfüllung des Bedarfs wird anschließend eine Rahmengestaltung der VRM vorgenommen, die hinsichtlich sämtlicher Aspekte der Prozessgestaltung zu erfolgen hat. Zur Gestaltung im technologiebezogenen Aspekt wird ein Softwareprodukt benötigt, das im Rahmen dieser Arbeit entwickelt werden soll.³⁴

Innerhalb der geschaffenen Rahmengestaltung sind vertiefende Arbeiten in dem für die Referenzmodellierung spezifischen methodenbezogenen Aspekt der Konstruktionsprozesse vorzunehmen. Entsprechende Gestaltungsbeiträge werden in *Kapitel 6* entwickelt. Den Schwerpunkt bildet die Entwicklung einer Darstellungstechnik, mit der Referenzmodelle zu beschreiben sind, um die Verteilung der Konstruktionsprozesse zu begünstigen. Abschließend wird eine Problemlösungstechnik zur Unterstützung von verteilten Konstruktionsprozessen vorgestellt. Hierbei ist zu zeigen, wie die Gestaltungsbeiträge sämtlicher Aspekte handlungsorientiert ineinander greifen.

Mit *Kapitel 7* werden zentrale Erkenntnisse und Gestaltungsergebnisse der Arbeit zusammengefasst und Ansatzpunkte für weitere Forschungsarbeiten aufgezeigt.

³⁴ Bei dem Softwareprodukt handelt es sich um die Internetplattform referenzmodelle.de. Die Zugangsdaten zu dem System können auf der Startseite der Plattform beantragt werden.

2 Begriff der Referenzmodellierung

2.1 Modelle und Modellierung

2.1.1 Entwicklung des Modellbegriffs im Kontext der Referenzmodellierung

2.1.1.1 Allgemeiner Modellbegriff

Die Referenzmodellierung befasst sich mit der Konstruktion von Modellen. Um den Begriff der Referenzmodellierung einzuführen und dabei die Gestaltungsaufgabe der Referenzmodellierung zu konkretisieren, ist es somit hilfreich, zunächst die Bedeutung des Modellbegriffs zu klären. Dieses ist umso wichtiger, da der Modellbegriff in der jüngeren Literatur der Wirtschaftsinformatik intensiv diskutiert wurde und dabei zwar wichtige Implikationen für die Referenzmodellierung aufgezeigt werden konnten, nicht jedoch eine auf die Gestaltung von Konstruktionsprozessen gerichtete Sichtweise eingenommen wird.

Gegenstand der Diskussion sind *abbildungsorientierte* und *konstruktionsorientierte* Perspektiven auf den Modellbegriff.³⁵ Hier wird der Modellbegriff der von STACHOWIAK³⁶ entwickelten allgemeinen Modelltheorie verwendet. Dieser Modellbegriff bildet eine Grundlage, auf der sowohl die konkurrierenden Anschauungen erklärt als auch eine *prozessorientierte* Sichtweise entwickelt werden kann.³⁷ STACHOWIAK hebt in seinem Ansatz drei konstituierende Merkmale von Modellen hervor:³⁸

- (1) **Abbildungsmerkmal:** Modelle bilden stets etwas ab. Sie referenzieren somit ein Original, zu dem sie in einer Abbildungsrelation stehen.
- (2) **Verkürzungsmerkmal:** Modelle „nehmen gegenüber dem Original eine Verkürzung (Abstraktion) vor, sodass sie nur Teile von diesem darstellen.
- (3) **Pragmatisches Merkmal:** Welches Original in welchen Teilen abzubilden ist, wird pragmatisch beantwortet. Als pragmatisch wird erachtet, die Auswahl an zu einer Zeit wahrgenommenen Zwecken eines Subjekts auszurichten.³⁹ Die Teilaspekte des pragmatischen Merkmals sind damit Zeitlichkeit, Intentionalität und Subjektivität.

³⁵ Die Diskussion fokussiert den in der Wirtschaftsinformatik anzuwendenden Modellbegriff. In anderen Disziplinen finden sich auch andere Ansätze, wie der strukturorientierte und prädikatenlogische Modellbegriff. Vgl. Zelewski, S. (1993), S. 95 ff., Zelewski, S. (1999), S. 44-50. Zu vertiefenden Auseinandersetzungen mit dem Modellbegriff vgl. auch Bretzke, W.-R. (1980), S. 23-36, Schütte, R. (1998), S. 45-54, Katzmair, H. (1999), S. 2-14, Hägele, P. C. (2000), S. 11-22. Vgl. auch Hammel, C., Schlitt, M., Wolf, S. (1998), S. 22 ff.

³⁶ Die allgemeine Modelltheorie findet in der Wissenschaft eine breite Akzeptanz. Vgl. auch Schütte, R. (1998), S. 45, Teubner, R. A. (1999), S. 13 ff. und die dort zitierte Literatur.

³⁷ Anzumerken ist, dass die Arbeit von STACHOWIAK über den hier fokussierten Auszug hinausgeht. Weitere Theoriebestandteile können aber für die anzustellenden Betrachtungen ausgespart werden. Dieses ist sogar förderlich, da durch spezielle Untersuchungen, etwa von Ähnlichkeitsbeziehungen, auch die Eignung des Ansatzes als Bezugspunkt für den Vergleich konkreterer Modellbegriffe eingeschränkt würde.

³⁸ Vgl. Stachowiak, H. (1973), S. 131 ff.

³⁹ Zur Konkretisierung des pragmatischen Merkmals vgl. Stachowiak, H. (1973), S. 138.

In sprachlich abstrakter Form definiert STACHOWIAK ein Modell wie folgt: „X ist ein Modell des Originals Y für den Verwender K in der Zeitspanne t bezüglich der Intention Z.“⁴⁰ Die von ihm herausgestellten Merkmale von Modellen sind sowohl dem abbildungsorientierten als auch dem konstruktionsorientierten Modellbegriff immanent. Unterschiedlich ist jedoch die jeweils eingenommene Perspektive. Während beim abbildungsorientierten Modellbegriff ein objektiv vorhandenes Original den Ausgangspunkt der Konstruktion bildet, setzt der konstruktionsorientierte Modellbegriff an dem Ergebnis der subjektiven Wahrnehmung von Originalen an. Ferner konzentriert sich der Konstruktionsprozess nach dem abbildungsorientierten Verständnis auf die Abbildung des Originals, wohingegen nach dem konstruktionsorientierten Verständnis die Bedeutung intersubjektiver Abstimmungsprozesse betont wird.

2.1.1.2 Abbildungsorientierter Modellbegriff

Der abbildungsorientierte Modellbegriff stellt das von STACHOWIAK beschriebene Abbildungsmerkmal in den Vordergrund. Modelle werden hier als immaterielle und abstrakte Abbilder der Realität für Zwecke eines Subjekts interpretiert.⁴¹ Dieser Modellbegriff ist als Standard im Schrifttum der Wirtschaftswissenschaften anzusehen: Schon frühe betriebswirtschaftliche Arbeiten – speziell zur Organisations- und Entscheidungslehre – gehen von dieser Auffassung aus.⁴² Auch die meisten aktuellen Grundlagenwerke – sowohl zur Betriebswirtschaftlehre⁴³ als auch zur Informatik⁴⁴ – folgen diesem Ansatz. Es liegt nahe, dass der abbildungsorientierte Modellbegriff auch in die Wirtschaftsinformatik übernommen wurde. Dieses gilt sowohl für die grundständige Lehre⁴⁵ als auch für Forschungsbeiträge.⁴⁶ Der Begriff legt eine bestimmte Anschauung über den Zusammenhang zwischen einer Realwelt und einer Modellwelt zugrunde, die in Abb. 2 veranschaulicht wird.

Teile der Realwelt werden zur Verwirklichung subjektiver Ziele vereinfacht in einer Modellwelt abgebildet, um letztlich Handlungen in der Realwelt zu unterstützen. In der Realwelt ist hierzu eine zielsetzungsgerechte Diskurswelt abzugrenzen. Durch Interpretation der Diskurswelt entsteht das Objektsystem S_0 , das in mentaler Form vorhanden ist. Im nächsten Schritt wird S_0 unter Verwendung von Sprachkonstrukten formal im Modellsystem S_M abgebildet. Das Interesse der Gestaltung zielt auf die Gewährleistung von Struktur- und Verhaltenstreue der geschaffenen *Abbildungsrelation* zwischen Objekt- und Mo-

⁴⁰ Stachowiak, H. (1983), S. 118.

⁴¹ Vgl. z. B. Becker, J., Vossen, G. (1996), S. 19 sowie die im Folgenden differenziert angegebenen Quellen.

⁴² Vgl. Kosiol, E. (1961), S. 321, Kosiol, E. (1966), S. 209, Grochla, E. (1969), S. 383, Heinen, E. (1985), S. 155 ff., Baetge, J. (1974), S. 74, Busse von Colbe, W., Lassmann, G. (1991), S. 49, Kotler, P., Bliemel, F. (1999), S. 647. Zu einem Überblick vgl. im Folgenden auch die Ausführungen bei Schütte, R. (1998), S. 46 ff.

⁴³ Vgl. z. B. Adam, D. (1996), S. 60, Bamberg, G., Coenenberg, A. G. (1996), S. 12, Kotler, P., Bliemel, F. (1999), S. 221, Horváth, P. (2001), S. 101 f., der Heinen, E. (1985), S. 155 ff. und S. 213 ff. übernimmt. Auch praxisorientierte betriebswirtschaftliche Literatur ist zu nennen. Vgl. Schimitzek, P. (2001), S. 39 f.

⁴⁴ Vgl. Biskup, J. (1995), S. 39, Hesse, W. et al. (Teil 2) (1994), S. 98. Das Spektrum ist gegenüber der Betriebswirtschaft allerdings weniger eindeutig geprägt. Einen Überblick geben Floyd, C., Klischewski, R. (1998), S. 22 f.

⁴⁵ Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 19 f., Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (2001), S. 18 f., Krcmar, H. (2003), S. 20, Scheer, A.-W. (1998), S. 4, Alpar, P. et al. (2000), S. 20.

⁴⁶ Vgl. die im Kontext der vorliegenden Arbeit bedeutenden Ansätze bei Becker, J. (1995), S. 135, Priemer, J. (1995), S. 30 f., Nietsch, M. (1996), S. 104 ff., Remme, M. (1996), S. 36 ff., Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 17 ff., Hars, A. (1994), S. 7 ff. Auch das Verständnis der Fachgemeinschaft ist noch 1998 maßgeblich vom abbildungsorientierten Modellbegriff geprägt. Zu einer Studie vgl. Pohl, K., Schürr, A., Vossen, G. (1998).

dellsystem.⁴⁷ Besitzt jedes Element und jede Relation des Objektsystems eine Entsprechung im Modellsystem, die jedoch nicht eindeutig ist (1:n-Beziehung), wird die Relation *homomorph* genannt. Im theoretischen Fall einer einwertigen Beziehung (1:1-Relation) wird sie hingegen als *isomorph* bezeichnet.

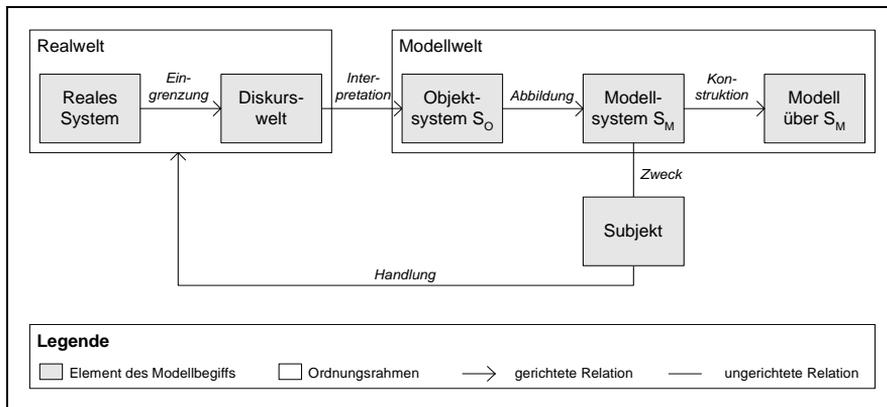


Abb. 2: Elemente des abbildungsorientierten Modellbegriffs⁴⁸

Trotz der weiten Verbreitung des abbildungsorientierten Modellbegriffs wird in der Literatur auf Schwächen des Ansatzes hingewiesen,⁴⁹ die auch in der Wirtschaftsinformatik zunehmend angemerkt werden.⁵⁰ Kritisiert wird die dem Modellbegriff zugrunde liegende wissenschaftstheoretische Erkenntnisposition. So wird herausgestellt, dass der abbildungsorientierte Modellbegriff eine naiv-realistische Erkenntnisposition voraussetzt, indem davon ausgegangen wird, es existiere eine Realwelt, deren Elemente uno acto wahrzunehmen seien.⁵¹ Im aufgeklärten Realismus wird dagegen die Auffassung vertreten, dass bereits die Wahrnehmung eines Sachverhalts eine konstruktive Erkenntnisleistung darstellt.⁵² Durch die Vernachlässigung einer solchen Leistung im Modellverständnis ergeben sich auch Konsequenzen für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen.

Die Prozessgestaltung hat zu berücksichtigen, dass das Objektsystem S_O möglicherweise nicht objektiv existiert, sondern erst durch die kognitive Wahrnehmung und Konstruktionsleistung eines Menschen erzeugt wird und somit subjektiv ist.⁵³ Die Betrachtung einer Abbildungsrelation zwischen Objekt- und Modellsystem trifft demnach nur die wahrgenommene Übereinstimmung, die ein explizites Modellsystem S_M gegenüber dem subjektiven Objektsystem S_O eines Menschen aufweist (subjektive Modellqualität). Die in der

⁴⁷ Vgl. auch Zelewski, S. (1999), S. 45, Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 18, Schütte, R., Becker, J. (1998), S. 2.

⁴⁸ Vgl. hierzu auch Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 19. Es finden sich auch engere Fassungen, in denen das Objektsystem bereits durch Eingrenzung des realen Systems entsteht sowie solche, in denen ein Original direkt durch das Modell abgebildet wird. Vgl. Steinmüller, W. (1981), S. 73-74, Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 20.

⁴⁹ Vgl. Zelewski, S. (1999), S. 45, so etwa in der Wissenschaftstheorie und den Naturwissenschaften. Vgl. Hägele, P. C. (2000), S. 17 ff., der sich auf Überlegungen stützt, die schon bei FREY zu finden sind, vgl. Frey, G. (1960), zit. bei Hägele, P. C. (2000), S. 17.

⁵⁰ Zur Vertiefung der Kritik am abbildungsorientierten Modellbegriff vgl. Schütte, R. (1998), S. 55-59 sowie die Ausführungen der Befürworter des konstruktionsorientierten Modellbegriffs in Fn. 54.

⁵¹ Vgl. Zelewski, S. (1999), S. 46, Schütte, R., Becker, J. (1998), S. 2.

⁵² Vgl. Zelewski, S. (1999), S. 46 f.

⁵³ Teilweise kommt dieser Aspekt auch bereits in Ansätzen zum Ausdruck, die ansonsten als abbildungsorientiert zu klassifizieren sind. So etwa auch bei KOSIOL, der von einem *adäquaten* Abbild der betrachteten Wirklichkeit spricht. Vgl. Kosiol, E. (1961), S. 321.

Wirtschaftsinformatik – wie auch in anderen Wissenschaften und praktischen Anwendungen – vorzufindende Situation fordert allerdings zumeist, dass sowohl in Konstruktions- als auch in Nutzungsprozessen mehrere Menschen mit dem gleichen Modell arbeiten (Modellstakeholder). In diesen Situationen kommt der Abstimmung der subjektiv empfundenen Objektsysteme $S_{o}^{\text{Stakeholder } 1}, \dots, S_{o}^{\text{Stakeholder } n}$ in Bezug auf das Modellsystem S_M eine besondere Bedeutung zu (intersubjektive Modellqualität).

Da die Notwendigkeit einer solchen Abstimmung im abbildungsorientierten Modellbegriff nicht zum Ausdruck gebracht wird, ist er zur Entwicklung eines Verständnisses über die Aufgaben der Gestaltung von Konstruktionsprozessen nur begrenzt geeignet. Viel versprechend erscheint diesbezüglich der konstruktionsorientierte Ansatz, der den Aspekt der Subjektivität der Wahrnehmung in den Modellbegriff einschließt.

2.1.1.3 Konstruktionsorientierter Modellbegriff

Im konstruktionsorientierten Modellbegriff wird der Subjektivität der Wahrnehmung Rechnung getragen.⁵⁴ Die Definition von SCHÜTTE, die insbesondere im Kontext der Referenzmodellierung stark beachtet wird, lautet wie folgt:

„Ein Modell ist das Ergebnis einer *Konstruktion eines Modellierers*, der für *Modellnutzer* eine Repräsentation eines Originals zu einer *Zeit* als relevant mithilfe einer *Sprache* deklariert. Ein Modell setzt sich somit aus der Konstruktion des Modellierers, dem Modellnutzer, einem Original, der Zeit und einer Sprache zusammen.“⁵⁵

Die Definition von SCHÜTTE betont den Abstimmungsbedarf zwischen einem Modellierer und einem Modellnutzer. Der Zusammenhang wird in Abb. 3 veranschaulicht und im Folgenden beschrieben.

Der Modellnutzer prägt durch seine Nutzungsabsicht die Anforderungen an das Modell, verfügt jedoch nicht über die Methodenkompetenz zur Konstruktion und beauftragt hierzu einen Modellierer. Da kein objektiver Ausgangspunkt der Konstruktion gegeben ist, entwickeln Modellierer und Nutzer subjektive Vorstellungen über die zu konstruierenden Sachverhalte als mentale Modelle. Im Rahmen der durch den Modellierer durchzuführenden Explikation, die die Verwendung einer Sprache erfordert, sind die Vorstellungen des Nutzers maßgebend. Hieraus resultiert ein intensiver Abstimmungsbedarf zwischen Modellierer und Nutzer.

⁵⁴ Die nachhaltige Einführung des konstruktionsorientierten Modellbegriffs in die wirtschaftsinformatische Literatur ist auf die Arbeit von SCHÜTTE zurückzuführen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 40-62, auch wenn entsprechende Hinweise bereits in früheren Beiträgen eingebracht wurden. Vgl. etwa Lehner, F. (Positionierung) (1995), S. 23 ff., Floyd, C., Klischewski, R. (1998), S. 23 f.

⁵⁵ Schütte, R. (1998), S. 59. Hervorhebungen sind aus dem Original übernommen worden. Ausgelassen wurden Fußnoten und ein Verweis auf das in Abb. 3 dargestellte Schema. Auf die in den Fußnoten getroffenen Aussagen wird in den folgenden Ausführungen eingegangen.

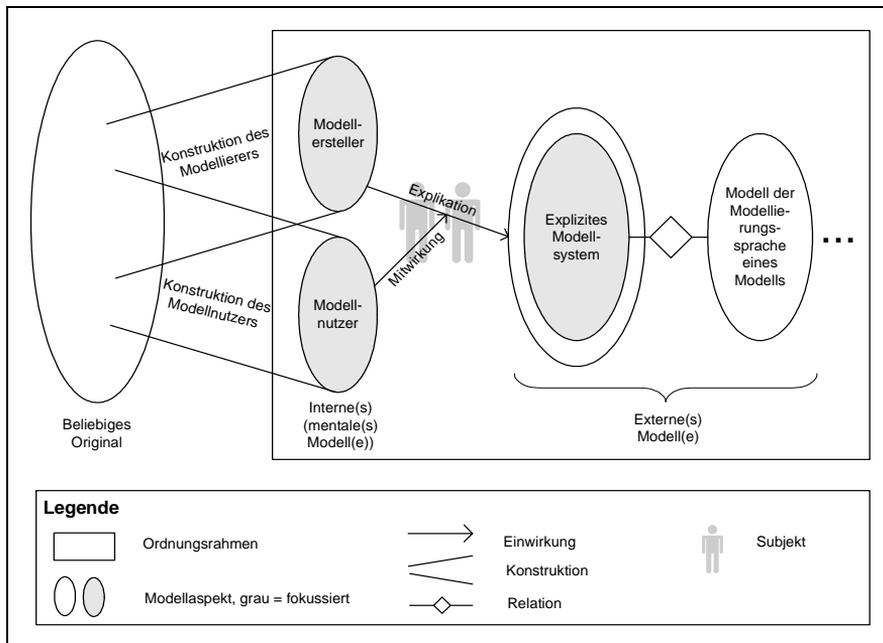


Abb. 3: Elemente des konstruktionsorientierten Modellbegriffs von SCHÜTTE⁵⁶

Der Modellbegriff von SCHÜTTE ist hilfreich, um den Aspekt der Konstruktionsorientierung gegenüber dem der Abbildungsorientierung anschaulich abzugrenzen.⁵⁷ Für die *Gestaltung* von Konstruktionsprozessen erweist sich die gefundene Definition allerdings als nur begrenzt geeignet. Während die *Konstruktionssituation* sehr eng gefasst wird, bleiben Fragen hinsichtlich des *Konstruktionsprozesses* offen.⁵⁸ Beide Aspekte sind im Folgenden kurz auszuführen.

Beschreibung des Konstruktionsprozesses

SCHÜTTE sieht ein Modell explizit als *Ergebnis* einer Konstruktion an. Für die Prozessgestaltung ist jedoch vornehmlich von Interesse, welche *Funktionen* zur Erzielung dieses Ergebnisses zu erbringen sind. Zur Beantwortung dieser Fragen liefert seine Definition jedoch keine konkreten Aussagen. Besondere Probleme ergeben sich in Bezug auf die Identifikation der Konstruktionsleistung und des Ausgangspunkts der Konstruktion.

Die Definition lässt nicht erkennen, worin die *Leistung* der Konstruktion besteht. Vermutlich sieht SCHÜTTE darin die Deklarationstätigkeit des Modellierers. Demnach stellt der Endzustand des Modells die sprachliche *Deklaration* der *Repräsentation* eines *Originals* dar. In den Ausführungen zur Definition weist SCHÜTTE allerdings ausdrücklich darauf

⁵⁶ Schütte, R. (1998), S. 61.

⁵⁷ Die Definition hat dazu beigetragen, dass in der jüngeren Literatur der Wirtschaftsinformatik zunehmend einem konstruktionsorientierten Verständnis gefolgt wird. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 7, Schlagheck, B. (2000), S. 53, Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 3, Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 4.

⁵⁸ So thematisiert auch MEISE Adaptionen des Modellbegriffs von SCHÜTTE, indem er unterschiedliche Konstellationen beteiligter Rollen und deren Besetzung unterscheidet. Behandelt werden die Identität und Trennung von Modellnutzer und Methodenexperte sowie die Involvierung von Fachexperten. Vgl. Meise, V. (2001), S. 48-52.

hin, dass sich die Konstruktion ausschließlich auf die *gedankliche Leistung* bezieht.⁵⁹ In seiner Definition fordert er jedoch, dass Modelle durch die Deklaration unter Verwendung einer *Sprache* entstehen.⁶⁰ Offensichtlich liegt hier ein Widerspruch vor. Zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen erscheint es vorteilhaft, sämtliche für die Fertigung des Modells relevanten Funktionen zu berücksichtigen und hierfür ein konsistentes Begriffssystem zu schaffen.

Ein weiteres Problem für die Gestaltung von Prozessen ergibt sich durch die Auffassung über den Ausgangspunkt des Konstruktionsprozesses – dem Original. SCHÜTTE weist explizit darauf hin, dass bewusst der allgemein gültige Terminus *Original* verwendet wird, um *keine* Aussagen über die Eigenarten des Modellierungsobjekts treffen zu müssen.⁶¹ Zudem wird auch betont, dass das Original ein *Problem* darstellt, um „[auf] diese Weise jede naiv-realistische Auffassung bereits mit der Definition [auszuschließen]“⁶².

Falls das Original *nicht* objektiv existiert, entwickelt es sich erst während des Konstruktionsprozesses. Folglich ist dessen Bildung erst nach Ablauf des Konstruktionsprozesses abgeschlossen. Das Original kann also nicht als Ausgangspunkt für den Prozess herangezogen werden. Wenn dem Prozess aber ein solcher Ausgangspunkt fehlt, muss jede Konstruktion ihr Original „in voller Tiefe“ bearbeiten. Zur Komplexitätsreduktion ist es jedoch hilfreich, Konstruktionsprozesse auf Vorwissen abzustützen. Die Konstruktion setzt dann an Repräsentationen von Aspekten *über* (gedachte) Originale an, durch die im Verlauf der Konstruktion *das* repräsentierte Original – das Modell im Sinne SCHÜTTES – geformt wird.

Beschreibung der Konstruktionssituation

Als problematisch für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen erweist sich auch die in der Definition von SCHÜTTE eingenommene Perspektive. Im Vergleich zu anderen Ansätzen wird eine ausdrückliche Beschreibung der *Situation* der Konstruktion vorgenommen, die – als Bestandteil der Definition – für sämtliche Modelle konstituierend ist. Eine derartige Beschreibung erweist sich in zweierlei Hinsicht als kritikwürdig: Mit dem Zeitbezug und der Sprachanwendung werden spezifische Merkmale aufgenommen, die weder im allgemeinen Modellbegriff generisch enthalten sind, noch aus der Subjektivität der Wahrnehmung ableitbar sind. Ein Zeitbezug ist nicht spezifisch. Er ist vielmehr für *sämtliche* Zustände und Zustandsveränderungen in Prozessen bei Gestaltungen bedeutsam.⁶³ Schwerwiegender als der Zeitaspekt ist die Forderung, für *sämtliche* Modelle die Explikation mit

⁵⁹ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 60. Diesen Standpunkt verdeutlicht auch SCHÜTTES Kritik an den Ansätzen von BECKER/HOLTEN und HAMMEL/SCHLITT/WOLF. Indem sie die Konstruktion auf den Vorgang der Explikation des internen Modells beziehen, verkennen sie nach SCHÜTTE das Wesentliche des konstruktionsorientierten Modellbegriffs – die konstruktive Erkenntnisleistung des Subjekts. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 60. In gleicher Weise wie bei BECKER/HOLTEN und HAMMEL/SCHLITT/WOLF reduzieren auch SCHLAGHECK und CONERS/ GROB die Konstruktion auf die Explikation des mentalen in das formale Modell. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 55 f. in Verbindung mit Schlagheck, B. (2000), S. 53, insbes. Fn. 262, Coners, A., Grob, H. L. (2001), S. 5 f.

⁶⁰ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 60.

⁶¹ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 59, Fn. 106.

⁶² Schütte, R. (1998), S. 61. Der Begriff des Problems ist im wissenschaftstheoretischen Sinne zu verstehen. „Ein Problem entsteht, wenn man sich in einer sog. Problemsituation befindet, d. h. wenn man ein Ziel zu erreichen strebt.“, Materna, P. (1980), S. 511. Es besteht weitgehend Konsens, dass Probleme ein Ausgangspunkt für Erkenntnisse sind. Vgl. Popper, K. R. (1996), S. 15 ff. Gleichwohl ist zu betonen, dass in der Konstruktion von Modellen die *Problemlösung* intendiert wird.

⁶³ Bestätigt wird dieses dadurch, dass sprachlich nicht eindeutig ist, ob sich der Zeitbezug auf die *Relevanz* oder die *Deklaration* bezieht. Im erstgenannten Fall impliziert bereits die Pragmatik einen Zeitbezug. In beiden Fällen ist zudem ein Zeitraumbezug zu berücksichtigen.

einer Sprache vornehmen zu wollen:⁶⁴ Gerade die konstruktionsorientierte Sichtweise betont schließlich die Bedeutung *mentaler Modelle*.⁶⁵

Die besonders konkrete Beschreibung der Konstruktionssituation vermittelt zudem den Eindruck von Vollständigkeit. Während dabei Aspekte der Subjektivität übergewichtig betont werden, bleiben andere Problemfelder allerdings unerwähnt (z. B. Evolutionsbeziehungen). Selbst wenn diese Einengung nicht intendiert sein dürfte, so verstellt sie doch den Blick auf die faktisch gegebene Vielschichtigkeit von Konstruktionsprozessen.⁶⁶ In seinem Modellbegriff geht es um *eine* Konstruktion zu *einer* Zeit und in *einer* Sprache.⁶⁷

Die Definition von SCHÜTTE weist darauf hin, dass in der Konstruktion von Modellen Aspekte der Subjektivität der Wahrnehmung zu berücksichtigen sind. Für die Problemstellung, wie Konstruktionsprozesse zu gestalten sind, um diese Anforderungen zu berücksichtigen, liefert sie kaum Anhaltspunkte. Für diese Zielsetzung wird nachfolgend eine konstruktionsprozessorientierte Sichtweise auf den Modellbegriff eingenommen.

2.1.2 Konstruktionsprozessorientierte Interpretation des allgemeinen Modellbegriffs

2.1.2.1 Konstruktionsprozessorientiertes Grundmuster

In der Wirtschaftsinformatik werden Modelle als Grundlage der intersubjektiven Kommunikation über Informationssysteme verwendet.⁶⁸ Für die Entwicklung von Gestaltungsansätzen zur Konstruktion von Modellen ist daher die Beachtung der Subjektivität der Wahrnehmung essenziell. Der konstruktionsorientierte Modellbegriff von SCHÜTTE wirft jedoch nicht nur vereinzelt Gestaltungsfragen auf, sondern prägt insbesondere die Vorstellung einer isolierten Konstruktionssituation. Während die Definition dort eine Beschreibung der *Situation* vornimmt (situationsorientiert), wird hier primär der *Prozess* der Konstruktion in den Mittelpunkt der Betrachtung gerückt (prozessorientiert). Hierbei fließen

⁶⁴ Über den Wortlaut in der Definition hinaus wird diese Forderung auch explizit betont. SCHÜTTE begründet sie damit, der Gefahr eines Homonyms zum impliziten Modell vorzubeugen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 60.

⁶⁵ Obwohl mentale Modelle im Vorfeld der Explikation liegen, stellen sie Modelle dar und werden auch als solche bezeichnet. So verwendet auch SCHÜTTE in der Erklärung seines Ansatzes wesentlich die Begriffe des internen und mentalen Modells, die damit aber keine Modelle darstellen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 59 ff. Dieses verdeutlicht auch, dass die Eingrenzung des Modellbegriffs auf explizit formulierte Modelle über die konzeptionelle Problematik hinaus schlicht dem Sprachgebrauch im Kontext der Modellkonstruktion widerspricht und damit inadäquat ist.

⁶⁶ Beleg dafür ist auch, dass sich die bisherigen Gestaltungsansätze den hieraus resultierenden Anforderungen sowie Gestaltungspotenzialen weitgehend verschließen. Wie gezeigt wird, ist dieses insbesondere in den – auch auf dem Begriff von SCHÜTTE aufbauenden – Arbeiten zur Referenzmodellierung der Fall. Die begrenzte Eignung seines Ansatzes für die hier eingenommene gestaltungsorientierte Perspektive verdeutlicht auch die Konkretisierung der Definition, ein Modell setze sich aus der Konstruktion des Modellierers, dem Modellnutzer, einem Original, der Zeit und einer Sprache zusammen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 59.

⁶⁷ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 59. Zugleich wird sprachlich *ein* Modellierer gegenüber mehreren Modellnutzern differenziert. Wenn auch explizit darauf hingewiesen wird, dass auch mehrere Subjekte als abstraktes Subjekt (z. B. ein Unternehmen) auftreten können, bringt die Definition dieses nicht zum Ausdruck. Als Bestandteil des Modells wird indes nur ein Modellnutzer berücksichtigt. Vgl. Schütte, R. (1998).

⁶⁸ Dieses belegt nicht nur der Befund an wissenschaftlichen und praktischen Arbeiten. Modellbasierte Untersuchungsmethoden sind auch bereits im wissenschaftlichen Ansatz der Wirtschaftsinformatik begründet. Vgl. hierzu Ferstl, O. K. (1995), S. 13 f., Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (2001), S. 18. Gestützt wird dieses auch durch die hohe Akzeptanz des konstruktionsorientierten Modellbegriffs in jüngeren Arbeiten zur Wirtschaftsinformatik. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 52 f., Schwegmann, A. (1999), S. 7 f.

in den Prozess die für die Konstruktion von Modellen spezifischen Aspekte ein. Außerdem ist der Prozess als Strukturmuster in besonderem Maße geeignet, sowohl eine Konkretisierung der Konstruktion im Innenverhältnis als auch ihre differenzierte Fortsetzung im Außenverhältnis unter Berücksichtigung variierender Situationen vorzunehmen. Zur Einführung wird der Modellbegriff auf die Merkmale des allgemeinen Modellbegriffs nach STACHOWIAK zurückgeführt und konstruktionsprozessorientiert interpretiert.⁶⁹ Den Ausgangspunkt hierfür bilden folgende Definitionen, in denen das Verkürzungs- und Abbildungsmerkmal sowie das pragmatische Merkmal zum Ausdruck gebracht werden:⁷⁰

Ein Modell ist die Verdichtung von Wahrnehmungen zu Inhalten eines Gegenstands,⁷¹ um auf diese Weise einem spezifischen Zweck zu dienen. Die Gestaltung von Modellen erfolgt in Konstruktionsprozessen.

Die Definition lässt offen, was wahrgenommen wird. Insbesondere können auch Modelle selbst den Ausgangspunkt der Wahrnehmung bilden. Zur Entwicklung eines Verständnisses über den Zusammenhang zwischen mehreren Modellen in Konstruktionsprozessen wird der Begriff des Originals anhand der Begriffe des *Gegenstands* und des *Inhalts* differenziert.⁷² Der Gegenstand kennzeichnet das Modell im Außenverhältnis und dient damit zu dessen Differenzierung gegenüber anderen Wahrnehmungen. Umgangssprachlich kennzeichnet er somit das „Was?“ des Modells. Inhalte konkretisieren den Gegenstand im Innenverhältnis und beschreiben somit das „Wie?“ des Modells. Im Verhältnis zueinander bildet der Gegenstand demnach eine Art flexible *Hülle* des Inhalts. Faktisch konstituiert jeder Inhalt zugleich einen Gegenstand, und umgekehrt existiert zu jedem Gegenstand zumindest die Vorstellung über Inhalte, die ihn konkretisieren. Eine Variation des Inhalts führt somit zugleich zu einer Variation des Gegenstands. Die Wahrnehmung einer solchen Variation ist abhängig von subjektiven Toleranzgrenzen, in denen Subjekte auch bei Änderungen des Inhalts den gleichen Gegenstand ausgrenzen.

Konstruktionsprozesse sind als spezielle Prozesse einzuführen. Hierzu ist zunächst der Prozessbegriff zu klären:⁷³

⁶⁹ Diese Gemeinsamkeiten werden von vielen Autoren nicht aufgezeigt. Hingegen wird suggeriert, beide Begriffe seien vollständig konkurrierend. Die Ähnlichkeit begründet sich auch in der Verwendung gemeinsamer Strukturmuster der allgemeinen Modelltheorie nach STACHOWIAK. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 41-45. So ist auch davon auszugehen, dass die „Nutzer“ des abbildungsorientierten Modellbegriffs nicht bewusst Anhänger der naiv-realistischen erkenntnistheoretischen Grundposition sind. Hingegen dürfte der Aspekt der Subjektivität entweder nicht gesehen oder im Zuge der Komplexitätsreduktion des Modellbegriffs selbst als nicht relevant angesehen worden sein. Die insgesamt geringe Auseinandersetzung mit dem Modellbegriff zeigt dies. Keine Einführung findet sich etwa bei Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002).

⁷⁰ Der Begriff der Abbildung ist hier im Sinne STACHOWIAKS zu verstehen – nicht in dem des abbildungsorientierten Modellbegriffs. Auch STACHOWIAK betont, dass die Wirklichkeit zu *konstruieren* ist. Vgl. Stachowiak, H. (1983), S. 129.

⁷¹ Die Differenzierung zwischen Inhalt und Gegenstand wird vor dem Hintergrund der Ausführungen zum Begriff des *Originals* im konstruktionsorientierten Modellbegriff vorgenommen. In Arbeiten zur Modellierung wird sie oft intuitiv vollzogen, insbesondere auch dann, wenn die explizite Begriffseinführung dieses nicht vorsieht. Vgl. Floyd, C., Klischewski, R. (1998), S. 22 ff.

⁷² Die Probleme, die der Begriff des Originals aus Sicht der Prozessgestaltung aufwirft, sind in der Untersuchung des Modellbegriffs von SCHÜTTE ausgeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 2.1.1.3 dieser Arbeit.

⁷³ Der Prozessbegriff wird in der Literatur sehr uneinheitlich eingeführt. Hier wird grundsätzlich dem Ansatz von BECKER/ROSEMANN/SCHÜTTE gefolgt, der sich durch den *Objektbezug* für die Konstruktion von Prozessen als günstig erweist. Vgl. Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R. (1995), S. 439, Becker, J. (IM) (1996), S. 105, Becker, J. (HIS) (1996), S. 43, Becker, J. (Architektur) (1996), S. 5, Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 52-53, Becker, J., Vossen, G. (1996), S. 19. Definitionen in diesem Sinne finden sich auch bei Krüger, W. (1994), S. 581, Grob, H. L., Volck, S. (1995), Schütte, R. (1998), S. 100, Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 49.

*Ein Prozess ist die inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Funktionen, die zur Bereitstellung eines prozessprägenden Objekts in einem spezifizierten Endzustand notwendig sind.*⁷⁴

Das durch den Prozess bereitzustellende Objekt in seinem geplanten Endzustand kennzeichnet diesen hinsichtlich seines Zwecks und wird als Prozessobjekt bezeichnet (Objektbezug). Weitere Objekte kommen hinzu, die als Input in den Prozess einfließen und als Output⁷⁵ bereitgestellt werden. Funktionen nehmen jeweils Zustandsveränderungen von Objekten vor. Sie sind damit nicht immer am Prozessobjekt selbst, sondern auch an den entlang der Wertschöpfungskette relevanten Objekten zu vollziehen. Die Spezifikation des Endzustands erfolgt nach Maßgabe der geplanten Objektnutzung (Kundenbezug).⁷⁶ Zur Institutionalisation von Prozessen wird eine hinsichtlich der Zustandsfolge ganzheitliche Übertragung von Aufgabe, Verantwortung, Kompetenz und Information an einen Prozess-eigner verfolgt (Mitarbeiterbezug).⁷⁷ In diesem Sinne sind Konstruktionsprozesse wie folgt zu konkretisieren.

Ein Konstruktionsprozess (ausführlich: Modellkonstruktionsprozess) ist ein spezieller Prozess, dessen Prozessobjekt ein Modell darstellt, das innerhalb der Funktionsfolge selbst eine wesensgestaltende⁷⁸ Zustandsveränderung erfährt.

In den Begriff des Konstruktionsprozesses fließen somit Bestandteile des Modell- und Prozessbegriffs ein, anhand derer die mit der Konstruktion von Modellen zu leistende Aufgabe erklärt wird. Die Zusammenhänge werden in Abb. 4 veranschaulicht und im Folgenden ausgeführt: Im Zuge eines Konstruktionsprozesses ist ein Modell zu erzeugen⁷⁹ und in einen Zustand zu überführen, der einem spezifischen Modellzweck gerecht wird.⁸⁰ Der Modellzweck wird auf pragmatischer Ebene definiert und leitet sich aus der Verwendungsrichtung des Modells ab. Einflussfaktoren auf den Modellzweck wirken aus unter-

⁷⁴ Die hier verwendete Definition lehnt sich stark an BECKER/KAHN an. Vgl. Becker, J., Kahn, D. (2002), S. 6. Zur Übertragung des Begriffs auf den hier vorliegenden Kontext werden jedoch einige Anpassungen vorgenommen: Die Einschränkung auf *betriebswirtschaftliche* Objekte wird aufgegeben. Anstelle der *Bearbeitung* dieses Objekts wird hier die *Bereitstellung* des prozessprägenden Objekts in einem spezifizierten Zustand gesetzt. Hiermit wird einerseits ausgedrückt, dass das Objekt in dem Prozess auch erzeugt werden kann und andererseits die Zielausrichtung des Prozesses betont. Von den bei BECKER/KAHN synonym verwendeten Bezeichnungen der *Aktivität* und der *Funktion* wird hier die Funktion verwendet. Der Funktionsbegriff ist kompatibel zu den folgenden Ausführungen, in denen er auch eine Konkretisierung aus Sicht der Systemtechnik und Organisationslehre erfährt.

⁷⁵ Outputobjekte, die neben dem Prozessobjekt bestehen, sind insbesondere Kuppelprodukte. Je nach Anschauung zählen hierzu z. B. auch Emissionen.

⁷⁶ Der Kundenbezug wird z. B. im Management und Controlling betont, da aus ihm insbesondere Anforderungen an die Prozessgestaltung sowie Bewertungsansätze abzuleiten sind. Vgl. Hammer, M., Champy, J. (1994), S. 52, Scholz, R., Vrohling, A. (Transparenz) (1994), S. 22-23, Datar, S. M., Foster, G., Horngren, C. T. (2000), S. 8 sowie Görgens, J. (1995), S. 31. Ausgehend von dem objektbezogenen Verständnis wird der Kundenbezug durch den Endzustand konkretisiert, in dem das Objekt bereitzustellen ist.

⁷⁷ Ein Mitarbeiterbezug wird z. B. in Arbeiten zum Qualitätsmanagement betont. Vgl. Juran, J. M. (1993), S. 37-38, Kinlaw, D. C. (1992), S. 20-21 sowie McCarthy, D. J., Millen, R. A. (1995), S. 163. Die Überlegungen werden hier ausgehend vom Objektbezug des Prozessmodellbegriffs unter Berücksichtigung des Kongruenzprinzips der Organisationsgestaltung konkretisiert, das hier um die Information ergänzt wird. Ursprünglich wird die Übereinstimmung in diesem Prinzip nur auf Aufgabe, Kompetenz und Verantwortung begrenzt. Vgl. Reiß, M. (1982), Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 143.

⁷⁸ Ohne den Aspekt der Wesensgestaltung könnte die Bereitstellung auch in logistischen Vorgängen bestehen, die Zustandsveränderungen von z. B. Verfügungs- und Ortsangaben betreffen.

⁷⁹ In Abhängigkeit des Ausmaßes, in dem in der Konstruktion vorhandene Modelle genutzt werden können, liegen unterschiedliche Innovationsgrade der Erzeugung vor. Vor dem Hintergrund der konstruktionsorientierten Anschauung beginnt jedoch jede Konstruktion mit der Erzeugung eines auf den Modellzweck ausgerichteten mentalen Modells.

⁸⁰ Die Orientierung am Modellzweck ersetzt die Orientierung am Problem. Der Modellzweck besteht diesbezüglich in der Lösung eines wahrgenommenen Problems, vgl. auch Frank, U. (Modelle) (2000), S. 4.

schiedlichen Sichten. Typischerweise können sach-, subjekt-, umfeld- und konstruktionsbedingte Faktoren des Modellzwecks unterschieden werden.⁸¹

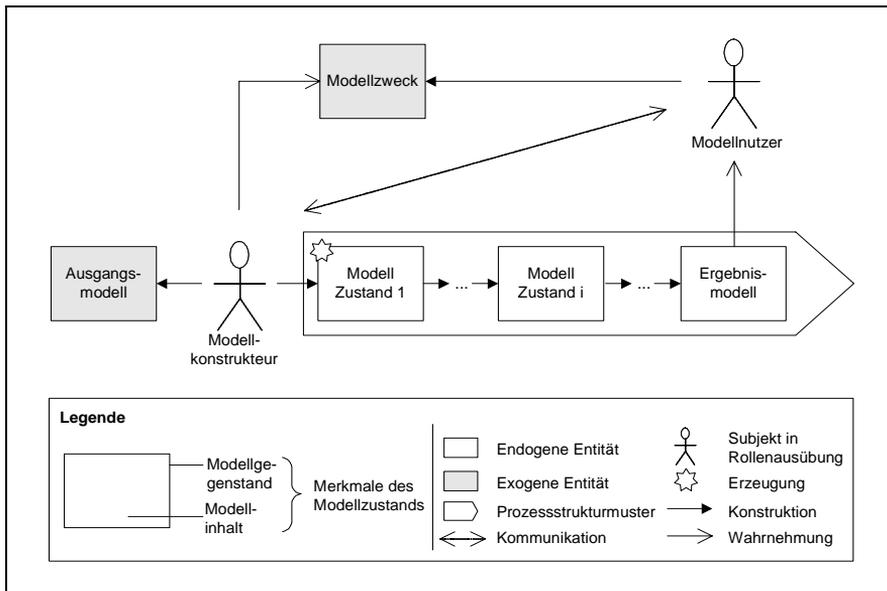


Abb. 4: Elemente des konstruktionsprozessorientierten Modellbegriffs

Im Verlauf des Prozesses liegt das Modell in unterschiedlichen Zuständen vor, die durch die Funktion des Prozesses – entsprechend ihrer zeitlichen und sachlogischen Folge – erzeugt werden. In jedem Zustand werden jeweils spezifische Wahrnehmungen zu Inhalten eines Gegenstands verdichtet, sodass Gegenstand und Inhalt konstituierende Zustandsmerkmale des Modells sind.⁸² Weitere Merkmale, deren Ausprägungen das Modell charakterisieren, können hinzukommen. Sie können somit insbesondere zur Bildung von Modelltypen herangezogen werden.

Die Differenzierung von Modellzuständen zeigt, dass entlang eines Konstruktionsprozesses unterschiedliche Gegenstände und Inhalte und somit auch unterschiedliche Modelle relevant sind. Entlang der Folge von Zustandsveränderungen liegen Evolutionsbeziehungen zwischen diesen Modellen vor, die systematischerweise dadurch entstehen, dass die in vorangegangenen Funktionen als Output konstruierten Modellzustände in sich anschließenden Funktionen als Input genutzt werden. Signifikant sind hierbei Modelle, die den Ausgangspunkt und das Ergebnis des Konstruktionsprozesses darstellen. Terminologisch

⁸¹ Auf diese Weise werden sämtliche Anforderungen an den Konstruktionsprozess im *Modellzweck* zusammengefasst. Subjektbedingte Faktoren bilden den Einfluss, der sich durch Verwendung des Modells durch ein spezifisches Subjekt ergibt (z. B. persönliche Präferenzen). Umfeldbedingte Einflüsse bestehen ausgehend von dem Kontext, in dem das Modell verwendet wird (z. B. Modellierungskonventionen eines Projekts), konstruktionsbedingte Faktoren ergeben sich aus der mit dem Modell verfolgten Verwendungsabsicht in Konstruktionsprozessen (z. B. Wiederverwendung). Sachbedingte Faktoren wirken demgegenüber von den übrigen Einflüssen weitgehend unabhängig.

⁸² Eine Beschreibung von Inhalten über einen Gegenstand ist auch dann ein Modell, wenn diese die Zwecke eines Subjekts verfehlt. Entsprechend ist das Prozessobjekt des Konstruktionsprozesses auch in Zuständen, die vom Modellnutzer noch nicht als Endzustände deklariert werden, als Modell zu bezeichnen. Die Nützlichkeit für Zwecke eines Subjekts wird damit nicht als konstitutive Eigenschaft eines Modells, sondern vielmehr als Ziel des Konstruktionsprozesses angesehen. Dieses Ziel muss nicht in jedem Fall erreicht werden.

werden sie als Ausgangs- und Ergebnismodell respektive als Ausgangs- und Ergebnisgegenstand sowie -inhalt bezeichnet.

Die Rollen des Modellkonstruktors und -nutzers sind als Prozesseigner und -kunde zu interpretieren. Wegen der zur Konstruktion notwendigen Kreativität wird davon ausgegangen, dass die Rollen durch *Menschen* ausgeführt werden.⁸³ Jeder Funktion, an der sie beteiligt sind, geht somit eine subjektive Wahrnehmung voraus, die die durch den konstruktionsprozessorientierten Modellbegriff signalisierten Probleme birgt. Werden die Rollen *nicht* in Personalunion ausgeführt, sind zwischenmenschliche Abstimmungsprozesse notwendig. Diese Abstimmungen erfolgen in der Kunden-Lieferanten-Vereinbarung, an die aufgrund divergenter Wahrnehmungen besondere Anforderungen gestellt werden.⁸⁴

Die Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen bilden zugleich den Ausgangspunkt für die *Bewertung* von Konstruktionsprozessen. In Analogie zum Prozesscontrolling sind für die folgenden Untersuchungen die Modellqualität sowie die Effizienz und Effektivität von Konstruktionsprozessen relevant. Die *Modellqualität* ist die durch den Endzustand des Konstruktionsprozesses gegebene Beschaffenheit des Modells.⁸⁵ Ihre Spezifikation nach dem Kundenbezug bildet die *Sollqualität*, der die *Istqualität* nach realisierter Prozessausführung gegenüberzustellen ist.⁸⁶ Das Ausmaß, in dem die durch den Prozess realisierte Istqualität der Sollqualität entspricht, bildet die *Effektivität* des Prozesses. Die Wirtschaftlichkeit dieses Vorgehens im Sinne des Verhältnisses von Prozess-Input zu -Output kennzeichnet die *Effizienz* des Konstruktionsprozesses.⁸⁷ Die Summe der bewerteten Inputfaktoren stellt die Kosten des Konstruktionsprozesses dar (Konstruktionskosten). Zugleich sind sämtliche Prozessmerkmale zeitvariant, wobei insbesondere die beabsichtigte Nutzung einen Zeithorizont und jeder einzelne Zustand einen Gültigkeitszeitraum besitzt. Die Konstruktionszeit ist die Dauer vom Eintreten des Anfangszustands bis zum Eintreten des Endzustands des Modells entlang des Prozesses.

⁸³ Es existieren auch Konstruktionsprozesse, die automatisiert durchgeführt werden. Zu nennen sind etwa Verfahren des Knowledge Discovery in Databases (KDD), in denen auch Strukturen erkannt werden. Vgl. zum KDD-Prozess Bensberg, F. (2001), S. 70 ff. Auch in diesen Konstruktionsprozessen erfolgt die Konstruktion nicht subjektunabhängig. Vielmehr ist diese von Subjekten vorgestaltet und wird lediglich automatisiert durchgeführt. Zur Konfiguration und Anwendung von Verfahren zur Mustererkennung vgl. Bensberg, F. (2001), S. 79 ff. Auch die Entwicklung geeigneter Algorithmen ist als Gestaltung des Konstruktionsprozesses anzusehen.

⁸⁴ Die prozessorientierte Interpretation veranschaulicht aber auch, dass *jedem* Prozess, in dem die Rollen des Kunden und Lieferanten mit Menschen besetzt sind, dem Verhalten subjektive Wahrnehmung vorausgeht. So z. B. auch bei Prozessen industrieller Produktion. Der Einfluss der Subjektivität steigt mit abnehmender Materialität und Standardisierung des Prozessobjekts.

⁸⁵ Der Qualitätsbegriff stammt ursprünglich aus dem Bereich industrieller Produktion und meint hier die technische Einhaltung von vorher festgelegten Spezifikationen eines Produkts in vorgegebenen Toleranzen. Vgl. z. B. Wildemann, H. (Hrsg.) (1994), S. 1. In der betriebswirtschaftlichen Literatur hat der Begriff jedoch auch zum Teil starke Ausweitung erfahren. Zu Entwicklungsphasen vgl. Garvin, D. A. (1984), S. 26 ff., Bühner, R. (1999), S. 351-353, Wildemann, H. (Hrsg.) (1994), S. 3-5. Einen Überblick zu Definitionen geben Malorny, C., Kassebohm, K. (1994), S. 67 ff., Gregory, M., Neely, A., Platts, K. (1995), S. 84-85. Da eine sehr starke Ausweitung des Qualitätsbegriffs im Sinne des Total Quality Management wenig operational ist, wird der Begriff insbesondere für Bewertungszwecke auf die Beschaffenheit des Outputs zurückgeführt. Vgl. auch Scholz, R., Vrohings, A. (Transparenz) (1994), S. 73, Wildemann, H. (1994), S. 230.

⁸⁶ Nach der Lehre von TAGUCHI (statische Versuchsplanung) ist eine Entsprechung von Soll- und Istqualität anzustreben. Demnach werden insbesondere auch „Übererfüllungen“ des Ziels als Verschlechterung des Ergebnisses gewertet. Vgl. Taguchi, G. (1980), S. 23. Eine Thematisierung von Anspruchsniveaus in Investitionsentscheidungen wird im Preis-Leistungsmodell von GROB vorgenommen, das sich zur Investitionsrechnung für Informations- und Kommunikationssysteme eignet. Vgl. Grob, H. L. (1989), S. 335 ff. sowie Grob, H. L. (2000).

⁸⁷ Zu den allgemeinen Begriffen der Effektivität und Effizienz vgl. z. B. Scholz, C. (1992), Sp. 533. Anschaulich bringt den Zusammenhang die Differenzierung in der angloamerikanischen Literatur zum Ausdruck. Demnach wird Effektivität als „doing the right thing“ und Effizienz als „doing the things right“ eingeführt. Vgl. Drucker, P. F. (1974), S. 45, Scholz, C. (1992), Sp. 533.

Zur Beschreibung eines abstrakten Strukturmusters für Konstruktionsprozesse ist ein „Ein-Prozess-Fall“ betrachtet worden, in dem ein Prozess zwischen einem Konstrukteur und einem Nutzer auszuführen ist und in dem sowohl der Modellzweck als auch das Ausgangsmodell als exogene Größen gegeben waren – ungeachtet der Frage ihrer Entstehung. Sowohl die Erkenntnisse des konstruktionsorientierten Modellbegriffs als auch die in der Wirtschaftsinformatik zur Gestaltung von Informationssystemen zu behandelnden Konstruktionen zeigen jedoch, dass faktisch eine komplexere Situation vorliegt. In der konstruktionsprozessorientierten Sichtweise kann diese Komplexität durch Erweiterungen des Strukturmusters berücksichtigt werden.

2.1.2.2 Prozess- und modelltypische Erweiterungen

Das Strukturmuster für Konstruktionsprozesse kann hinsichtlich typischer Merkmale sowohl des Prozess- als auch des Modellbegriffs erweitert werden. Die Grundlage der Erweiterungen ist durch die Möglichkeit zur Bildung von Prozessstrukturen gegeben. Konstruktionsprozessstrukturen entstehen durch Relationen zwischen Prozessen. Ausprägungsmöglichkeiten für Strukturen ergeben sich sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung.⁸⁸ Vertikal können Aggregationen und Disaggregationen zwischen Prozessen gebildet werden, indem Funktionen durch Prozesse detailliert oder Prozesse über Funktionen in übergeordneten Prozessen koordiniert werden. Horizontal werden Prozesse in Kunden-Lieferanten-Beziehungen angeordnet, in denen sie als Input- und Outputobjekte Modelle übergeben.

Im Folgenden werden Prozessstrukturen beschrieben, mit denen typische Aspekte der Konstruktion von Modellen transparent werden. Sie betreffen die Erklärung des Außenverhältnisses eines Konstruktionsprozesses in Bezug auf den Modellzweck und das Ausgangsmodell sowie die Differenzierung typischer Teilprozesse im Innenverhältnis.

Erweiterungen von Konstruktionsprozessen im Außenverhältnis

Nach dem konstruktionsorientierten Modellverständnis ist zu berücksichtigen, dass auch Ausgangsmodelle und Modellzwecke nicht per se existieren, sondern selbst als Ergebnis von Konstruktionsprozessen – und damit als Modelle – zu interpretieren sind. Die sich in einer solchen Betrachtungsweise ergebende Prozessstruktur wird in dem in Abb. 5 dargestellten Beispiel veranschaulicht: Ein Modell M1 ist für die Zwecke des Nutzers N1 durch Konstrukteur K1 zu erzeugen. Konstrukteur K1 nimmt den Modellzweck Z1 wahr, beschreibt als relevant erachtete Inhalte und stützt sich dabei auf Vorstellungen über den als relevant erachteten Gegenstand G1. Modellzweck Z1 ist selbst Ergebnis eines Konstruktionsprozesses, der von Modellnutzer N1 als Modellkonstrukteur K2 gestaltet wird. Auch diese Konstruktion setzt an Vorstellungen an – hier vertreten durch den Gegenstand G2 –, die den Ausgangspunkt von Transformationen bilden und schließlich als Ergebnismodell den Modellzweck liefern.

Ebenso ist in dem dargestellten Beispiel der Gegenstand des Ausgangsmodells G1 das Ergebnis eines vorgelagerten Konstruktionsprozesses durch Konstrukteur K3, der den für den Modellzweck Z1 als relevant erachteten Gegenstand G1 als Modellinhalt I3 ausgrenzt und dabei selbst auf einen Gegenstand G3 Bezug nimmt. Der Zweck Z3 ist wiederum Konstruktionsergebnis des Modellkonstruktors K1, zugleich Modellnutzer N3. Ausgangspunkt dieses Konstruktionsprozesses ist der wahrgenommene Modellzweck Z1. Modellge-

⁸⁸ Diese Prozessbeziehungen werden aufgrund ihrer Allgemeingültigkeit hier nicht redundant vorgestellt. Innerhalb des objektbezogenen Prozessmodellbegriffs sind Dekompositionen anhand der Strukturbeziehungen von Prozessobjekten zu konkretisieren. Vgl. z. B. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 76 ff.

genstand G2 und G3 sowie der Modellzweck Z3 bleiben in dieser Betrachtung exogene Entitäten.

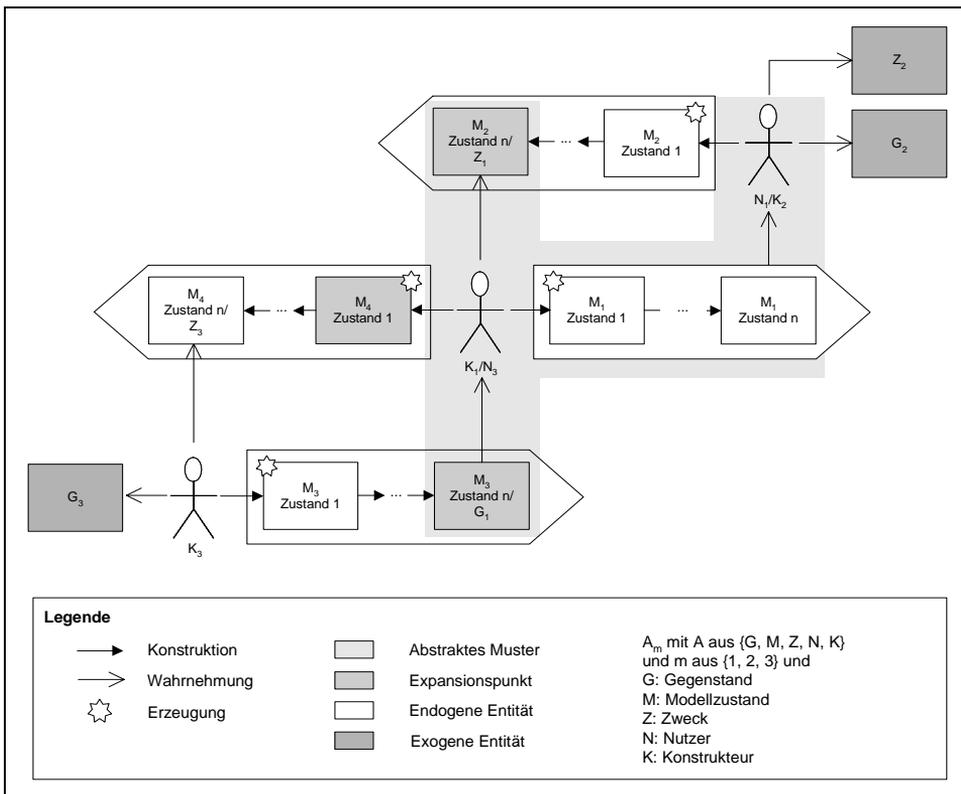


Abb. 5: Erweiterung des Modellbegriffs um angrenzende Konstruktionsprozesse

Erweiterungen von Konstruktionsprozessen im Innenverhältnis

Konstruktionsprozesse können in Teilprozesse disaggregiert werden, in denen jeweils spezifische Aspekte von Modellen gefertigt werden. Diese Teilprozesse sind jeweils selbst als Konstruktionsprozesse zu interpretieren, da auch mit ihnen Wahrnehmungen zu Inhalten eines Gegenstands verdichtet werden. Dabei wird der Zweck verfolgt, den jeweils aspektspezifischen Beitrag zum (übergeordneten) Modell zu liefern. Aus der Vielzahl möglicher Prozesse können drei für die Konstruktion von Modellen wesentliche Typen von Konstruktionsprozessen identifiziert werden, die in einer ebenfalls typischen Beziehung zueinander stehen. Insgesamt ergibt sich der in Abb. 6 dargestellte Standardprozess zur Konstruktion von Modellen.⁸⁹

⁸⁹ Die Darstellung verwendet die Sprache der erweiterten Ereignisgesteuerten Prozesskette (eEPK). Vgl. Keller, G., Nüttgens, M., Scheer, A.-W. (1992), Hoffmann, W., Kirsch, J., Scheer, A.-W. (1993). Zur Einführung als Darstellungstechnik der Referenzmodellierung vgl. Kapitel 4.3.3.2 dieser Arbeit. Der gesamte Prozess ist an die Zwecke des Nutzers des explizierten Modells auszurichten (Merkmal Modellzweck). Innerhalb der einzelnen Teilprozesse wird der Zweck konstruktionspezifisch konkretisiert. So ist etwa im Teilprozess Inhalt darstellen die Methodenkompetenz des Nutzers zu berücksichtigen. Zur Kennzeichnung dieser Spezialisierungsbeziehung wird bei der Benennung des speziellen Merkmals die Bezeichnung des generellen Merkmals wiederholt (Merkmal Modellzweck Darstellung). Vgl. zu dieser Konvention z. B. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 129.

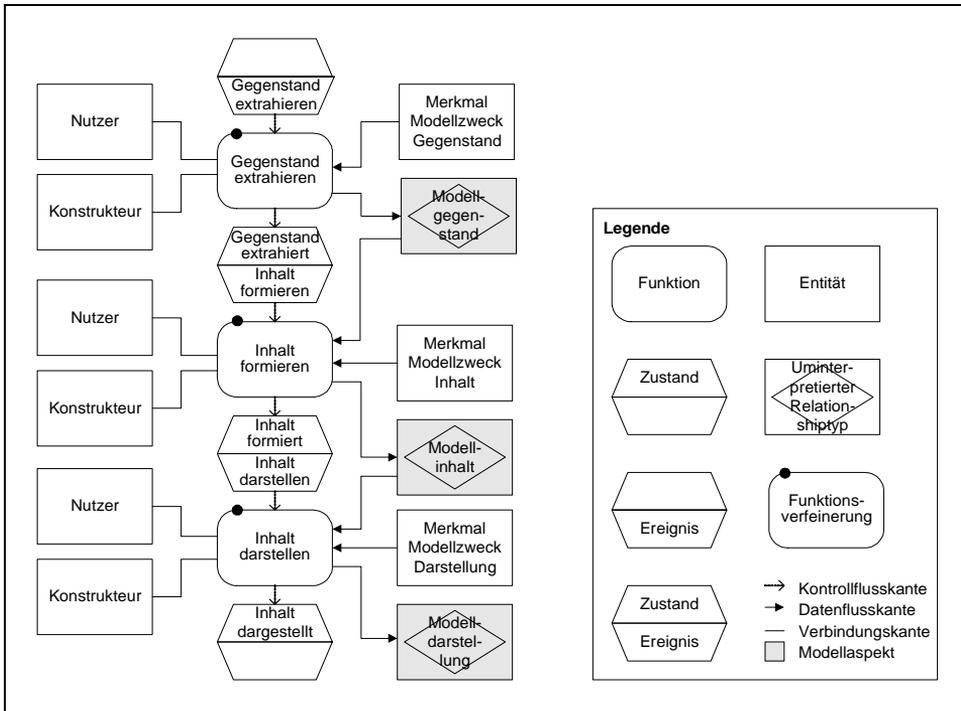


Abb. 6: Standardprozess zur Modellkonstruktion

Nach dem hier eingeführten Modellbegriff besteht die hauptsächliche Konstruktionsleistung in der Verdichtung von Wahrnehmungen zu Inhalten eines Gegenstands (Inhalt Formieren).⁹⁰ Dem konstruktionsorientierten Verständnis folgend ist hierzu im Vorfeld der zu betrachtende Gegenstand zu gestalten, indem er aus einer Menge potenziell wahrzunehmender Gegenstände auszugrenzen ist (Gegenstand extrahieren). Eine Menge wahrgenommener Gegenstände wird als Gegenstandsbereich bezeichnet. Sowohl die Umgebung als auch die Innenstruktur des zu einem Modell konstruierten Gegenstands kann als Gegenstandsbereich interpretiert werden. Zumeist wird mit der aufgabenbezogenen Konstruktion von Modellen auch deren Überführung in einen explizierten Zustand geplant. In diesem Fall sind Inhalte über das implizite mentale Modell durch Anfertigung einer Darstellung zu explizieren (Inhalt darstellen).

Entlang des Konstruktionsprozesses werden damit der *Gegenstand*, der *Inhalt* und die *Darstellung* eines Modells konstruiert, die unter Berücksichtigung ihrer Beziehungen zueinander unterschiedliche Modellebenen bilden. Konstruktionsergebnisse bezüglich der Ebenen liefern Bestandteile eines Modells, die in den beschriebenen Evolutionsbeziehungen zum Ergebnismodell beitragen. Bereits die beschriebene Beziehung zwischen dem Gegenstand und dem Inhalt eines Modells macht deutlich, dass sich diese Entwicklung in konkreten Konstruktionsprozessen natürlicherweise nicht – wie im abstrakten Standardprozess zur Modellkonstruktion – wasserfallartig vollzieht. Die Erweiterung des Strukturmusters für Konstruktionsprozesse um die standardisierten Teilprozesse mit Rückkopplungsbeziehungen wird in Abb. 7 dargestellt.

⁹⁰ In der Arbeit werden Beziehungen zwischen der textlichen Beschreibung und Modelldarstellungen kenntlich gemacht. Hierzu werden Wörter, mit denen auf Elemente eines Modells Bezug genommen wird, in der Schriftart Arial ausgegeben.

Die Verdichtung von Wahrnehmungen zu Inhalten eines Gegenstands setzt logische Vorstellungen über einen Gegenstand voraus. Um diesen aber auszugrenzen, sind wiederum Inhalte zu berücksichtigen, die die Bedeutung des Gegenstands umreißen. Zur praktischen Handhabung werden beide Konstruktionsprozesse sukzessiv-iterativ durchgeführt. Ausgehend vom Modellzweck sind Abschätzungen über relevante Modellinhalte zu treffen, für die ein repräsentativer Modellgegenstand ausgegrenzt wird. Zu diesem sind differenzierte Konstruktionen zum Modellinhalt vorzunehmen, wodurch wiederum die Trennschärfe der Gegenstandsausgrenzung erhöht wird.

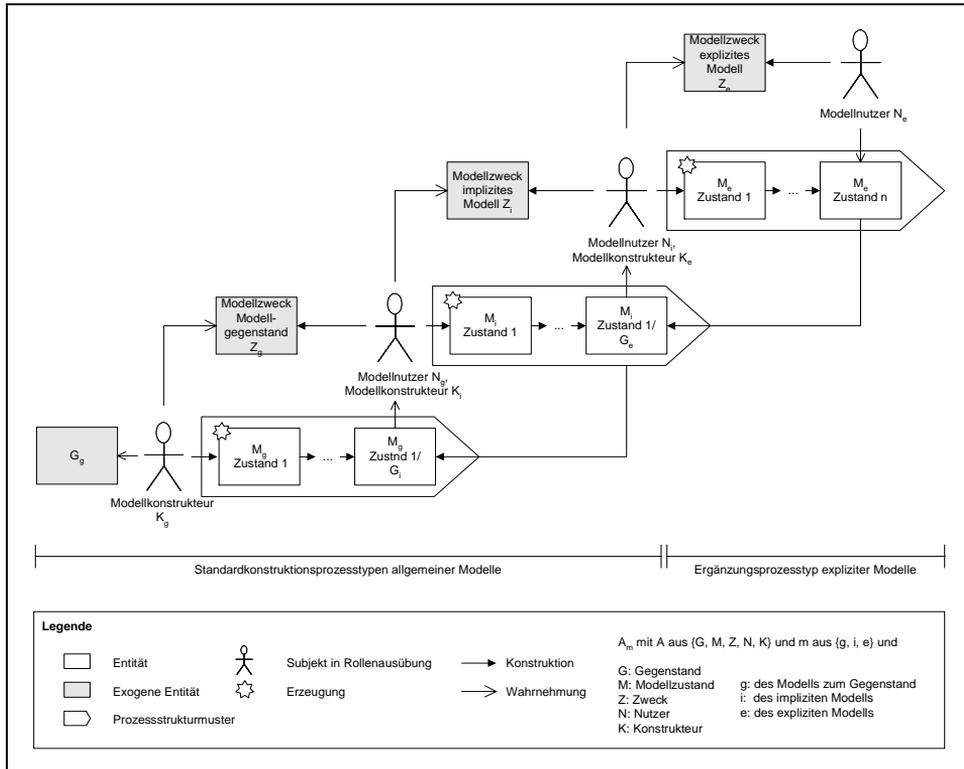


Abb. 7: Erweiterung des Modellbegriffs um standardisierte Teilprozesse und Rückkopplungsbeziehungen

Die Konstruktion des Ausgangsmodells ist somit bereits am Modellzweck des zu konstruierenden Modells auszurichten. Das Ausmaß der Zweckorientierung ist jedoch durch den Modellbegriff nicht festgelegt, sondern Teil der Konstruktion. Konzeptionell ist – im oben dargestellten Beispiel – aus dem Modellzweck Z_i des impliziten Modells M_i respektive dem des explizierten Modells Z_e – sofern vorhanden – ein für die Konstruktion des Gegenstands G_i anzusetzender Modellzweck Z_g zu konstruieren. Je weiter beide Zwecke auseinander fallen, desto stärker ist die Entkopplung des Ausgangsgegenstands von G_i von dessen Zweck Z_i . Mit zunehmender Entsprechung von Z_i und Z_g tendiert G_i dazu, bereits zu Beginn der Konstruktion eine Verdichtung des in M_i dargestellten Inhalts zu sein.

Das Ausmaß, in dem eine Entkopplung der Konstruktion einzelner Aspekte eines Modells erfolgt, ist wesentlich von der Konstruktionssituation abhängig. Die Entkopplung ist vergleichsweise gering, wenn der Konstruktionsprozess vollständig von einem Konstrukteur ausgeführt wird. Positive Effekte auf die Effektivität und Effizienz der Konstruktion sind zu erwarten, wenn arbeitsteilig vorgegangen wird und bereits erstellte Konstruktionser-

gebnisse als Ausgangsmodelle genutzt werden können. Die Anforderungen an die Konstruktion werden hierzu vom Modellzweck des letzten Modellnutzers abgeleitet und retrograd bis zum ersten Glied der (Modell-)Wertschöpfungskette fortgesetzt. Zur Abstimmung sind Rückkopplungsbeziehungen vorzusehen. Auch im Fall der Wiederverwendung von Modellen in Konstruktionsprozessen werden die Anforderungen retrograd abgeleitet. Sie werden hier für Auswahlentscheidungen der zu verwendenden Modelle herangezogen.

Mit zunehmender Berücksichtigung empirischer Gegebenheiten in Konstruktionsprozessen sind die Prozessstrukturen weiter zu differenzieren. Insgesamt weist die Konstruktion von Modellen somit eine vergleichsweise hohe Komplexität auf. So ist über die Subjektivität der Wahrnehmung, die durch die konstruktionsorientierte Sichtweise aufgezeigt wird, zudem zu berücksichtigen, dass einzelne Konstruktionen faktisch nicht isoliert ablaufen. Sie sind hingegen in einem Gefüge von Konstruktionsprozessen eingebettet, in denen sich eine Vielzahl an Konstrukteuren und Nutzern in Bezug auf mehrere Modelle abzustimmen haben. Während in der abbildungsorientierten Sichtweise vor allem die Beherrschung der Komplexität von *Modellen* im Mittelpunkt des Interesses stand,⁹¹ zeigt die konstruktionsprozessorientierte Sichtweise, dass der Komplexität von Konstruktionsprozessen eine verstärkte Aufmerksamkeit zu schenken ist. Hieraus erwachsen Konsequenzen für den Modellierungsbegriffs.

2.1.3 Einführung des Modellierungsbegriffs

Dem Begriff der Modellierung wird bislang eine – im Vergleich zum Modellbegriff – geringere Beachtung geschenkt. Intuitiv wird er als aufgabenorientiertes Pendant zum Modellbegriff verwendet. Werden explizite Einführungen vorgenommen, wird die Modellierung als (Prozess der) *Erstellung*⁹² von Modellen gekennzeichnet.⁹³

In Arbeiten auf Basis des abbildungsorientierten Modellbegriffs ist eine derartige Begriffseinführung nahe liegend, da sich die Gestaltungsaufgaben hier auf die Qualitätssicherung der Abbildungsrelation konzentrieren.⁹⁴ Durch die konstruktionsorientierte – und insbesondere die konstruktionsprozessorientierte – Sichtweise wird jedoch die Komplexität der mit dem zweckdienlichen Einsatz von Modellen vorzusehenden Aufgaben deutlich. Zur Beherrschung dieser Komplexität ist eine differenzierte Betrachtung von Konstruktionsprozessen erforderlich (z. B. Konstruktionsplanung). Dabei wird eine Ausweitung des Gestaltungsspektrums auf dessen relevantes Umfeld vorgenommen. Hinzugenommen werden insbesondere unterstützende Prozesse (z. B. Speicherung) sowie auch nicht prozessorientierte Betrachtungen, die sich z. B. mit der Schaffung adäquater Ressourcen (z. B. Darstellungstechniken) oder flankierender Problemstellungen befassen (z. B. Konsensfindung).⁹⁵

Durch die Veränderung des Aufgabenspektrums ist fraglich, welche der Aufgaben der Modellierung zuzurechnen sind. Auch im konstruktionsorientierten Modellbegriff wird die

⁹¹ Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996).

⁹² Synonym zur Modellerstellung werden auch die Bezeichnungen Modellkonstruktion, Modellentwicklung oder Modellbildung, synonym zur Modellanwendung auch die Modellnutzung verwendet. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 79 ff.

⁹³ Einzelne Quellen werden im Folgenden zu den relevanten Standpunkten differenziert angegeben. Die geringe Bedeutung wird auch dadurch belegt, dass einige Autoren von einer Definition absehen, obwohl sie den Modellbegriff einführen. Zu beobachten ist dies z. B. bei SCHWEGMANN, der sich mit objektorientierter Referenzmodellierung beschäftigt. Vgl. Schwegmann, A. (2000). Vgl. auch Becker, J., Schütte, R. (1996), Alpar, P. et al. (2000).

⁹⁴ Vgl. z. B. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 18.

⁹⁵ Vgl. hierzu z. B. die Gestaltungsbeiträge bei Schütte, R. (1998), S. 197 ff.

Modellierung weiterhin als Erstellung von Modellen eingeführt.⁹⁶ Gleichwohl erfährt sie in einigen Arbeiten eine Ausweitung auch auf deren Nutzung.⁹⁷ Andere Autoren lösen sich von der ursprünglichen Bedeutung der Modellierung als Erstellung und weiten den Begriff auch auf weitere Prozesse aus.⁹⁸

Die Abwägung alternativer Begriffsvorschläge zeigt, dass die Verwendung der Bezeichnung *Modellierung* zur Benennung von *Prozessen* unvorteilhaft ist.⁹⁹ Prozesse sind nach standardisierten Namenskonventionen zu bezeichnen (z. B. Modellkonstruktion), wodurch sowohl die Klarheit als auch die Erweiterbarkeit der Terminologie gefördert wird. Entsprechende Konventionen werden in der Literatur zur Informationsmodellierung vorgeschlagen und sind hier zu übertragen: Zur Bildung der Bezeichnung ist zunächst das Objekt (hier: Modell-) zu benennen, dem eine repräsentative Bezeichnung für die an diesem auszuführende Funktionsfolge anzuschließen ist (z. B. ~konstruktion).¹⁰⁰

Der Begriff der Modellierung ist daher allgemeiner zu fassen. Er soll ein Arbeitsgebiet kennzeichnen, bei dem die Gestaltung und Nutzung von Prozessen behandelt wird. Konzeptionell bildet die Modellierung somit eine thematische Einheit, die anwendungsorientiert Arbeitsgebiete prägt.¹⁰¹

*Mit **Modellierung** wird ein Arbeitsgebiet bezeichnet, das die Gestaltung und Ausführung von Prozessen im Zusammenhang mit der Konstruktion von Modellen zum Gegenstand hat.*

Innerhalb des Aufgabengebiets der Modellierung werden in Abhängigkeit der betrachteten Modelle spezielle Teilgebiete gebildet. Für die Arbeiten der Wirtschaftsinformatik sind Modelle von Bedeutung, die zur Gestaltung von Informationssystemen verwendet werden können. In diesem Zusammenhang sind im Folgenden Informationsmodelle und die Informationsmodellierung einzuführen.

⁹⁶ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 60, Lehner, F. (Positionierung) (1995), S. 26 ff., Lehner, F. (Modelle) (1995), S. 79 f., Schlagheck, B. (2000), S. 54, Steffen, T. (2000), S. 3. Besonders auffallend ist dieses bei HOLTEN, der ebenfalls die Aufgaben fokussiert, indem er zwar den Begriff der Modellierung, nicht aber den des Modells definiert. Vgl. Holten, R. (1999), S. 9.

⁹⁷ So verfügt das von SCHÜTTE entwickelte Vorgehensmodell zur (Referenz-)Modellierung über eine Phase zur *Erstellung* sowie zugleich über eine Phase zur *Anwendung* von (Referenz-)Modellen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 177 ff., insbes. S. 184 ff. Auch bei SCHLAGHECK findet sich diese Bedeutungsausweitung des Modellierungsbegriffs. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 77 f.

⁹⁸ So z. B. KASCHEK, der die Modifikation und Nutzung mit einschließt. Vgl. Kaschek, R. (1998), S. 2.

⁹⁹ Einige Beispiele mögen dies verdeutlichen: Ist die Modellierung bereits mit der Erstellung von Modellen belegt, fehlt ein entsprechender Begriff für ihre Anwendung. Wird sie als *Modellanwendung* bezeichnet, liegt es aus Gründen von Strukturanalogien nahe, auch von einer *Modellerstellung* zu sprechen. Damit wäre aber die synonyme Bezeichnung Modellierung redundant. Einige Autoren führen entsprechende Synonyme explizit ein. Vgl. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 35, Schlagheck, B. (2000), S. 54. Hiervon geht jedoch kein erkenntlicher konstruktiver Beitrag aus.

¹⁰⁰ Bei der Benennung von Prozessmodellen ist die Form „Substantiv(e) + Verb“ gebräuchlich (z. B. Modell konstruieren). Vgl. Schütte, R. (1998), S. 192. Zwar bietet diese Form zusätzliche Erweiterbarkeit, doch wird sie in natürlichsprachlichen Ausführungen als wenig intuitiv empfunden. Für das hier zu betrachtende Abstraktionsniveau der Prozesse wird daher eine Substantivierung vorgenommen (z. B. Modellkonstruktion).

¹⁰¹ Dieses entspricht auch der Bezeichnung des Gebiets im wissenschaftlichen Umfeld. So haben sich z. B. Fachtagungen zur *Modellierung* und *Referenzmodellierung* etabliert. Zu aktuellen Tagungsbeiträgen, denen auch die Historie zu entnehmen ist, vgl. Modellierung (2002) sowie RefMod (2001).

2.2 Informationsmodelle und Informationsmodellierung

Mit *Informationsmodellen* werden in der Wirtschaftsinformatik Modelle betrachtet, die die in einem (betrieblichen) System relevanten Informationen beschreiben.¹⁰² Einführungen des Begriffs nehmen darüber hinaus Eingrenzungen des Verwendungszwecks vor. So definieren BECKER ET AL. Informationsmodelle als spezielle Repräsentationen eines Objektsystems für Zwecke der Organisations- und Anwendungssystemgestaltung.¹⁰³

Zum Transfer des hier entwickelten Modellbegriffs sind Informationsmodelle als spezielle Modelle aufzufassen, die durch den Fokus auf „Informationen“ gekennzeichnet sind. Zur Einführung sind zunächst die Begriffe *Information* und *Informationssystem* zu klären. Anschließend wird das Spektrum möglicher Verwendungszwecke von Informationsmodellen skizziert.

Trotz seiner fundamentalen Bedeutung für die Wirtschaftsinformatik wird der Informationsbegriff uneinheitlich verwendet.¹⁰⁴ Ursächlich für die Uneinheitlichkeit sind verschiedene Perspektiven¹⁰⁵, in denen jeweils divergierende Abgrenzungen gegenüber den korrespondierenden Begriffen *Daten*, *Nachrichten*, aber auch *Kommunikation* und *Wissen* vorgenommen werden.¹⁰⁶ Zwar ist mit dem Begriff von WITTMANN ein „Quasi-Standard“ entstanden, doch weist dieser für das Erkenntnisobjekt des Informationssystems – und damit auch für den des Informationsmodells – nicht unerhebliche Schwächen auf.¹⁰⁷

WITTMANN grenzt Information im Bezugsrahmen der Semiotik ab und positioniert sie hier auf Ebene der Pragmatik.¹⁰⁸ Information stellt damit zweckorientiertes Wissen dar, wobei der *Zweck* in einer Handlungsvorbereitung liegt und unter *Wissen* Vorstellungen von Überzeugungen über die Wahrheit von Feststellungen (Aussagen, Sätze, Behauptungen)

¹⁰² Vgl. Schütte, R. (1998), S. 63, Becker, J., Kugeler, M. (2001), S. 490.

¹⁰³ Vgl. Becker, J. et al. (Referenz) (2000), S. 88, Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 8. In der von SCHÜTTE auf Basis seines Modellbegriffs vorgenommenen Einführung werden zudem die Adressaten der Anwendungssystem- und Organisationsgestalter spezifiziert. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 63.

¹⁰⁴ Vgl. z. B. die zum Informationsbegriff geführten Untersuchungen bei Steinmüller, W. (1981), S. 69 ff., Abel, B. (1977), S. 29 ff., Kremer, H. (Information) (1991), S. 168 ff., Zelewski, S. (1986), S. 94 ff., Grob, H. L., Bieletzke, S. (1998), S. 1 ff., Krčmar, H. (2003), S. 14 ff.

¹⁰⁵ In Arbeiten zur Bestimmung des Informationsbegriffs werden verschiedene Perspektiven beschrieben. Das Spektrum verdeutlicht z. B. die von BODE getroffene Unterscheidung einer fertigungswirtschaftlichen, entscheidungstheoretischen, strategischen, agencytheoretischen und transaktionskostentheoretischen Sicht. Vgl. Bode, J. (1997), S. 449 f. Die Unterscheidungsmerkmale differenziert er anhand der Dimensionen Zeitbezogenheit, Wahrheitsgehalt, Neuheitsgrad, Träger und Semiotik. Vgl. Bode, J. (1997), S. 451 f.

¹⁰⁶ Während etwa in entscheidungstheoretischen Ansätzen durch den Aspekt der Entscheidungsrelevanz vergleichsweise eng umrissene Bedeutungen gefunden werden können, ist in jüngeren, im Sinne BODES als strategisch orientiert zu bezeichnenden Arbeiten, eine Ausweitung des Begriffs festzustellen. So wird insbesondere im Informationsmanagement die Bedeutung der Information als strategische Ressource betont. Vgl. Picot, A., Franck, E. (Information I) (1988), S. 544. Im Wissensmanagement kommen weitere Ausweitungen hinzu. So führen etwa PROBST/ROMHARDT Information gerade im Kontinuum zwischen Daten und Wissen ein. Vgl. Probst, G. J. B., Romhardt, K. (1998), S. 1 f., Romhardt, K. (1998), S. 24 ff. Zu Abgrenzungsschwierigkeiten vgl. auch Thiesse, F., Bach, V. (1999), S. 85 ff. Die Literatur konzentriert sich hier auf die Typologisierungen von Wissen. Vgl. Chrobok, R. (1998), S. 184, Heilmann, H. (1999), S. 8 ff. und die dort zitierte Literatur.

¹⁰⁷ Die Eignung des WITTMANNschen Informationsbegriffs wird sowohl in der Betriebswirtschaftslehre als auch der Wirtschaftsinformatik existenziell infrage gestellt. Zur differenzierten Beurteilung für die Betriebswirtschaftslehre vgl. Bode, J. (1997), S. 455 ff. Zur Projektion der Kritikpunkte auf die Anforderungen an einen Informationsbegriff in der Wirtschaftsinformatik vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 16 ff.

¹⁰⁸ Vgl. Wittmann, W. (1959), S. 14, Wittmann, W. (1980). Der Ansatz wird insbesondere von WESSLING aufgegriffen und um die zusätzliche Differenzierung durch Anwendung der Ebene der Sigmantik erweitert. Vgl. Wessling, E. (1991), S. 16 ff. Zur Semiotik vgl. auch Nöth, W. (1985).

verstanden werden.¹⁰⁹ Die Kennzeichnung von Informationen und Informationssystemen könnte damit streng genommen nur in Bezug auf jeweils ein Subjekt und eine für dieses vorzubereitende Handlung erfolgen. Im Sinne der Wirtschaftsinformatik sind jedoch bereits aus Gründen der Wirtschaftlichkeit Systeme zu gestalten, die von *mehreren* Subjekten und nicht allein für die *Handlungsvorbereitung* zu nutzen sind. Vielmehr ist gerade ein „Pool“ von – in diesem Sinne – potenziellen Informationen bereitzustellen, der allerdings auch Zwecken der *Durchführung* von Handlungen dienen kann. TEUBNER stellt eine Terminologie vor, die diese Aspekte aufgreift. Er lässt die Bindung an den Zweck der Handlungsvorbereitung fallen und stellt zur Präzisierung auf die *Expliziertheit* von Informationen ab. Zudem wird die Entkopplung der Bereitstellung und Nutzung von Informationen berücksichtigt.¹¹⁰ Dieser Ansatz wird hier übernommen und anhand einer schichtenorientierten Betrachtung konkretisiert.¹¹¹ Die Schichtung wird in Abb. 8 grafisch veranschaulicht und bildet die Grundlage der folgenden Einführung des Informationsbegriffs.

Handlungstyp	Verarbeitung	Austausch = Kommunikation
Sachverhalt	Informationen = explizites Wissen	
Darstellungsform	Daten	Nachrichten
Plattform	Trägermedium	

Abb. 8: Schichtenorientierte Positionierung des Informationsbegriffs

Durch die vorgenommene Schichtung wird eine Terminologie gebildet, die den Zusammenhang zwischen dem informationsbezogenen menschlichen Handeln (Handlungstyp) und dessen informationstechnischer Unterstützung (Plattform) reflektiert. Dieses Bildungsprinzip erscheint vorteilhaft, da es einerseits der in der Wirtschaftsinformatik eingenommenen Perspektive entspricht¹¹² und zugleich eine Abgrenzung gegenüber korrespondierenden Begriffen in diesem Umfeld ermöglicht. Information ist hier wie folgt definiert:

Information ist expliziertes Wissen, das Menschen nutzen oder bereitstellen.¹¹³

Diese Definition behält zwar den Zweckbezug bei, öffnet diesen aber sowohl für alternative Verwendungszwecke als auch für ein Spektrum an Bereitstellern und Nutzern. Durch die Festschreibung der Explikation wird hierzu die notwendige Voraussetzung geschaffen. Die Darstellung von Informationen erfolgt in Zeichen (Symbolen) auf einem Trägermedium. Informationstechnisch werden zwei Typen von Handlungen¹¹⁴ unterschieden, die an

¹⁰⁹ Vgl. Wittmann, W. (1959), S. 14 u. S. 16 f. Vgl. auch Wittmann, W. (1980), Wittmann, W. (1979), Sp. 2263.

¹¹⁰ Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 17 f.

¹¹¹ Zum Strukturprinzip der Schichtung vgl. z. B. Balzert, H. (2000), S. 1054.

¹¹² Als Erkenntnisobjekt der Wirtschaftsinformatik werden Informationssysteme in Betrieben und öffentlichen Verwaltungen angesehen. Verfolgt werden Erkenntnis- und Gestaltungsziele. Vgl. Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (2001), S. 1, Becker, J. (1995), S. 133 sowie Fn. 6 dieser Arbeit.

¹¹³ Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 17.

¹¹⁴ Es handelt sich um Handlungen, die *an* den Informationen durchzuführen sind. Nicht also im Sinne WITTMANNs um *Handlungsvorbereitungen durch* Informationen. Diese orientieren sich an Typen verfolgter Zwecke, stellen jedoch nicht die Zwecke der Information dar, weswegen sie hier als Handlungen bezeichnet werden.

Informationen ausgeführt werden.¹¹⁵ Die *Verarbeitung* bezeichnet die Verwendung der Information innerhalb einer Einheit, wobei als Einheiten üblicherweise Menschen und Maschinen unterschieden werden. Dazu gehören neben der Zustandsveränderung auch die Bereithaltung sowie der Einsatz für spezifische Verwendungszwecke. Die *Kommunikation* bezeichnet den Austausch von Informationen zwischen Einheiten. Nimmt eine Einheit ihre Verarbeitung arbeitsteilig mit untergeordneten Einheiten wahr, führen diese Einheiten Teilverarbeitungen aus und kommunizieren miteinander. Je nach Handlungstyp werden spezifische Formen der Explikation unterschieden, denen bekannte oder unbekannte Abmachungen zugrunde liegen. Die Darstellung für Zwecke der Kommunikation wird als *Nachricht*, die für Zwecke der Verarbeitung als *Daten* bezeichnet. Beide Darstellungen können hinsichtlich ihrer Formatierung unterschiedliche Automatisierungsgrade begünstigen. Dabei ist hier auch dann von Daten und Nachrichten zu sprechen, wenn die Verarbeitung bzw. Kommunikation nicht automatisiert stattfindet.¹¹⁶ Die so geschaffene Terminologie ist ausbaufähig. Die Einführung oder Variation von Handlungstypen ist jeweils hinsichtlich der Darstellungsform und Plattform anzupassen. Darüber hinaus ist Kompatibilität zu weiterführenden Betrachtungen gegeben, wie etwa zu Kommunikationsmodellen und informationslogistischen Prozessen.¹¹⁷ An dieser Stelle dient sie zur Einführung des folgenden Informationssystembegriffs:

Ein Informationssystem¹¹⁸ ist ein System für Zwecke der Verarbeitung oder den Austausch (Kommunikation) von Informationen.¹¹⁹

Relevante Entitäten eines Informationssystems sind Aufgabe, Mensch und (Informations-)Technik, sodass sozio-technische Systeme vorliegen. Ist ihre Ausführung vollständig in automatisierter Form gegeben, werden sie als Anwendungssysteme bezeichnet. Organi-

¹¹⁵ Im Unterschied zu TEUBNER korrespondieren damit nicht die Information und Kommunikation, sondern die Kommunikation kennzeichnet vielmehr einen Zwecktyp auf pragmatischer Ebene, dem weitere Handlungstypen, wie insbesondere die Verarbeitung, gegenüberzustellen sind. Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 17 f.

¹¹⁶ Anders bei TEUBNER, der für Daten eine computergestützte Be- und Verarbeitung fordert und andernfalls von *Nichtdaten* spricht. Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 19.

¹¹⁷ So stehen sich z. B. im Kommunikationsmodell nach SHANNON/WEAVER Sender und Empfänger gegenüber, die über einen Kommunikationskanal Informationen austauschen, wozu Kodierungen und Dekodierungen auf Basis eines gemeinsamen Zeichenvorrats vorgenommen werden. Vgl. Shannon, C. E., Weaver, W. (1976), S. 16. Für den weiteren Verlauf der Arbeit schafft der schichtenspezifisch differenzierte Informationsbegriff die Grundlage zur (informations)technischen Gestaltung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung. Vgl. hierzu die Kapitel 3.3.1, 3.3.4, 4.4, 5.1.2.3 und 5.2.4 dieser Arbeit.

¹¹⁸ Auch bezeichnet als Informations- und Kommunikationssystem, genauer demnach Informationsverarbeitungs- und Kommunikationssystem unter Berücksichtigung der sich auf den Austausch von Informationen abstützenden Definition von Kommunikation. Da beide Handlungstypen (Verarbeitung und Austausch) Informationen zum Gegenstand haben und die Kommunikation bereits in der Mensch-Maschine-Interaktion gegeben ist, wird üblicherweise vereinfachend der Begriff Informationssystem verwendet.

¹¹⁹ Dabei wird der Unterscheidung von Handlungstypen im Zusammenhang mit Information Rechnung getragen, die in der Verarbeitung und Kommunikation bestehen. TEUBNER sieht die Zwecke hingegen in der „Information und Kommunikation.“ Dem Informationsbegriff folgend ist in der Information (allein) jedoch kein Zweck zu sehen. Zudem wird hier entgegen TEUBNER auf die Intention abgestellt und nicht gefordert, dass das System den Zwecken auch tatsächlich dient. Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 19. BECKER/SCHÜTTE nehmen eine Fokussierung von Informationssystemen auf die „in einem betrieblichen Objektsystem benötigten Informationen“ vor. Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 9. Diese Eingrenzung sei hier mit dem Zusatz *betriebliches* Informationssystem gekennzeichnet. Vgl. in diesem Sinne auch Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (1993), S. 1 ff., Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 4 f. Zum Informationssystembegriff vgl. auch Hansen, H. R. (1996), S. 67, Alpar, P. et al. (2000), S. 28.

sationssysteme hingegen können auch nicht automatisierte Teile beinhalten.¹²⁰ Vor diesem Hintergrund sind Informationsmodelle wie folgt zu definieren:

*Ein Informationsmodell (genauer: Informationssystemmodell) ist ein spezielles expliziertes Modell, dessen Gegenstand ein Informationssystem ist.*¹²¹

Diese vergleichsweise weite Begriffsauffassung lässt insbesondere den Verwendungszweck von Informationsmodellen offen. Während dieser ursprünglich maßgeblich auf die Gestaltung von Anwendungssystemen gerichtet war, ist mittlerweile eine starke Ausweitung des Verwendungsspektrums zu sehen. Die konzeptionelle Relevanz dieser Ausweitung betonen insbesondere die Arbeiten zur *multiperspektivischen Informationsmodellierung* von FRANK, später ROSEMANN und zur Referenzmodellierung BECKER ET AL.¹²² Die Forderung nach Expliziertheit des Modells wird gesetzt, damit das Informationsmodell beständig ist und subjektübergreifenden Zwecken zugeführt werden kann.¹²³ Informationsmodellen kommt eine Unterstützungsfunktion zu, deren Spektrum in Abb. 9 strukturiert und mit Beispielen veranschaulicht wird.

Das Spektrum von Informationsmodellen wird anhand von zwei Dimensionen strukturiert: Auf der ersten Dimension werden unterschiedliche *Handlungstypen* differenziert, die mit Informationsmodellen zu unterstützen sind. Auf der zweiten Dimension wird nach dem *Betrachtungsgegenstand* unterschieden, auf den sich die Unterstützung bezieht.¹²⁴ Sämtliche Handlungen können sich sowohl auf Anwendungs- als auch auf Organisationssysteme richten, die somit unterschiedliche Typen des Betrachtungsgegenstands darstellen. Unter den Handlungen unterstützen Informationsmodelle neben Gestaltungsaufgaben auch Entscheidungs- und Lernprozesse. Gerade letzteren kommt in aktuellen Problemstellungen von Unternehmen eine gesteigerte Bedeutung zu. Informationsmodelle können hier zum Verständnis von Systemen beitragen, um deren Ausführung zu begünstigen (z. B. Wissensmanagement). Sie dienen zudem der Explikation von Wissen, das somit einer intersubjektiven Abstimmung unterzogen werden kann und als organisationsweit geteiltes Wissen nützlich ist.

¹²⁰ Diese Differenzierung ist in der Wirtschaftsinformatik weitgehend etabliert. Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 19 f., Schütte, R. (1998), S. 63 ff., Becker, J., Kugeler, M. (2001), S. 490 f. Anzumerken ist, dass das Organisationssystem somit nicht das System der Organisation im Sinne des *instrumentellen Organisationsbegriffs* kennzeichnet. Vgl. auch Fn. 331. Dieses wäre ein System von Regeln, das nicht über die Eigenschaften eines Informationssystems verfügt, sondern vielmehr zu dessen Beschreibung und Gestaltung zu verwenden wäre. Näher kommt der Bedeutung der *institutionelle Organisationsbegriff*, nach dem das Unternehmen eine Organisation ist. Dann ist die Organisation selbst ein sozio-technisches – sowie offenes, zweckorientiertes und dynamisches – System. Zur systemtechnischen Interpretation des Unternehmens vgl. Hill, W., Fehlbaum, R., Ulrich, P. (1994), S. 20 ff. Der institutionelle Organisationsbegriff ist indes in der deutschsprachigen Literatur zur Organisation eher unüblich. Vgl. Bühner, R. (1999), S. 4 f. Zur Abgrenzung zwischen Informations-, Organisations- und Anwendungssystem vgl. insbesondere die Interpretationen des Schalenmodells des Informationssystems bei Hesse, W. et al. (Teil 1) (1994), S. 43, Teubner, R. A. (1999), S. 26 f. und Schütte, R. (1998), S. 67.

¹²¹ In enger konstruktionsorientierter Auffassung gemeint als: „Dessen Gegenstand als zu Informationssystemen konstruiert deklariert wird“.

¹²² Vgl. Frank, U. (1994), Rosemann, M. (Multiperspektivisch) (1996), S. 230 ff., Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 2 ff., Frank, U. (2002).

¹²³ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 63 sowie die mit der Quelle in Fn. 103 referenzierten Definitionen. Die Eigenschaft leitet sich somit *nicht* kausal aus der Eigenschaft von Informationen ab, expliziertes Wissen zu sein. Der Informationsbegriff kennzeichnet nicht die Eigenschaft von Informationsmodellen, Information zu sein, sondern vielmehr – wie hier definiert – Informationssysteme zu beschreiben.

¹²⁴ Die Vielfalt der Einsatzbereiche von Informationsmodellen betonen auch Rosemann, M. (Multiperspektivisch) (1996), Reiter, C., Wilhelm, G., Geib, T. (1997), S. 7, Rosemann, M., von Uthmann, C. (1998), Rosemann, M., Schütte, R. (1999), S. 22 ff., Rosemann, M., Schwegmann, A. (2002), S. 52 ff., Becker, J., Kugeler, M. (2001), S. 490 f.

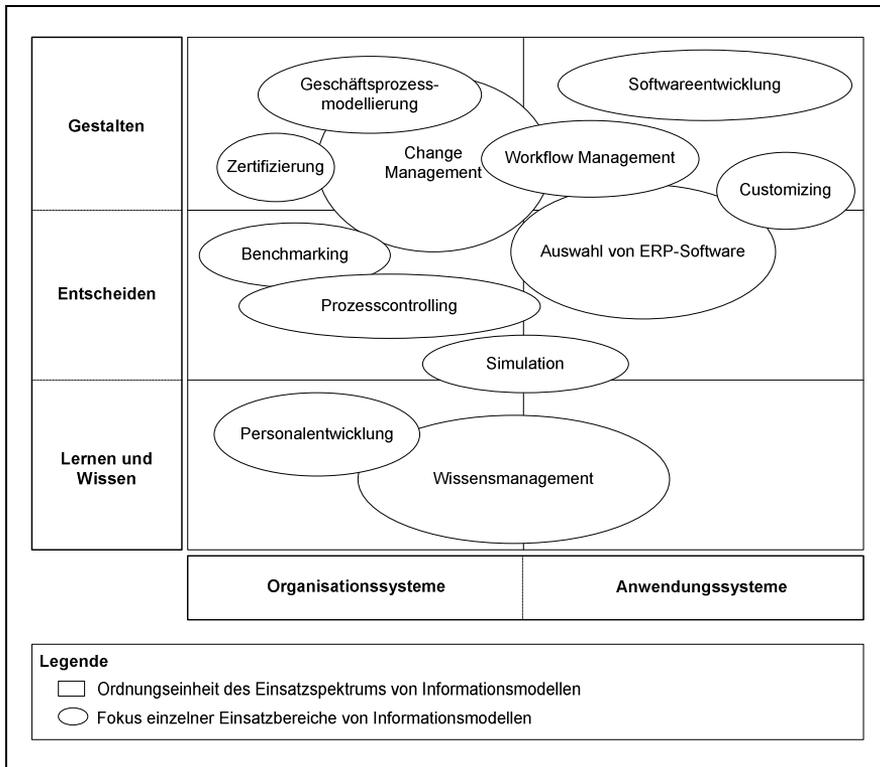


Abb. 9: Systematisierung von Zwecken der Informationsmodellierung¹²⁵

Die Entwicklung von Informationsmodellen erfolgt in Konstruktionsprozessen, die aufgrund der geforderten Explikation sämtliche drei Teilprozesse des eingeführten Standardprozesses zur Modellkonstruktion umfassen.¹²⁶ Analog zum Modellierungsbegriff ist auch die Informationsmodellierung von der Prozesskennzeichnung abzugrenzen und wird wie folgt eingeführt.

Die Informationsmodellierung ist ein spezielles Arbeitsgebiet der Modellierung¹²⁷, in dem Informationsmodelle betrachtet werden.

Zur Unterscheidung der Informationsmodellierung werden in der Literatur verschiedene Kriterienkataloge vorgestellt. Einen systematischen Rahmen bietet diesbezüglich der von ROSEMANN zusammengestellte morphologische Kasten zur Informationsmodellierung.¹²⁸ Da die resultierenden Typen weitgehend etabliert sind, wird hier von einer redundanten Darstellung abgesehen. Von besonderem Interesse ist hingegen der Typ des *Referenz-Informationsmodells*, der einer differenzierten Thematisierung bedarf.

¹²⁵ Die Positionierung einzelner Einsatzfelder orientiert sich an ihrem primären Fokus. Zu berücksichtigen sind Wirkungszusammenhänge, die – wie beschrieben – bereits zwischen den Ebenen bestehen. Auch bewegen sich einzelne Konzepte auf unterschiedlichem Systemniveau. So zielt z. B. Change Management gerade auf die Koordination von Teilkonzepten.

¹²⁶ Der Standardprozess zur Konstruktion von Modellen ist in der konstruktionsprozessorientierten Interpretation des allgemeinen Modellbegriffs eingeführt worden. Er stellt eine Erweiterung des Strukturmusters eines abstrakten Konstruktionsprozesses dar. Vgl. hierzu Kapitel 2.1.2.2 dieser Arbeit.

¹²⁷ Die generellen Merkmale der Modellierung gelten damit auch für die Informationsmodellierung. Sie werden hierfür konkretisiert sowie ergänzt.

¹²⁸ Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 22 ff. Zu Darstellungen des Ansatzes, in denen dieser zum Teil modifiziert wird, vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 20 f., Schütte, R. (1998), S. 63 ff.

2.3 Referenzmodelle und Referenzmodellierung

2.3.1 Typische Merkmale des Referenzmodellbegriffs

Wie bereits die Einführung des Informationsmodellbegriffs auf den Modellbegriff abgestützt wurde, sind hier Referenz-Informationsmodelle (kurz: Referenzmodelle) als spezielle Informationsmodelle zu erklären. Sprachlich prägt den Begriff *Referenzmodell* das Attribut *Referenz*, mit dem im einfachsten Fall ein Verweis bzw. ein Bezug gekennzeichnet wird.¹²⁹ Häufig wird dem Verweis der Charakter einer Empfehlung zugesprochen, sodass die Referenz den „best practice“ – oder differenzierter den „best of breed“ – markiert.¹³⁰

Auch die in der Literatur vorgestellten Referenzmodellbegriffe reflektieren diese Bedeutung. So wird herausgestellt, dass mit Referenzmodellen allgemein gültige Empfehlungen gegeben werden, auf die in Konstruktionsprozessen von Informationsmodellen Bezug genommen werden kann.¹³¹ Beide speziellen Merkmale – die Allgemeingültigkeit und der Empfehlungscharakter – bergen jedoch nicht unerhebliche Probleme in sich.

Allgemeingültigkeit: Mit der Forderung nach Allgemeingültigkeit wird intendiert, dass Referenzmodelle für eine Klasse sog. unternehmensspezifischer Modelle zum Einsatz kommen sollen. Sie werden daher nicht ausgehend von den Anforderungen eines speziellen – und exogen gegebenen – empirischen Gültigkeitsbereichs entwickelt, sondern der Gültigkeitsbereich wird vielmehr selbst in die Konstruktion einbezogen und ist somit erst mit dem Ergebnismodell determiniert.¹³² Allerdings wird darauf hingewiesen, dass sich die Allgemeingültigkeit „[...] auf die Gültigkeit des Modells unter bestimmten (dem Modell inhärenten) Voraussetzungen [bezieht].“¹³³ Da Einschränkungen damit geradezu systematischerweise vorzunehmen sind, erweist sich die Forderung nach *Allgemeingültigkeit*

¹²⁹ Auch in der Informatik und Wirtschaftsinformatik findet sich diese Bedeutung: Etwa in der Objektorientierung als Referenzierungsbeziehung zwischen Objekten, die als Generalisierungs-, Aggregations- oder Assoziationsbeziehung vorliegen kann. Vgl. z. B. Alpar, P. et al. (2000), S. 253. Eine analoge Verwendung findet sich auch in der Datenmodellierung, in der sie insbesondere den Begriff der referenziellen Integrität prägt. Vgl. Alpar, P. et al. (2000), S. 260. Auch in Spezialbetrachtungen findet sich die Bezeichnung Referenz in dieser Bedeutung. STEFFEN/FISCHER verwenden z. B. den Begriff der Referenzbibliothek für die Kennzeichnung eines standardisierten und von allen beteiligten Unternehmen akzeptierten Verzeichnisses für die Modellierung von Basiskomponenten in ihrem Ansatz, vgl. Steffen, T., Fischer, J. (1999), S. 4, Steffen, T. (2000), S. 4.

¹³⁰ Während „best practice“ Wissen über zu einem Zeitpunkt als optimal angesehene Gestaltungen bezeichnet, wird Wissen über Gestaltungen im Standard „common practice“ genannt. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 53.

¹³¹ Vgl. Scholz-Reiter, B. (1990), S. 31, Keller, G. (1993), S. 55, Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 25 f., Becker, J., Schütte, R. (1997), S. 428, Schütte, R. (1998), S. 69, Schwegmann, A. (1999), S. 53, Schlagheck, B. (2000), S. 54 und in diesem Sinne Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 1. Daneben existieren auch Arbeiten, in denen eine weniger fokussierte Einführung vorgenommen wird. Vgl. Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 219. Zur Vorstellung von Merkmalen, die Referenzmodelle kennzeichnen, vgl. auch Scholz-Reiter, B. (1990), S. 31, Mertens, P., Holzer, J. (1992), S. 8, Schütte, R. (1996), S. 73, Raue, H. (1996), S. 26 f., Sinz, E. J. (2001), S. 313, Scheer, A.-W. (1999), S. 7 f.

¹³² Vgl. ähnlich SCHÜTTE, der darauf hinweist, dass Referenzmodelle in dem Sinne nicht konkret sind, da sie nicht auf ein bestimmtes Original verweisen, sondern sich ihren empirischen Gegenstand selbst definieren. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 69 f., S. 73. Vgl. in diesem Sinne auch Schlagheck, B. (2000), S. 54. Damit verbunden sind auch Fragen der Vorgehensweise der Findung des Gegenstands. Während die selbstständige Definition der Vorstellung einer deduktiven Vorgehensweise folgt, kann auch induktiv durch Abstraktionen vom empirischen Fall vorgegangen werden. Zum induktiven Ansatz vgl. Jung, J., Kirchner, L. (2001), S. 8. Viel versprechend ist eine kombinierte Vorgehensweise. Vgl. Becker, J. (Architektur) (1996), S. 5.

¹³³ Schütte, R. (1998), S. 70. Einige Begriffseinführungen heben gerade die Beschränkung des Anwendungsbereichs als konstitutives Merkmal hervor. Vgl. z. B. Remme, M., Scheer, A.-W. (1996), S. 1, Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 219, Jung, J., Kirchner, L. (2001), S. 8.

zum einen sprachlich als unpassend.¹³⁴ Einem konstruktivistischen Verständnis folgend ist zum anderen nicht davon auszugehen, dass eine Gültigkeit von Modellen objektiv existiert. Sie bestimmt sich hier nach Maßgabe der wahrgenommenen Adäquanz gegenüber subjektspezifischen Zwecken. Die Allgemeingültigkeit als konstitutives Merkmal für Referenzmodelle ist damit auch aufgrund der intersubjektiv variierenden Wahrnehmung und Bedarfe infrage zu stellen.

Empfehlungscharakter: Mit dem Empfehlungscharakter wird gefordert, dass Referenzmodelle gegenüber unternehmensspezifischen Modellen vorbildliche Darstellungen bieten und damit die Rolle von Sollmodellen einnehmen.¹³⁵ Problematisch erweist sich hier jedoch die mangelnde Überprüfbarkeit des *Gehalts* der Empfehlung.¹³⁶ Welche Anforderungen etwa an den Vorschlag selbst oder auch an den Vorschlagenden zu stellen sind, bleibt unklar. Insbesondere sind keine kritischen Werte verfügbar, ab denen die Eigenschaft der Empfehlungswürdigkeit zu- oder abzusprechen ist.¹³⁷ Ob sie tatsächlich vorliegt, ist somit für ein Referenzmodell nicht objektiv anzugeben, sondern entscheidet sich erst in dessen Anwendungen und damit in Abhängigkeit der wahrgenommenen Adäquanz des Modells unter Berücksichtigung subjekt-, sach- und umfeldbedingter Zwecke.

Da weder die (Allgemein-)Gültigkeit noch der Empfehlungscharakter objektiv erfassbar sind, stellt sich darüber hinaus das Problem, wem die subjektive Feststellung dieser Merkmale obliegt. Im abstrakten Fall stehen sich als Interessensgruppen Konstrukteur und Nutzer des Referenzmodells gegenüber. Ihre zweck- und personenspezifischen Perspektiven, das zeitliche Auseinanderfallen der Beurteilung und die Anonymität der Nutzer verstärken die ohnehin gegebenen Wahrnehmungsunterschiede.¹³⁸ Das Verhältnis beider Sichtweisen wird in Abb. 10 veranschaulicht. Aus den verschiedenen Konstellationen möglicher Divergenzen zwischen der Auffassung des Konstrukteurs und der potenzieller Nutzer können zwei typische Situationen ausgegrenzt werden:

(1) **Deklaration als Referenzmodell:** Es existieren Situationen, in denen ein Modell zur Konstruktionszeit als Referenzmodell deklariert wird, ohne dass die Eigenschaften der Allgemeingültigkeit und Empfehlungswürdigkeit von Nutzern bestätigt werden.¹³⁹

¹³⁴ Zu berücksichtigen ist etwa auch, dass diese im Extremfall derart restriktiv sein können, dass sich nur eine einzige – oder auch keine – gültige Anwendung findet.

¹³⁵ Vgl. auch Scheer, A.-W., Hoffmann, W., Wein, R. (1994), S. 92, Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 1, Zelewski, S., Schütte, R., Siedentopf, J. (2001), S. 194, Schlagheck, B. (2000), S. 54, Remme, M., Scheer, A.-W. (1996), S. 1. Auf die hier dargestellte Entkopplung zwischen dem Empfehlungsgehalt und der Allgemeingültigkeit wird auch aus Sicht von Nicht-Referenzmodellen hingewiesen.

¹³⁶ Auch SCHÜTTE weist darauf hin, dass mit der Deklaration eines Modells als Referenz die *Behauptung* aufgestellt wird, das Modell repräsentiere eine *best practice*. Inwieweit dieses aber gerechtfertigt sei, ließe sich kaum prüfen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 300. Entsprechend wird weitgehend einvernehmlich der Bedarf zur Begutachtung von Referenzmodellen gesehen. Vgl. auch Maicher, M. (1998), S. 116, Schlagheck, B. (2000), S. 85. SCHWEGMANN weist darauf hin, dass eine Qualität des Referenzmodells für den erfolgreichen Einsatz nicht ausreiche, sondern dass die Akzeptanz des Referenzmodells durch den Nutzer gegeben sein müsse. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 61 f. Auch SCHEER kommt zu dem Ergebnis, dass vorliegende Referenz-Anwendungssystemmodelle eher eine *common* als eine *best practice* darstellen. Vgl. Scheer, A.-W. (Best Practice) (1997), S. 3.

¹³⁷ Andere Arbeiten befassen sich diesbezüglich zunächst mit der Quantifizierung des Empfehlungsgehalts. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 300. Diese hat sich letztlich an dem durch die Empfehlung wahrgenommenen Nutzen zu orientieren. Während dieser aber vom individuellen Zielsystem der Modellnutzer abhängt, adressieren Referenzmodelle „die Allgemeinheit“.

¹³⁸ Auch SCHWEGMANN lässt im Rahmen der Formulierung von Anforderungen an Referenzmodelle die Empfehlung zugunsten der Allgemeingültigkeit fallen, indem er diese stellvertretend für die Relevanz und Klarheit des Referenzmodells ansieht. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 62 f.

¹³⁹ Diese Perspektive liegt den meisten Einführungen zugrunde, die auf die Empfehlung abstellen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 69, Zelewski, S., Schütte, R., Siedentopf, J. (2001), S. 194. Nicht ausgeschlossen ist auch der Fall, in dem ein Modell weder konstruktions- noch nutzerseitig als Empfehlung wahrgenommen und dennoch als Referenzmodell deklariert wird.

In diesem Fall sind für die Kennzeichnung weniger die Modelleigenschaften ausschlaggebend als vielmehr die Behauptung des Konstrukteurs selbst, ein allgemein gültiges und empfehlenswertes Modell konstruiert zu haben.¹⁴⁰

- (2) **Akzeptanz als Referenzmodell:** Im Sinne des Modellverständnisses, das sich an Konstruktionsprozessen orientiert, entscheidet letztlich nur die nutzerseitige Einschätzung über das Ausmaß der Allgemeingültigkeit und Empfehlenswertigkeit. Dabei können Nutzer ein Modell auch dann als Referenzmodell akzeptieren, wenn der Konstrukteur dies nicht intendiert hat. Dabei kann auch der Fall eintreten, dass Informationsmodelle offensichtlich bzw. erklärtermaßen von den konstatierten Merkmalen abweichen, gleichwohl aber als Referenzmodelle akzeptiert sind. So zeigt schon die Konstruktion von Referenzmodellen zu „common-practice“- , „State-of-the-Art“- und „examples-of-good-practice“-Darstellungen¹⁴¹, dass Konstrukteure mit ihren Referenzmodellen nicht immer Sollcharakter beanspruchen.¹⁴²

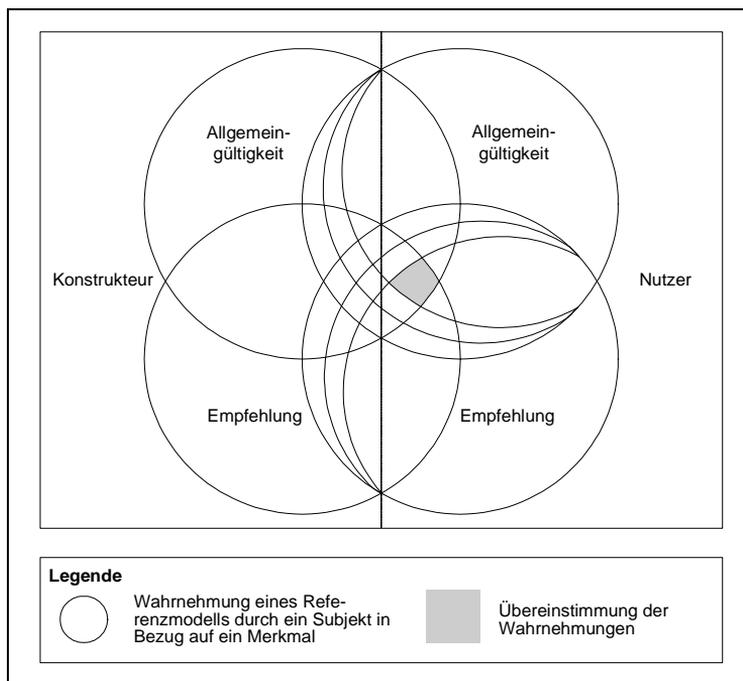


Abb. 10: Problemfelder des Referenzmodellbegriffs

¹⁴⁰ Dieser Aspekt wird bislang hinsichtlich der tatsächlichen Gültigkeit der im Referenzmodell abgebildeten möglichen Fälle gesehen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 70. Weitergehend ist aber auch die Eignung als Bezugspunkt (noch weiter gehend als ein empfehlenswerter Bezugspunkt) erst durch Anwendung zu beweisen. Der hier fokussierte Aspekt wird auch von SCHEER impliziert, der die semantische *Vollständigkeit* und *Korrektheit* als Anforderung an Referenzmodelle dadurch konkretisiert, dass zumindest ein Anwendungsfall vorhersehbar ist, in dem das Referenzmodell *unverändert* als Modell verwendet werden kann. Vgl. Scheer, A.-W. (1999), S. 8. Damit ist allerdings noch nicht ausgesagt, dass es auch zu einer solchen Anwendung kommen wird, womit die Referenzeigenschaft auf Planniveau bleibt.

¹⁴¹ Entsprechende Ausweitungen finden sich bei Gutzwiller, T. A. (St. Galler) (1994), S. 105 ff., Niegemann, H. M., Wedekind, J. (1999), S. 55, Schwegmann, A. (1999), S. 53.

¹⁴² Beispiele sind auch das Referenzmodell einer funktionsorientierten Aufbauorganisation von SCHEER, vgl. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 30 f. sowie das Referenzmodell von BECKER/SCHÜTTE zum Prozess Wareneingang Lager, das den Fall einer Avisierung darstellt, obwohl die Autoren die *Empfehlung* aussprechen, eine Planung des Wareneingangsvolumens bereits bei der Disposition vorzunehmen. Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 218 in Verbindung mit S. 217.

Die Konfliktpotenziale wachsen exponentiell, wenn die abstrakt betrachteten Rollen hinsichtlich der sie repräsentierenden Personen aufgelöst (Multipersonalität) sowie die zeitliche Entwicklung der Bedarfe mit einbezogen wird (Evolution). Stellt der Begriff auf die Deklaration der Eigenschaften ab, ist ihre Akzeptanz nicht gesichert. Wird er hingegen an der Akzeptanz festgemacht, wird ein Informationsmodell – ggf. ohne Kenntnis des Konstrukteurs – erst mit erstmaliger Nutzung zum Referenzmodell.

Insgesamt ist zu konstatieren, dass die Merkmale der Allgemeingültigkeit und des Empfehlungscharakters, die Referenzmodellen zugesprochen werden, intersubjektiv nur außerordentlich selten geteilt werden. Hiermit wird bereits deutlich, wie risikobehaftet die Konstruktion von Referenzmodellen ist und dass hieraus besondere Anforderungen an die Gestaltung effektiver Konstruktionsprozesse erwachsen. Ein Referenzmodellbegriff, der die Allgemeingültigkeit und den Empfehlungscharakter der Modelle festschreibt, blendet diese Probleme allerdings geradezu ex definitione aus. Im Folgenden wird daher eine Begriffseinführung vorgenommen, in der davon abgesehen wird, spezifische Qualitätsmerkmale von Referenzmodellen festzuschreiben. Hingegen wird der Ansatz verfolgt, den Begriff anhand der *Bedeutung* von Referenzmodellen in Konstruktionsprozessen festzumachen.¹⁴³

2.3.2 Einführung eines konstruktionsprozessorientierten Referenzmodellbegriffs

Aus Sicht der Konstruktionsprozessorientierung ist der Begriff des Referenz-Informationsmodells wie folgt zu definieren.

Ein Referenzmodell (ausführlich: Referenz-Informationsmodell) ist ein Informationsmodell, das Menschen zur Unterstützung der Konstruktion von Anwendungsmodellen¹⁴⁴ entwickeln oder nutzen, wobei die Beziehung zwischen Referenz- und Anwendungsmodell dadurch gekennzeichnet ist, dass Gegenstand oder¹⁴⁵ Inhalt des Referenzmodells bei der Konstruktion des Gegenstands oder Inhalts des Anwendungsmodells wieder verwendet werden.

Konstituiert wird der Begriff durch die spezifische Positionierung von Referenzmodellen im Konstruktionsprozess von Informationsmodellen. Diese kennzeichnet Referenzmodelle als Informationsmodelle zur *inhaltsbezogenen Unterstützung* anderer Konstruktionsprozesse. Referenzmodelle dienen demnach als Ausgangsmodelle in Konstruktionsprozessen von Anwendungsmodellen, in denen sie wieder verwendet werden.

¹⁴³ Eine entsprechende Tendenz zur Lockerung des Begriffs findet sich auch in jüngeren Beiträgen der Literatur. Referenzmodelle werden dann z. B. als „explizites Domänenwissen“ oder als „Repräsentationen abstrahierten Erfahrungswissens“ klassifiziert. Vgl. z. B. Becker, J., Ehlers, L., Schütte, R. (1998), S. 12 f., Knackstedt, R. (2001), S. 114 ff., übernommen bei Fettke, P., Loos, P. (Katalog) (2001), S. 1.

¹⁴⁴ Die aus Referenzmodellen abzuleitenden Modelle werden in der Literatur unterschiedlich bezeichnet. SCHÜTTE verwendet die Bezeichnung des unternehmensspezifischen Modells. Die Spezifität gegenüber einem Unternehmen muss aber nicht gegeben sein. MARENT grenzt durch den Begriff des Implementierungsmodells ab, worin hier aber der durch die für den programmierten Teil des Organisationssystems gebräuchliche Begriff der Implementierung als unvoreilhaft angesehen wird. Vgl. Marent, C. (1995), S. 303. Mit dem Begriff des *Anwendungsmodells* wird eine rollenorientierte Bezeichnung gefunden. Diese ist zum einen unabhängig vom spezifischen Kontext der Anwendung (z. B. Unternehmensnetzwerk, Branche). Zum anderen erfasst sie auch den zunehmend thematisierten Fall der Ableitung mentaler Modelle. Vgl. z. B. Schütte, R., Becker, J. (1998), S. 5.

¹⁴⁵ Das „oder“ wird in der Bedeutung einer Disjunktion der booleschen Algebra verwendet, sodass auch die Wiederverwendung von Inhalt *und* Gegenstand berücksichtigt ist. Die Verknüpfungsoperatoren der booleschen Algebra werden im Zuge der Untersuchung des State-of-the-Art der Referenzmodellierung differenzierter betrachtet. Vgl. Kapitel 4.3.3.1 dieser Arbeit sowie speziell Fn. 405.

Durch die Verwandtschaftsbeziehung sind einerseits andere Unterstützungsleistungen ausgeschlossen, die etwa in der Bereitstellung von Vorgehensmodellen bestehen können.¹⁴⁶ Andererseits wird hiermit ausgedrückt, dass keine Einschränkung in Bezug auf die Konstruktionstechnik erfolgt, die zur Wiederverwendung angewendet wird. So könnten Darstellungen von Referenzmodellen sowohl unverändert in Anwendungsmodelle übernommen werden oder – im anderen Extrem – allein die kreative Arbeit des Konstrukteurs unterstützen und damit in den Inhalt des Anwendungsmodells eingehen, ohne dass eine Beziehung auf Ebene der Modelldarstellung bestünde.

Da die inhaltsbezogene Unterstützung von Konstruktionsprozessen als konstituierendes Merkmal verwendet wird, muss ein Referenzmodell *nicht* zwingend gegenüber Anwendungsmodellen abstrakt sein.¹⁴⁷ Zum einen ist diese Forderung problematisch, da eine Abstraktionsbeziehung relativ zu Vergleichsobjekten zu beschreiben ist und einzelne Anwendungsmodelle zudem potenziell unbekannt sind. Zum anderen erscheint es nicht plausibel, ein Modell, das der inhaltsbezogenen Unterstützungsfunktion gerecht wird, aus dem Kreis der Referenzmodelle auszuschließen, da es z. B. als „best practice case“ konstruiert ist. Denkbar ist auch, dass ein Referenzmodell konkreter ist als das Anwendungsmodell. Diese Situation ist z. B. gegeben, wenn als Anwendungsmodelle mentale Modelle erzeugt werden, die von den Aussagen des Referenzmodells abstrahieren (z. B. in Lernprozessen). Mit zunehmendem Abstraktionsgrad erhöht sich zwar die Anzahl potenzieller Anwendungen des Referenzmodells, die Abstraktion als solche stellt jedoch kein konstituierendes Begriffsmerkmal dar.

Die Qualität des Referenzmodells ist in dem hier verfolgten Ansatz nicht begrifflich fixiert, sondern im Konstruktionsprozess abzustimmen. Aufgrund der Anonymität der Kunden sind Analogien in Unternehmensprozessen zu sehen, in denen Abstimmungen gegenüber einem anonymen Markt vorgenommen werden. Die Zusammenhänge werden in Abb. 11 veranschaulicht und im Folgenden ausgeführt.

Durch die prozessorientierte Sichtweise wird die Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung transparent. Die Konstruktion des Referenzmodells ist auf die Erzielung eines Modellzustands hin auszurichten, der einem avisierten Kundennutzen entspricht. Das Ausmaß, in dem dieses für einen *einzelnen* Kunden gelingt, entscheidet über die von diesem wahrgenommene Empfehlenswürdigkeit als individuelle Nutzenbeurteilung. Das Interesse einer möglichst weiten Gültigkeit adressiert hingegen die *Anzahl* der Kunden als Mengenkomponekte des Nutzens. Der dem Referenzmodell zuzurechnende Gesamtnutzen ergibt sich als Produkt beider Einflussgrößen. Dieser wird durch den Konstrukteur *geplant* und durch den Nutzer *beurteilt*. Das Anwendungsfeld des Referenzmodells ist somit unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitsaspekten zu planen.¹⁴⁸ Bei entsprechend hohem

¹⁴⁶ Diese Aspekte werden üblicherweise in *Metamodellen* spezifiziert, wobei das gewählte Beispiel gegenüber dem Gegenstand des Anwendungsmodells als prozessbasiertes Metamodell zu kennzeichnen ist. Vgl. Strahinger, S. (1996), S. 19 ff., Holten, R. (1999), S. 12 und die dort zitierte Literatur. Eine Gegenüberstellung von Referenz- und Metamodellen zur Unterstützung von Konstruktionsprozessen wird in Kapitel 3.3.3 dieser Arbeit vorgenommen. SCHÜTTE unterscheidet in diesem Zusammenhang zwischen der syntaktischen Abstraktion von Referenzmodellen und der semantischen Abstraktion von Metamodellen gegenüber einem Informationsmodell. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 72 ff., Zelewski, S., Schütte, R., Siedentopf, J. (2001), S. 193 f.

¹⁴⁷ Abstraktionsbeziehungen dienen insbesondere der Adressierung eines großen Geltungsbereichs der Referenzmodelle. Auch einige Definitionen verwenden das Beziehungsmerkmal der Abstraktion. Vgl. z. B. Scholz-Reiter, B. (1990), S. 31, Becker, J., Ehlers, L., Schütte, R. (1998), S. 12 f.

¹⁴⁸ Strukturmuster solcher Bewertungsprobleme sind Gesamtkapitalrentabilitäten, unter denen der Return on Investment (ROI) eine in der Unternehmenspraxis verbreitete Kennzahl ist. Vgl. Grob, H. L. (1996), S. 324 ff. Die der Überlegung zugrunde liegende „Opfertheorie“ legt die Gestaltung mehrperiodiger Entscheidungsmodelle nahe, wie sie insbesondere in der Investitionsrechnung erstellt werden. Als Rentabilitätskennzahl ist hier entsprechend die VOFI-Gesamtkapitalrentabilität zu verwenden. Vgl. Grob, H. L. (1996), S. 331 ff., Grob, H. L. (Investition) (2001), S. 261 ff.

Nutzenausmaß einzelner Anwendungen kann deren Anzahl durchaus gering sein. Der Planung sind die Beurteilungsergebnisse gegenüberzustellen, die als Kontrolle dienen.

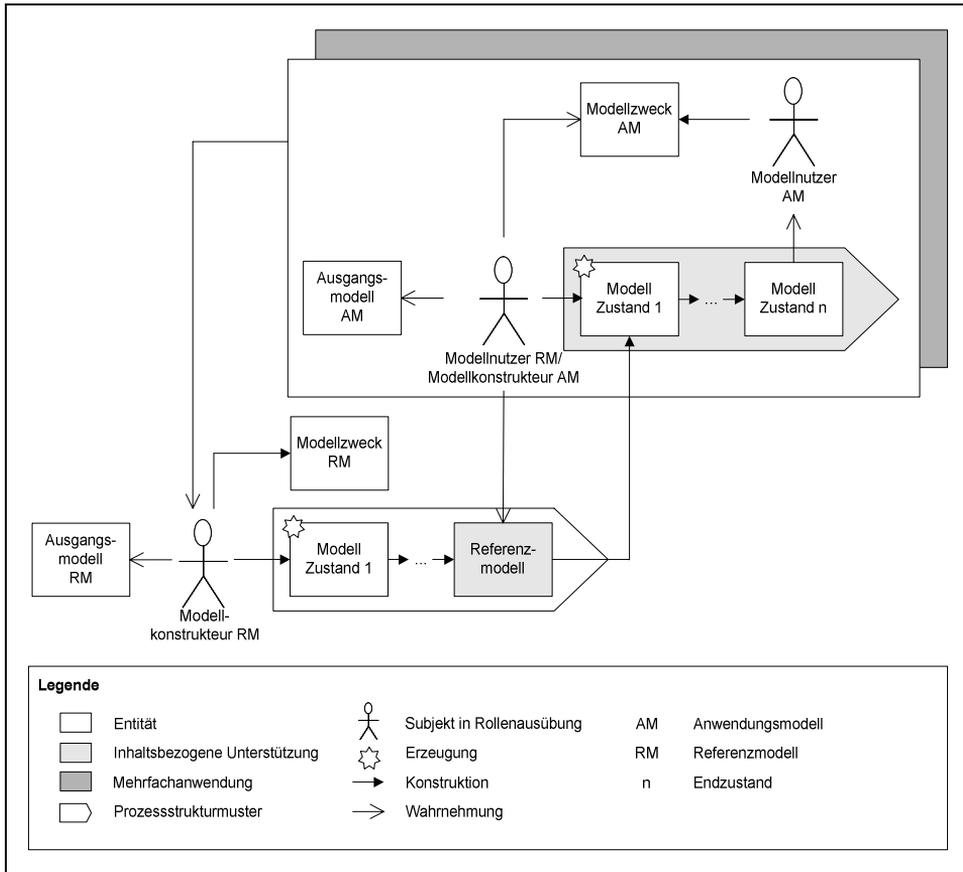


Abb. 11: Elemente des konstruktionsprozessorientierten Referenzmodellbegriffs

Der Referenzmodellbegriff macht deutlich, dass die Kennzeichnung „Referenzmodell zu sein“ eine besondere Rolle hervorhebt, die dem Modell gegenüber anderen Modellen zukommt. Werden Modelle absolut als Referenzmodelle bezeichnet (z. B. Y-CIM-Modell), so liegt zumindest die Annahme einer Menge von Anwendungsmodellen zugrunde. Bei einer solchen Kennzeichnung ist auch das relative Gewicht verschiedener Rollen zu beachten, die dem Modell in alternativen Verwendungsrichtungen zukommen. So könnte etwa jedes explizierte Modell als Referenzmodell bezeichnet werden, das diese Eigenschaft im Zuge subjektiver Wahrnehmungen erhält, durch die sich Inhalte des Modells im mentalen Modell des Betrachters niederschlagen. Sämtliche explizierte Modelle somit als Referenzmodelle zu bezeichnen, erscheint jedoch abwegig. Die Bezeichnung eines Modells als Referenzmodell wird daher Fällen vorbehalten, in denen der Aspekt einer inhaltsbezogenen Wiederverwendung im Vordergrund steht. Die Bezeichnung des Modells als Referenzmodell erscheint jedoch nur dann angebracht, wenn gerade der hier angesprochene Aspekt der Wiederverwendung von Inhalten zu betonen ist.

Die konstruktionsprozessorientierte Sichtweise führt somit auf einen Referenzmodellbegriff, in dem die geplante und effektive Wiederverwendung von Inhalten in den Vordergrund gestellt wird. Der hier vorgeschlagene Ansatz ist daher auch als *wiederverwen-*

dungsorientierter Referenzmodellbegriff zu differenzieren. Dieses Begriffsverständnis wird auch dem zu beobachtenden Einsatzspektrum von Referenzmodellen gerecht. Zwei Verwendungsbereiche sind richtungsweisend:

Wirtschaftlicher Verwendungszweck: Für die Konstruktion von Informationsmodellen verspricht der Einsatz von Referenzmodellen einen wirtschaftlichen Vorteil. Er erwächst daraus, dass die im Referenzmodell gebotenen Informationen sowohl die Effektivität der Konstruktion sichern (z. B. Expertenwissen, Integration) als auch zugleich deren Effizienz (z. B. Wiederverwendung) fördern. In dieser Verwendungsrichtung stehen einzelne Einsatzzwecke entsprechend in Relation zu denen von Informationsmodellen.¹⁴⁹

Wissenschaftlicher Verwendungszweck: Aus Sicht der Wirtschaftsinformatik, deren Erkenntnisobjekt Informationssysteme sind, die anhand von Informationsmodellen beschrieben werden, kommt dem mit Referenzmodellen explizierten Wissen auch ein wissenschaftlicher Stellenwert zu.¹⁵⁰ Referenzmodelle haben das Potenzial, als *Theorien*¹⁵¹ der Wirtschaftsinformatik zu fungieren, die in der Repräsentationsform des Modells formuliert sind.¹⁵² Die Entwicklung von Referenzmodellen mit diesem Anspruchsniveau trägt damit zur Erkenntnisbildung wirtschaftsinformatischer Forschung bei. Im Rahmen der Lehre dienen sie zugleich der Ausprägung mentaler Modelle in Lernprozessen.¹⁵³ Gesteigert wird ihre Bedeutung dadurch, dass jede Konstruktion im Lichte eines Deutungsmusters erfolgt, sodass Referenzmodelle der Explikation semantischer Regeln dienen.¹⁵⁴

Die konstruktionsprozessorientierte Auffassung des Referenzmodellbegriffs hilft, Implikationen des Begriffs der *Referenzmodellierung* aufzudecken. Hierzu gehört insbesondere die in der Referenzmodellierung zu leistende Gestaltungsaufgabe.

2.3.3 Einführung des Referenzmodellierungsbegriffs

Der Begriff der *Referenzmodellierung* ist analog zu dem der Modellierung durch Spezialisierung einzuführen.

¹⁴⁹ Diese Einsatzfelder sind sowohl durch theoretische Beiträge als auch durch Studien gegenüber der Praxis belegt. Vgl. Marent, C. (1995), S. 304. Zu der von SCHÜTTE durchgeführten Studie zu Zielen von Referenzmodellern vgl. Schütte, R. (1998), S. 75 ff. Zur Beschreibung dieser Einsatzfelder vgl. auch Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 27 f., Hars, A. (1994), S. 32 ff., Mertens, P. et al. (1997), S. 66, Rosemann, M., Schütte, R. (1999), S. 28 ff., Jung, J., Kirchner, L. (2001), S. 35 ff.

¹⁵⁰ Zur Bedeutung von Referenzmodellen in wissenschaftstheoretischer Hinsicht, vgl. Schütte, R., Becker, J. (1998), S. 5.

¹⁵¹ Theorien bestehen aus Sätzen oder Gesetzen, die eine Klasse von Phänomenen derart zusammenfassen, dass diese als wissenschaftliche Erkenntnis ausgewiesen werden können. Vgl. Götschl, J. (1980), S. 636. In diesem Sinne sind sie begriffliche Hilfsmittel, die es ermöglichen, wissenschaftliches von außerwissenschaftlichem Wissen auszugrenzen und dieses in eine intersubjektive und objektivierte Erkenntnisform zu bringen. Zu konkretisierenden Anforderungen vgl. etwa Frank, U. (Sprachen) (1999), S. 133 ff.

¹⁵² Diese Interpretation wird maßgeblich von SCHÜTTE/BECKER angestoßen, die auf die Bedeutung von Referenzmodellen als Theorie der Modellierung hinweisen. Vgl. Schütte, R., Becker, J. (1998), S. 5. Eingeringt wird in diesem Kontext, dass sie nicht allen Ansprüchen einer Theorie im wissenschaftstheoretischen Sinn genügen. Hervorgehoben wird aber der *strukturierende* Beitrag, der dazu führt, dass Informationsmodelle im Lichte des Referenzmodells wahrgenommen werden. Auf Basis des Informationsmodellbegriffs sind diese Aussagen analog auf Informationssysteme zu übertragen. Die Ausführungen werden hier auf das Potenzial eingeschränkt, da neben formalwissenschaftlichen Kriterien auch ein den wissenschaftlichen Erkenntnisstand reflektierendes inhaltliches Niveau zu sichern ist.

¹⁵³ Zu Lernprozessen im Kontext der wissenschaftlichen Lehre vgl. Grob, H. L., vom Brocke, J., Lahme, N. (2001), S. 2 ff. und die dort zitierte Literatur.

¹⁵⁴ Vgl. Schütte, R., Becker, J. (1998), S. 5.

*Die **Referenzmodellierung** (ausführlich: Referenz-Informationsmodellierung) ist ein spezielles Arbeitsgebiet der Informationsmodellierung, in dem Referenzmodelle betrachtet werden.*

Die übergeordnete Aufgabe der Referenzmodellierung besteht darin, die Akzeptanz von Referenzmodellen bei zugleich angemessenem Aufwand ihrer Erstellung zu gewährleisten.¹⁵⁵ In konstruktionsprozessorientierter Sichtweise hat sie hierzu Gestaltungsansätze für Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen hervorzubringen, die deren Effektivität und Effizienz fördern („Konstruktionsprozesskonstruktion“).

In der gegenwärtigen Diskussion wird der Umsetzungserfolg der Gestaltungsaufgabe allerdings zunehmend infrage gestellt. So wird weitgehend einvernehmlich auf den besonders hohen Aufwand der Konstruktion von Referenzmodellen hingewiesen und der Nutzungserfolg dagegen eher verhalten beurteilt.¹⁵⁶ BECKER ET AL. betonen insbesondere das zugleich gegebene hohe Risiko der Akzeptanz entwickelter Referenzmodelle.¹⁵⁷ Besonders diese Akzeptanz wird angesichts gegenwärtiger Konstruktionen zunehmend beklagt. So stellt FRANK fest, dass es bislang nicht gelungen ist, „[...] Referenzmodelle für bestimmte Anwendungsdomänen so am Markt zu etablieren, dass sie als Grundlage für die Erstellung wieder verwendbarer Software-Artefakte und darauf aufbauender, hochintelligenter Informationssysteme dienen können.“¹⁵⁸

Erklärungen für den gering eingeschätzten Erfolg von Referenzmodellen sind maßgeblich in ihren Konstruktionsprozessen zu suchen. Probleme der Akzeptanz sowie der daraus resultierenden Verbreitung stellen deren Effektivität infrage. Der relativ hoch eingeschätzte Aufwand ist ein Indiz für die geringe Effizienz der Prozesse. Die erschwerenden Bedingungen im Umfeld der Referenzmodellierung (z. B. Subjektivität) rechtfertigen das Scheitern von Konstruktionen dabei nicht. Diese Bedingungen sind vielmehr als Kontextfaktoren in die Prozessgestaltung mit einzubeziehen. Dabei ist durchaus auch zu berücksichtigen, dass die Effektivität und Effizienz nicht alleine durch die Prozessgestaltung zu gewährleisten ist. In dieser Hinsicht sind in der Referenzmodellierung Wirtschaftlichkeitsüberlegungen zu alternativen Konstruktionen anzustellen, in denen situativ¹⁵⁹ über die Vorteilhaftigkeit alternativer Konstruktionsvorhaben zu entscheiden ist. Denkbar ist, dass die Überlegungen auch zu dem Ergebnis führen können, auf Konstruktionen zu verzichten.

Zur Eingrenzung der Problemursachen ist zu untersuchen, welche Gestaltungsansätze die Referenzmodellierung bislang für Konstruktionsprozesse vorsieht. Dabei fällt auf, dass der Ausgangspunkt einer Kette von Ursachen darin liegt, dass das mit der Gestaltung von Konstruktionsprozessen verbundene Aufgabenfeld weitgehend unklar ist. Insbesondere fehlen Systematiken, die den Gestalter von Konstruktionsprozessen dabei unterstützen, sämtliche relevanten Gestaltungsbereiche zu berücksichtigen und diese untereinander abzustimmen. Derartige Systematiken sind zu erarbeiten.

¹⁵⁵ Mit der Referenzmodellierung als speziellem Gebiet der Informationsmodellierung befasst sich insbesondere die Fachtagung *Referenzmodellierung*, die seit 2001 im 5. Jg. ausgerichtet wurde. Vgl. RefMod (2001).

¹⁵⁶ Vgl. Frank, U. (Referenzmodell) (2000), S. 1, Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 2 f., Frank, U. (Modelle) (2000), S. 6.

¹⁵⁷ Vgl. Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 2 f.

¹⁵⁸ Frank, U. (Referenzmodell) (2000), S. 1. FRANK trifft die Aussage implizit im Zusammenhang mit wissenschaftlichen Arbeiten der Informationsmodellierung, insbesondere die von BECKER/SCHÜTTE, SCHEER und des ESPRIT CONSORTIUM AMICE. Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), ESPRIT Consortium AMICE (Hrsg.) (1989). Er betont jedoch explizit, dass „[auch] ähnliche Anstrengungen in der Industrie [...] zumeist nicht erfolgreich [waren].“ Frank, U. (Referenzmodell) (2000), S. 1.

¹⁵⁹ Der Begriff „situativ“ wird in dieser Arbeit vor dem Hintergrund des pragmatischen Grundmodells des situativen Ansatzes der Organisationstheorie verwendet. Vgl. hierzu Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 60.

3 Gestaltung von Konstruktionsprozessen

3.1 Ausgangssituation

Obwohl die Gestaltung von Konstruktionsprozessen zu einem wesentlichen Aufgabenbereich der Wirtschaftsinformatik zählt,¹⁶⁰ herrscht bislang weitgehende Unklarheit darüber, welche Aufgaben hiermit im Einzelnen verbunden sind und welche Parameter sich hierzu bieten. In Arbeiten zur Informationsmodellierung ist eine Konzentration auf *methodenbezogene* Gestaltungen zu beobachten, die einerseits implizit erfolgt, andererseits jedoch auch explizit als typisch deklariert wird.¹⁶¹ Allerdings fehlen bereits in Bezug auf Methoden hinreichend klare Erkenntnisse darüber, welchen Beitrag sie zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen liefern und hinsichtlich welcher Parameter sie zu entwickeln sind. So weisen BECKER ET AL. darauf hin, dass „[bereits] auf oberster Abstraktionsstufe [...] eine uneinheitliche Verwendung fundamentaler Begriffe wie „Methode“, „Methodik“ und „Technik“ [anzutreffen ist].¹⁶² Werden Beiträge untersucht, die als methodisch deklariert werden, so wird dort im weitesten Sinne beschrieben, wie Modelle darzustellen sind (z. B. Sprachen) und in welchen Schritten hierzu vorzugehen ist (z. B. Vorgehensmodelle).

Diese Situation erweist sich für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen in zweierlei Hinsicht als problematisch: Erstens verschließt sich die Gestaltung durch die Konzentration auf den methodenbezogenen Bereich Potenzialen, die sich durch Parameter anderer Bereiche ergeben könnten. Zweitens bleibt trotz dieser Beschränkung letztlich unklar, welche Leistung mit der Gestaltungsaufgabe zu vollbringen ist und welche Handlungsalternativen sich diesbezüglich mit welchen zu erwartenden Konsequenzen anbieten.

Als Lösung wird hier eine pragmatische Sicht auf die Aufgabe der Gestaltung von Konstruktionsprozessen eingenommen. Demnach sind grundsätzlich sämtliche Gestaltungsbereiche in die Betrachtung einzuschließen, von denen ein Einfluss auf die Effektivität und Effizienz der Konstruktionsprozesse ausgeht. Im Einzelfall ist demnach in Abhängigkeit der vorliegenden Situation zu prüfen, welche Bereiche als relevant zu erachten und in die Gestaltung einzubeziehen sind. Zur Unterstützung der Gestaltungsaufgabe sind Strukturmuster zu identifizieren, die auf gestaltungsrelevante Aspekte hinweisen und hierzu aus typischen Konstruktionssituationen abgeleitet werden.

Aus der Übertragung von Erkenntnissen der Systemtechnik auf den Konstruktionsprozess können zwei Strukturmuster gewonnen werden, die eine theoretische Grundlage für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen liefern: Das eine systematisiert wiederkehrende Aspekte allgemeiner Systeme, die zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen herangezogen werden können. Das andere zeigt Ordnungseinheiten zielgerichteter Systeme

¹⁶⁰ Vgl. WKWI (1994), S. 81, Gunzenhäuser, R. et al. (1995), S. 18, Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 1. Siehe hierzu auch die Ergebnisse der Delphistudie zu den Erkenntniszielen der Wirtschaftsinformatik bei HEINZL/KÖNIG/HACK, vgl. Heinzl, A., König, W., Hack, J. (2001), insbes. S. 226, 230.

¹⁶¹ Die Beiträge nehmen zum Teil auf die von BECKER beschriebenen Ziele und Aufträge der Wirtschaftsinformatik Bezug. Er hebt ein „Erkenntnisziel (Verstehen der Realwelt)“ und ein „Gestaltungsziel (Einwirken auf die Realwelt)“ sowie einen „methodischen Auftrag (Entwicklung von Methoden zum Erkennen und Gestalten)“ und einen „inhaltlich-funktionalen Auftrag (Anwendung der Methoden im betrieblichen Umfeld)“ hervor. Vgl. Becker, J. (1995), S. 133. So positioniert SCHWEGMANN seine Arbeit derart, dass er Erkenntnisse über und Gestaltungen von Darstellungstechniken (UML) dem methodischen Auftrag zugeordnet. Eine Fallstudie zu deren Anwendung (Lagerhaltung) wird demgegenüber als Gestaltung im inhaltlich-funktionalen Auftrag unterstellt. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 2 f. Vgl. auch Fettke, P., Loos, P. (Katalog) (2001), 1.

¹⁶² Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 1. Vgl. auch Kaschek, R. (1998), S. 2.

auf, die über die Differenzierung der Konstruktionsprozesse hinaus auch deren Gestaltung dienen. Sie bieten eine domänenunabhängige Terminologie dafür, *was* im Einzelnen mit Gegenständen, Inhalten und Darstellungen der Modelle zu konstruieren ist (z. B. Datenmodell oder Funktionsmodell). Durch die Domänenunabhängigkeit können sie in mehrfacher Weise auf Gestaltungsaufgaben der Referenzmodellierung projiziert werden. Insbesondere bietet die Konkretisierung der Leistungstypen Anhaltspunkte für die in der Referenzmodellierung zu schaffende Gestaltung der Konstruktionsprozesse (z. B. Darstellungstechniken).

Über diese in mehrfacher Hinsicht anzuwendenden Muster hinaus lassen sich aus modelltheoretischen Erkenntnissen zudem typische Aspekte von Konstruktionsprozessen ableiten. Auch sie werden in einem Strukturmuster systematisiert, das als konzeptioneller Bezugsrahmen für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen dient. Beide Strukturmuster sind nachfolgend zu erläutern, um zu konkretisieren, welche Aufgaben mit der Gestaltung von Konstruktionsprozessen verbunden sind.

3.2 Systemtechnische Strukturmuster als theoretische Grundlage der Gestaltung von Konstruktionsprozessen

3.2.1 Systemtechnik als Anwendung von Systemtheorien

Systemtheorien¹⁶³ befassen sich mit dem Aufbau und dem Verhalten von Systemen, um diese zu beschreiben und zu verstehen.¹⁶⁴ ULRICH/PROBST definieren ein System wie folgt: „Ein System ist ein dynamisches Ganzes, das als solches bestimmte Eigenschaften und Verhaltensweisen besitzt. Es besteht aus Teilen, die so miteinander verknüpft sind, dass kein Teil unabhängig ist von andern Teilen und das Verhalten des Ganzen beeinflusst wird vom Zusammenwirken aller Teile.“¹⁶⁵ In der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur hat sich eine Fokussierung auf drei konstituierende Systemmerkmale durchgesetzt, die in der folgenden Definition zum Ausdruck kommen.

*Ein System besteht aus Elementen und deren Beziehungen untereinander und besitzt Grenzen gegenüber seiner Umwelt.*¹⁶⁶

In der Wirtschaftsinformatik ist eine handlungsorientierte Verwendung der Systemtheorie im Sinne der *Systemtechnik* (engl.: Systems Engineering) etabliert. Diese kennzeichnet eine auf die Gestaltung gerichtete Verwendung der systemtheoretischen Erkenntnisse, die auf die Herbeiführung sachgerechter, realisierbarer und operationaler Lösungen zielt.¹⁶⁷

¹⁶³ Systemtheorien sind durch mehrere Strömungen gekennzeichnet. Vgl. Lenk, H. (Systemtheorie) (1980), S. 617 f. Als grundlegend ist die allgemeine Systemtheorie nach VON BERTALANFFY anzusehen. Vgl. von Bertalanffy, L. (1968).

¹⁶⁴ Vgl. von Bertalanffy, L. (1968), Ulrich, H. (1970), Baetge, J. (1974), Ropohl, G. (1979), S. 49-103.

¹⁶⁵ Ulrich, H., Probst, G. J. B. (1991), S. 30. Zu ähnlichen Ansätzen – allerdings ohne expliziten Hinweis auf Verhaltensweisen – vgl. auch Rosemann, M. (1996), S. 14. Vgl. in diesem Sinne auch HALL/FANGEN, zit. bei Lenk, H. (Systemtheorie) (1980), S. 617.

¹⁶⁶ Vgl. Baetge, J. (1974), S. 11, Ulrich, H. (1970), S. 105 ff., Daenzer, W. F. (1976), S. 11 f., Daenzer, W. F., Huber, F. (Hrsg.) (1992), S. 4 ff., Alpar, P. et al. (2000), S. 18, Scheer, A.-W. (1998), S. 133. Die Merkmale stehen auch in Einklang mit einfachen Begriffseinführungen in der Wissenschaftstheorie. Vgl. z. B. Seiffert, H. (W3) (1992), S. 97, Lenk, H. (Systemtheorie) (1980), S. 615, Flechtner, H.-J. (1984), S. 228 f., Haberfellner, R. (1974), S. 6.

¹⁶⁷ Der Ansatz des System Engineering wird auf DAENZER/HUBER zurückgeführt. Zur Einführung vgl. Daenzer, W. F., Huber, F. (Hrsg.) (1992), S. X f. Vgl. auch Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 34, Lenk, H. (Systemtheorie) (1980), S. 615 f., Jensen, R. W., Toonies, C. C. (1979), S. 10.

Das System wird als abstrakter perspektivischer Begriff angesehen: Systeme *sind* nicht, sondern Konstruktionen *werden* als Systeme *interpretiert*. Aussagen abstrahieren von konkreten Systemen, um auf möglichst viele Gestaltungsaufgaben übertragen werden zu können.¹⁶⁸ In diesen Übertragungen werden systemtheoretische Aussagen anwendungsspezifisch konkretisiert.¹⁶⁹

Für die Referenzmodellierung bietet die Systemtechnik vor allem das Potenzial, Strukturmuster für wiederkehrende Probleme aufzuzeigen, die sich im Zuge von Konstruktionen stellen.¹⁷⁰ Die Verwendung derartiger Muster reduziert unmittelbar die Komplexität jeder einzelnen Konstruktionsleistung und liefert zugleich eine Vergleichsgrundlage unterschiedlicher Konstruktionsergebnisse. Darüber hinaus fördern die Muster gemeinsame Denkmodelle und tragen somit zur intersubjektiven Verständigung bei – insbesondere zwischen Konstrukteur und Nutzer. Um die aufgezeigten Potenziale der Systemtechnik für die Referenzmodellierung nutzen zu können, sind relevante Strukturmuster zu identifizieren und zu standardisieren. Sie können dann als Teil einer Terminologie zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen dienen und somit eine theoretische Grundlage der Gestaltungsaufgabe liefern.

Im Folgenden werden zwei grundlegende Strukturmuster erarbeitet, die für die weitere Erkenntnisgewinnung der Arbeit wesentlich sind: Das Strukturmuster zur Beschreibung allgemeiner Systeme zeigt auf, hinsichtlich welcher Aspekte ein System für die Konstruktion betrachtet werden kann. Es dient sowohl der Durchführung von Beschreibungen als auch der Entwicklung adäquater Methoden. Das Strukturmuster für die Gestaltung zielgerichteter Systeme stellt wesentliche Elemente der Ausführung und Gestaltung von Systemen zur Erreichung spezifischer Ziele dar. Es kann sowohl für die Strukturierung von Beschreibungen entsprechender Systeme als auch für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen selbst verwendet werden.

3.2.2 Strukturmuster für Systemaspekte allgemeiner Systeme zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen

3.2.2.1 Identifikation etablierter Strukturmuster für Systemaspekte

Ein grundlegendes Problem der Informationsmodellierung ist die Frage, in Bezug auf welche Aspekte Gegenstände in Konstruktionsprozessen auszugrenzen, zu formieren und

¹⁶⁸ Stellenweise wird den Erkenntnissen daher der Stellenwert einer interdisziplinären Metatheorie zugesprochen. Vgl. Ropohl, G. (1979), S. 49 ff., Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 14.

¹⁶⁹ Die Anwendung der Systemtechnik hat in den Wirtschaftswissenschaften eine gewisse Tradition. In der Organisationsgestaltung etwa konstituiert sich die sog. systemtheoretisch-kybernetische Organisationstheorie. Vgl. Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 47 ff. sowie die Ausführungen zum organisationalen Aspekt des Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Diese sind wiederum Grundlage weiterer Theorien, wie z. B. der Principal Agency-Theorie, die auch Bezugspunkt für Konzepte des Managements und Controllings sind.

¹⁷⁰ Mit der Systemtechnik sind in der Literatur auch weiterreichende Erwartungen verbunden worden. LASZLO stellt die allgemeine Systemtheorie nach VON BERTALANFFY als neues Paradigma der wissenschaftlichen Forschung dar. Vgl. Laszlo, E. (1973), S. 298. LENK weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass einige der engagierten Vertreter die Systemtheorie geradezu als „Zauberstab zur Lösung aller interdisziplinärer Systemprobleme“ präsentieren. Vgl. Lenk, H. (Systemtheorie) (1980), S. 617. Hier wird der Auffassung gefolgt, dass die Systemtechnik Ansätze zur Problemstrukturierung liefert, die Lösung der Probleme jedoch fachspezifischer Interpretationen und Schlussfolgerungen bedarf.

darzustellen sind. Anhaltspunkte hierzu werden in Arbeiten zur Systemtheorie und -technik gesucht, die aufgrund des Abstraktionsniveaus und der Perspektivität des Systembegriffs in besonderem Maße geeignet erscheinen, domänenunabhängige Standards zu vereinbaren, über die eine intersubjektive Einigung hergestellt werden kann.¹⁷¹ Indem der zu konstruierende Gegenstand bei diesem Ansatz als System interpretiert wird, kann eine Differenzierung von Konstruktionsprozessen nach einzelnen Systemaspekten erfolgen.

Bei der Umsetzung dieses Ansatzes treten jedoch Probleme auf. So existieren verschiedene Strukturmuster, die zueinander nur begrenzt kompatibel sind. Zudem erweist sich die den Mustern zugrunde liegende Terminologie als unvorteilhaft, um zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen verwendet zu werden.

Im Folgenden sind die in der Wirtschaftsinformatik verwendeten Muster für Systemaspekte der Arbeiten von ROPOHL und NIEMEYER sowie – stellvertretend für den angloamerikanischen Raum – von MILLER zu untersuchen.¹⁷² Zu untersuchen ist, inwieweit sich diese Muster als Terminologie für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen eignen. Zugleich ist das Augenmerk auf typische Grundstrukturen der Systemaspekte zu richten, die den Mustern trotz der Unterschiedlichkeit immanent sind. Die Untersuchungsergebnisse bilden die Grundlage für die Erarbeitung eines neuen Strukturmusters für Systemaspekte, das sich zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen eignet.

Strukturmuster im Ansatz von ROPOHL

ROPOHL kritisiert die Verwendung konkurrierender Systemkonzepte, die jeweils spezifische Eigenschaften von Systemen in den Vordergrund stellen.¹⁷³ Er demonstriert ihre Kompatibilität anhand der Unterscheidung eines strukturalen, eines funktionalen und eines hierarchischen Systemkonzepts. Für die hier angestellte Betrachtung ist die innerhalb der Konzepte verwendete Terminologie wesentlich, die auch in Arbeiten zur Informationsmodellierung zur Kennzeichnung der zu beschreibenden Systemaspekte verwendet wird.¹⁷⁴ Im strukturalen Konzept werden die Systemelemente und deren Relationen zueinander betrachtet, die die *Systemstruktur* ergeben. Das funktionale Konzept stellt das *Systemverhalten* heraus, das das System gegenüber seiner Umwelt zeigt, indem es Eingangs- in Ausgangsgrößen transformiert. Originär wird das System hier als Blackbox betrachtet, kann jedoch hinsichtlich statischen und dynamischen Verhaltens differenziert werden.¹⁷⁵ Während das *statische* Systemverhalten die logische Struktur des Verhaltens kennzeichnet, stellt das *dynamische* Systemverhalten dessen tatsächliche Ausführung dar. Im hierarchischen Konzept wird die Strukturierung des Systems in Teilsysteme untersucht. Betrachtet werden hierarchische Aggregations- und Disaggregationsbeziehungen zwischen Teilsystemen, in denen Sub- und Supersysteme gebildet werden. Anhand des Gliederungsergebnisses kann die Systemkomplexität als Anzahl an Elementen und Elementbe-

¹⁷¹ Die herausragende Bedeutung der intersubjektiven Abstimmung in Konstruktionen, an denen mehrere Stakeholder beteiligt sind, ist mit der Einführung des Modellbegriffs veranschaulicht worden. Die Relevanz der intersubjektive Modellqualität begründet die konstruktionsorientierte Auffassung des Modellbegriffs. Vgl. hierzu Kapitel 2.1 dieser Arbeit.

¹⁷² Die Historie des Systembegriffs wird auf Aufzeichnungen aus dem 1. Jh. v. Chr. zurückgeführt. Philosophisch und wissenschaftstheoretisch lassen sich bis heute zahlreiche Strömungen und Bedeutungswandel erkennen. Die Ausführungen konzentrieren sich daher auf Häufungen nachweisbarer Verwendungen von Systemaspekten im Schrifttum der Wirtschaftsinformatik. Zur historischen Begriffsentwicklung vgl. Jantsch, E. (1994), S. 331-338.

¹⁷³ Vgl. Ropohl, G. (1978), S. 14-19, Ropohl, G. (1979), S. 54 sowie zusammenfassend Seiffert, H. (W3) (1992), S. 126-133, Lenk, H. (Systemtheorie) (1980), S. 615 und die dort zitierte Literatur.

¹⁷⁴ Zu Arbeiten, die in diesem Sinne auf der Terminologie von ROPOHL aufbauen, vgl. Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (2001), S. 217 ff., Schütte, R. (1998), S. 63 ff.

¹⁷⁵ Zum Blackboxcharakter vgl. Ropohl, G. (1979), S. 54. Zur Differenzierung in statisches und dynamisches Verhalten in diesem Sinne vgl. auch Ropohl, G. (1971), S. 121, Lehner, F. (Positionierung) (1995), S. 50.

ziehungen und die Systemkompliziertheit als deren Inhomogenität bemessen werden. Der Systemkomplexität kann die Umwelt- und Weltkomplexität gegenübergestellt werden.¹⁷⁶

Strukturmuster im Ansatz von NIEMEYER

NIEMEYER nimmt eine differenzierte Betrachtung der charakteristischen Aspekte von Systemen vor.¹⁷⁷ Den Ausgangspunkt bildet eine grobe Dreiteilung, derzufolge Systeme durch ihre Struktur, ihren Zustand und ihr Verhalten charakterisiert werden.¹⁷⁸ Die *Struktur* wird durch die Menge der Elemente und Elementbeziehungen spezifiziert, die zu einem Zeitpunkt bestehen.¹⁷⁹ Weitere Muster werden hinsichtlich der Strukturbildung eingeführt. Kombinationsbeziehungen beschreiben Beziehungen zwischen Elementen, die den Systemaufbau betreffen. Interaktionsbeziehungen legen die Möglichkeit des Einwirkens des einen auf das andere Element fest. Die *statische* Struktur beschreibt die Gesamtheit aller sich in einem Systemdesign ergebenden Einwirkungsmöglichkeiten. Änderungsbeziehungen zwischen Elementen, die sich im Übergang von der einen zur anderen statischen Struktur bilden, werden in der *dynamischen* Struktur beschrieben. Sie stellen damit Änderungen im Aufbau des Systems dar, wie sie üblicherweise im Zeitablauf eintreten. Der *Zustand* bezeichnet die zu einem Zeitpunkt innerhalb der Struktur vorliegenden Eigenschaftsausprägungen und bewegt sich damit im Rahmen der durch den herrschenden Systemaufbau gegebenen möglichen Ausprägungen. Als Verhalten werden Zustandsveränderungen betrachtet, die durch Wahrnehmung statischer Interaktionsbeziehungen entstehen. Während das *statische* Verhalten die Menge aller möglichen Übergangsfolgen beschreibt, kennzeichnet das *dynamische* Verhalten deren Ausführung durch Realisierung von Zustandsfolgen im Zeitablauf.

Strukturmuster im Ansatz von MILLER

Ein vergleichsweise einfacher Ansatz wird sowohl im angloamerikanischen Raum als auch in frühen Arbeiten der Organisationslehre verwendet.¹⁸⁰ Hier wird allein zwischen Struktur und Prozess unterschieden.¹⁸¹ Während die *Struktur* die Anordnung der Subsysteme kennzeichnet, werden sämtliche darin stattfindenden Änderungen als *Prozesse* bezeichnet.¹⁸²

¹⁷⁶ Die Komplexität ist in dieser Reihenfolge immer zunehmend. Als Weltkomplexität wird die Umwelt aller möglichen Systeme bezeichnet und kann damit auch außerhalb der Welt nicht erweitert werden. Vgl. hierzu die bei SCHÜTTE zusammengeführte Literatur. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 38.

¹⁷⁷ Vgl. Niemeyer, G. (1977), S. 2-5.

¹⁷⁸ Zu Arbeiten der Informationsmodellierung, die den Ansatz von NIEMEYER berücksichtigen, vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 14.

¹⁷⁹ Auch wenn sie zumeist für einen Zeitraum Bestand hat, so ist sie doch (minimal) eine zeitpunktbezogene Eigenschaft des Systems.

¹⁸⁰ Dieses zeigen Anwendungen in der Organisationslehre. Zu klassischen Arbeiten vgl. Kosiol, E. (1976), S. 186 f. Sie wird auch in moderneren Arbeiten zur Organisationsentwicklung übernommen, in der gerade die Prozessorientierung als ein gegenüber der Strukturorientierung neues Paradigma eingeführt wird. Auch Arbeiten im angloamerikanischen Sprachraum zeigen dies. Zum Reengineering vgl. hier Hansen, G. A. (1994), S. 132. Zum Accounting vgl. Miller, J. G. (1978), S. 22 f. Im Zusammenhang mit Information Systems vgl. Ryan, N., Smith, D. (1995), S. 101.

¹⁸¹ Zur Anwendung des Musters in der Informationsmodellierung vgl. Kugeler, M., Rosemann, M. (1998), S. 7.

¹⁸² Vgl. Miller, J. G. (1978), S. 22 f.

3.2.2.2 Beurteilung etablierter Strukturmuster zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen

Die untersuchten Strukturmuster für Systemaspekte mögen zwar für viele Betrachtungen hilfreich sein. Für die Differenzierung von Konstruktionsprozessen der Informationsmodellierung erweisen sie sich jedoch als unvorteilhaft. Zum einen unterscheiden sich die Muster und sind trotz partieller Strukturanalogien nur begrenzt kompatibel zueinander. Zum anderen erweist es sich als hinderlich, dass sie nicht für Zwecke der Strukturierung von Wahrnehmungen in Konstruktionsprozessen konzipiert worden sind und sich daher terminologische Probleme ergeben. Beide Problembereiche sind anhand einiger Beispiele zu veranschaulichen und hinsichtlich ihrer Konsequenzen für die Informationsmodellierung zu interpretieren.

Inkompatibilität der Strukturmuster

Die Struktur bei NIEMEYER entspricht der Menge der möglichen Eigenschaften und deren Beziehungen zueinander im Strukturkonzept nach ROPOHL. Mit Kombinationsbeziehungen werden auch Aspekte der Systembildung und mit dynamischen Interaktionsbeziehungen auch solche von Systemevolutionen betrachtet. Kombinationsbeziehungen und statische Interaktionsbeziehungen sind damit als Eigenschaften und Relationen zwischen diesen anzusehen. Dynamische Interaktionsbeziehungen betreffen die Evolution des Systems und werden in den übrigen Ansätzen nicht betrachtet. Die Differenzierung der Systemkonzepte führt grundsätzlich auf ein Muster, das auf erster Ebene mit der anwendungsorientierten Unterscheidung in Struktur und Prozess, wie hier etwa von MILLER, korrespondiert. Während der Strukturbegriff weitgehend gleich verwendet wird, entsprechen sich die Begriffe Prozess und Verhalten. Allerdings wird mit dem Prozessbegriff keine Unterscheidung in sog. statisches und dynamisches Verhalten vorgenommen. Wird der Prozessbegriff analog in statische und dynamische Prozesse oder anwendungsorientiert in Prozessstruktur und Prozessinstanz erweitert¹⁸³, stellt sich zudem ein Konflikt mit dem Strukturbegriff des Ansatzes.

Terminologie auf Basis der Strukturmuster

Schwerwiegender noch als die Inkompatibilität der Muster untereinander erweist es sich, dass die aus ihnen abgeleitete Terminologie zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen grundsätzlich infrage zu stellen ist. Problematisch ist insbesondere das zugrunde liegende Verständnis von Struktur und Verhalten sowie Statik und Dynamik. So bezeichnet die dynamische Systemstruktur bei NIEMEYER keine „dynamische Struktur“, sondern vielmehr eine Sicht, bei der Änderungsbeziehungen zwischen Elementen des Systems interessieren. Ebenso wird bei der Unterscheidung zwischen statischem und dynamischem Systemverhalten bei ROPOHL und NIEMEYER nicht etwa Verhalten betrachtet, das einerseits als statisch und andererseits als dynamisch zu bezeichnen wäre. Vielmehr wird der Blick einmal auf die Menge möglicher Verhaltensweisen und einmal auf einzelne Instanzen innerhalb dieses Rahmens gerichtet.

Zudem wird die Differenzierung zwischen Dynamik gegenüber der Statik in mehreren Bedeutungen verwendet. Während im Fall der dynamischen Struktur die *Änderung* des statischen Systems gemeint ist, kennzeichnet das dynamische Verhalten eine *Instanz* des statisch auf Typebene beschriebenen Verhaltens. Auch führt die Terminologie zu Kombinationen der Begriffspaare statisch und dynamisch sowie Struktur und Verhalten, die sich als

¹⁸³ Zur Beschreibung von Prozessen wird betont, dass sämtliche relevanten Systembestandteile und -ausprägungen heranzuziehen sind. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 16.

ungünstig erweisen. So erscheint es wenig anschaulich, einen Gegenstand in Bezug auf statisches Verhalten und dynamische Strukturen zu konstruieren.

Trotz der aufgezeigten Unzulänglichkeiten beginnt sich in der Informationsmodellierung eine Unterscheidung in Struktur- und Verhaltensmodelle zu etablieren, die zudem nicht immer exakt auf ein Strukturmuster abgestützt wird.¹⁸⁴ Auf diese Weise bestehen bei der Konstruktion des Systemverhaltens geradezu regelmäßig Unklarheiten, da dort insbesondere in der Referenzmodellierung die Menge möglicher Verhaltensweisen interessieren wird, wozu die logische Struktur des Verhaltens konstruiert wird.¹⁸⁵ Damit werden z. B. Prozessmodelle nicht als Strukturmodelle, sondern als Verhaltensmodelle klassifiziert, obwohl sie *Prozessstrukturen* beschreiben.¹⁸⁶ Als Strukturmodelle hingegen werden Datenmodelle und Klassendiagramme bezeichnet, obwohl letztere gerade auch Verhalten darstellen. Demgegenüber sind hinsichtlich statischer Aufbauaspekte nicht nur deren Strukturen, sondern vielmehr auch *Ausprägungen* von Interesse. Auch wenn diese nicht explizit beschrieben werden (z. B. in Form von Attributen), so prägen sie aber die Wahrnehmung und damit die Identifikation von Elementen, die entsprechende Strukturen eingehen können.¹⁸⁷ Zudem ist die Reduktion auf zwei Klassen von Modellen verkürzend. Wie schon die Arbeiten von ROPOHL und NIEMEYER zeigen, weisen Systeme darüber hinausgehende Phänomene auf, wie etwa Zustände und Ausführungen von Verhalten, die mit einer Differenzierung in Struktur- und Verhaltensmodelle nicht erfasst wären.

3.2.2.3 Vorschlag eines Strukturmusters für Aspekte allgemeiner Systeme zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen

Die Systemtechnik bietet zwar das Potenzial, standardisierte Kriterien zur Strukturierung von Wahrnehmungen in Konstruktionsprozessen zu liefern, doch sind bisher verwendete Strukturmuster für Systemaspekte einerseits inkompatibel und andererseits jeweils nur begrenzt geeignet, als Terminologie zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen zu dienen.

Im Folgenden wird ein Strukturmuster für Systemaspekte vorgeschlagen, mit dem wesentliche Unterscheidungen der Systemtheorie nachvollzogen werden und zugleich eine an die

¹⁸⁴ Anfängliche Arbeiten konzentrieren sich auf die Explikation einzelner Sichten, die sich stark an spezifischen Sprachen orientierten. Eine vergleichsweise stabile Unterscheidung wurde hinsichtlich Daten- und Funktionsmodellen vollzogen. Vgl. Amberg, M. (1993), S. 23, Frank, U. (1994), S. 79 ff. Im Kontext multiperspektivischer Informationsmodellierung werden darüber weitere Sichten benannt (z. B. die Organisation). Vgl. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 12 ff., Frank, U. (1994), S. 167, Scheer, A.-W. (2001), S. 33 ff. Während ROSEMANN in seinem morphologischen Kasten zur Informationsmodellierung somit Daten, Funktionen (bzw. Objekte), Organisation und Prozesse als Beschreibungssicht differenziert, grenzt sich insbes. SCHWEGMANN hiervon explizit ab. Er modifiziert den morphologischen Kasten hinsichtlich der Unterscheidung in Struktur- und Verhaltenssicht. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 23 f., Schwegmann, A. (1999), S. 9. Diese Differenzierung vollziehen z. B. auch Becker, J., Schütte, R. (1997), S. 441 ff., Schütte, R. (1998), S. 264 f., Schlagheck, B. (2000), S. 157, Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 12.

¹⁸⁵ Zum Strukturbegriff vgl. z. B. Dorn, G. J. W. (1980), S. 608 f.

¹⁸⁶ In der Terminologie nach NIEMEYER wird dieser Aspekt noch verstärkt. So wären hier *Prozesse* als statisches Verhalten zu kennzeichnen und deren *Reorganisation* als dynamische Struktur. SCHULTE-ZURHAUSEN kommt ausgehend von der Differenzierung in Struktur und Prozess somit explizit zu dem Ergebnis, dass „Prozess und (Aufbau-)Struktur [...] eng miteinander verwandt [sind], sodass keine scharfen Grenzen gezogen werden können.“ Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 35 f.

¹⁸⁷ SCHÜTTE unterscheidet Informationsmodelle als Struktur- und Verhaltensmodelle. Strukturmodelle werden konkreter als Datenmodelle und Verhaltensmodelle als Prozessmodelle angesehen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 277-288. SCHLAGHECK folgt diesem Ansatz. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 157. Die erstellten Prozessmodelle beschreiben aber gerade *Strukturen* des Verhaltens.

in Konstruktionsprozessen vorzunehmende Beschreibung angemessene Systematisierung und Terminologie gefunden wird.¹⁸⁸ Das Muster wird zunächst anhand des in Abb. 12 gegebenen Schemas eingeführt und anschließend durch eine semi-formale Darstellung in Abb. 13 konkretisiert.

		Beschreibungsebene	
		Typ	Instanz
Systemkriterium	Verhalten	Menge möglicher Zustandsveränderungen (z. B. Prozessstruktur)	Zustandsveränderung (z. B. Prozessinstanz)
	Eigenschaften	Menge möglicher Zustände (z. B. Datensatzstruktur)	Zustand (z. B. Datensatzausprägung)

Abb. 12: Schema des Strukturmusters für Systemaspekte

In dem Muster wird eine zweidimensionale Strukturierung von Systemaspekten vorgenommen.¹⁸⁹ In der einen Dimension wird anhand eines Systemmerkmals unterschieden, in Bezug auf welche Charakteristika die Elemente des Systems betrachtet werden: Eigenschaften oder Verhaltensweisen (*Was?*).¹⁹⁰ Dieser Systematik wird in der zweiten Dimension anhand eines Beschreibungsmerkmals gegenübergestellt, auf welcher Ebene die Kon-

¹⁸⁸ Auf diese Weise wird für Konstruktionsprozesse eine systemtechnische Fundierung von *Sichten* der Informationsmodellierung möglich. Eine Sicht ist ein inhaltlicher Aspekt, hinsichtlich dessen ein Gegenstand in Konstruktionsprozessen beschrieben wird. Vgl. Kapitel 4.3.2 dieser Arbeit.

¹⁸⁹ Die zweidimensionale Strukturierung wird durch die Beurteilungsergebnisse der Verwendung herkömmlicher Strukturmuster in der Informationsmodellierung nahe gelegt. Sie berücksichtigt, dass bei der Konzentration auf Strukturen eines Systems einerseits und dessen Verhalten andererseits dimensionsverschiedene Kriterien bei der Sichtweise auf das System angewendet werden. So ist es unvorteilhaft, als gegensätzliche Klassen von Informationsmodellen Struktur- und Verhaltensmodelle zu differenzieren, wenn in Verhaltensmodellen (z. B. Prozessmodell) gerade die Struktur des Verhaltens konstruiert wird. Zudem wird auch bei den als Strukturmodellen klassifizierten Modellen (z. B. Datenmodellen) nicht die Konstruktion der Systemstruktur als die Elemente eines Systems und deren Relationen zueinander betrachtet, wie dies dem zugrunde gelegten Systemverständnis nach ROPOHL entspricht. Vgl. Fn. 173 und Fn. 174. Konstruiert werden hingegen effektive und mögliche Zustände von Systemen.

¹⁹⁰ Die Differenzierung von *Eigenschaften* und *Verhaltensweisen* von Systemen findet mehrfache Entsprechungen in der Literatur. So zählt die Definition bei ULRICH/PROBST Eigenschaften und Verhalten zu den konstituierenden Merkmalen von Systemen. Vgl. Ulrich, H., Probst, G. J. B. (1991), S. 30 sowie das Zitat in Kapitel 3.2.1 dieser Arbeit. Die objektorientierte Systementwicklung betrachtet Objekte, die ebenfalls hinsichtlich Eigenschaften und Verhaltensweisen beschrieben werden. Vgl. z. B. Rumbaugh, J. et al. (1991), S. 1 sowie Coad, P., Yourdon, E. (1991), S. 1. Auch Arbeiten zur Fertigungswirtschaft unterscheiden in diesem Sinne. Vgl. Spur, G. (1994), S. 140 ff.

struktions vorgenommen wird: auf Typ- oder Instanzebene (*Wie?*).¹⁹¹ Systemaspekte ergeben sich in Kombination der Dimensionsausprägungen: Die Eigenschaft eines Systems auf Instanzebene ist dessen *Zustand*. Dieser Zustand¹⁹² wird durch die Menge aller Eigenschaftsausprägungen eines Systems dokumentiert. Durch sie erfolgt sowohl die Beschreibung der Elemente (z. B. Kontostand der Entität Konto) als auch deren Konfiguration (z. B. Relation Kunde „Meyer“ als Inhaber von Konto „4711“). Die Menge aller möglichen Zustände, die ein System annehmen kann, kennzeichnet dessen Eigenschaften auf Typebene (z. B. Datensatzstruktur mit Wertebereich). Während mit Eigenschaftsmodellen statische Aspekte von Systemen betrachtet werden, sind in Verhaltensmodellen dynamische Aspekte von Interesse. Als Systemverhalten werden Zustandsveränderungen bezeichnet. Analog zur Konstruktion von Eigenschaften ist zu unterscheiden, auf welcher Ebene das Verhalten betrachtet wird. Auf Typebene kennzeichnet das Systemverhalten die Menge aller möglichen Zustandsübergänge (Electronic Cash-Zahlung mit Bonitätsprüfung). Auf Instanzebene interessiert hingegen die Ausführung eines einzelnen Übergangs (z. B. Electronic Cash-Zahlung „Meyer“ i. H. v. 1000 €, Abbruch bei Bonitätsprüfung am 15.03.02, 16:01). Die Zusammenhänge der Systemaspekte werden durch eine semi-formale Darstellung des Strukturmusters in Abb. 13 veranschaulicht.¹⁹³

Die semi-formale Darstellung verdeutlicht den hier verwendeten Begriff der *Struktur*.¹⁹⁴ Entgegen der Verwendung des Begriffs in den untersuchten Strukturmustern, wird die Struktur hier nicht als Gegenbegriff zum Verhalten verwendet. Vielmehr wird berücksichtigt, dass Strukturen in Bezug auf verschiedene Konstruktionsergebnisse zu bilden sind. Sie entstehen, sobald einzelne Konstruktionsergebnisse zueinander in Beziehung gesetzt werden. So erfolgt die Konstruktion von Eigenschaften und Verhaltensweisen, indem Teilergebnisse (z. B. Kundendaten erfassen) deklariert und zueinander in Beziehung gesetzt werden (Wenn „Kundendaten erfasst“ Dann „Bonität Prüfen“). Teilergebnisse werden jeweils im Außenverhältnis als Blackbox betrachtet und können selbst im Innenverhältnis eine detaillierte Strukturierung erfahren. Sowohl bei Eigenschaften als auch bei Verhaltensweisen können hierzu unterschiedliche Ordnungskriterien verwendet werden. Eine Deklaration kann dabei auch mehrfach nach unterschiedlichen Kriterien strukturiert werden.¹⁹⁵ Der Anwendung des Strukturmusters geht die Extraktion voraus, durch die die Sys-

¹⁹¹ Die Unterscheidung zwischen Typ- und Instanzebene steht in Analogie zur Differenzierung zwischen statischem und dynamischem Systemverhalten bei NIEMEYER und ROPHOHL. Vgl. hierzu Kapitel 3.2.2.1 dieser Arbeit. Die Termini *Typ* und *Instanz* sind auch in der Informatik verbreitet. Vgl. z. B. Vossen, G. (2000), S. 276. Während auf Typebene das Potenzial des Systems betrachtet wird, liegen auf Instanzebene einzelne Realisationen vor.

¹⁹² Nach LORENZ wird als Zustand ein Sachverhalt bezeichnet, „wie er sich durch eine Aussage [...] über einen oder mehrere Gegenstände darstellen lässt.“ Lorenz, K. (Zustand) (1996), S. 863.

¹⁹³ Als Systemmerkmale werden im Modell nur die Merkmale aufgenommen, die für Systeme als konstituierend angesehen werden. Die Spezialisierungsbeziehung ist partiell, damit weitere Merkmale hinzukommen können. Ordnungsmerkmale werden zusätzlich unterschieden, da zur Strukturierung von Systempotenzialen grundsätzlich beliebige Merkmale zum Einsatz kommen können. Die disjunkte Spezialisierung des Merkmals räumt ein, zur Strukturierung auch Systemmerkmale zu verwenden. Die Existenzabhängigkeit des Systems von zumindest einer Eigenschafts- und Verhaltensdeklaration wird konstruiert, um die Abhängigkeit der Außenabgrenzung von Merkmalen im Innenverhältnis im Sinne der Interdependenz zwischen der Extraktion des Modellgegenstands und des Modellinhalts zu betonen. Zu den Namenskonventionen vgl. Fn. 89.

¹⁹⁴ Die Ausführung korrespondiert mit der semi-formalen Darstellung in Abb. 13. In diesen Fällen werden hier sowie im Folgenden die Entsprechungen durch Kursivschreibweise aufgezeigt. Hierzu wird nur der dem Nominativ Singular entsprechende Teil kursiv gesetzt. Ist eine Entsprechung des Wortes nicht unmittelbar gegeben, wird die Bezeichnung im semi-formalen Modell dem Ausdruck im Text in Klammern nachgestellt.

¹⁹⁵ Ein Beispiel hierfür ist die zum einen hierarchische und zum anderen zeitlich-sachlogische Strukturierung von Verhaltenspotenzialen. Demonstriert wird diese etwa in Funktionsdekompositionsdiagrammen und Ereignisgesteuerten Prozessketten der ARIS-Architektur. Vgl. z. B. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 17 ff.

temgrenzen gesetzt werden. Das Muster ist somit auf variierenden Abstraktionsebenen auch rekursiv anwendbar. Für sämtliche Konstruktionsergebnisse kann eine Darstellung angeschlossen werden.

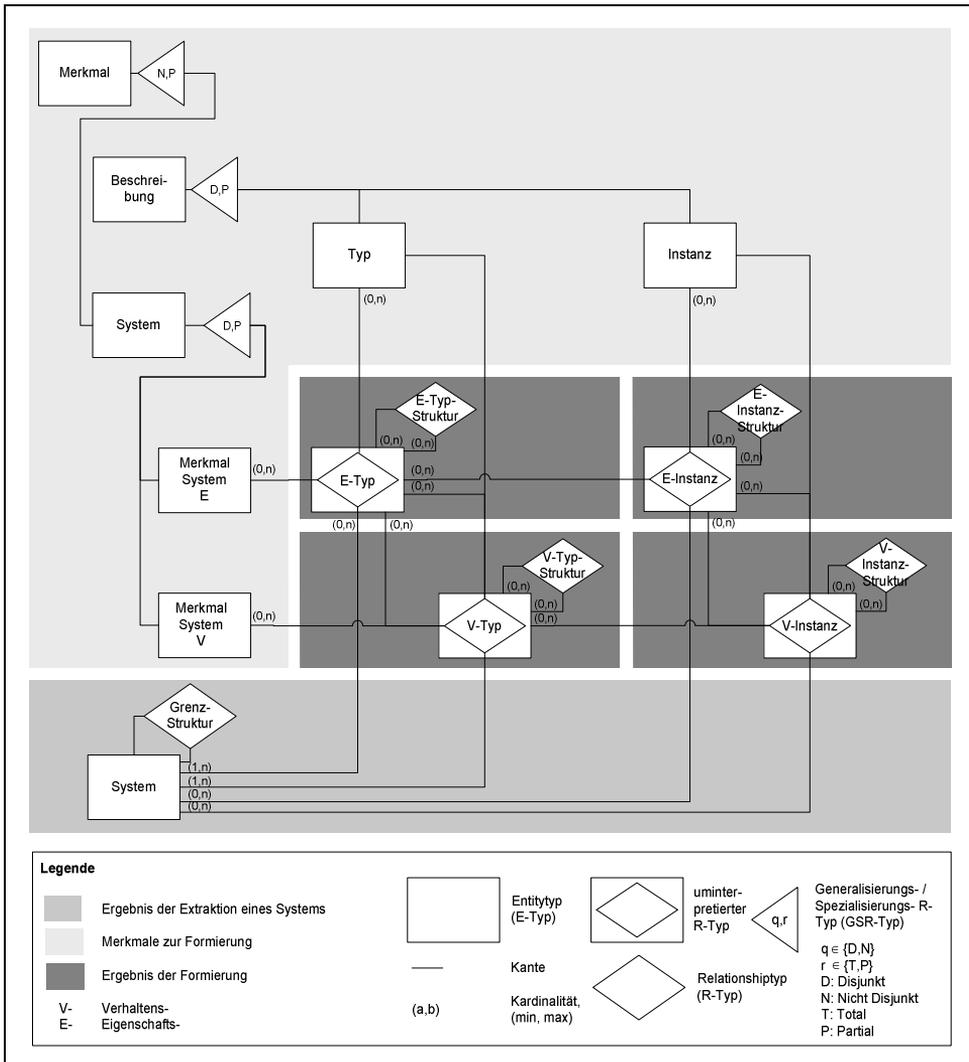


Abb. 13: Semi-formale Darstellung¹⁹⁶ des Strukturmusters für Systemaspekte

Das beschriebene Strukturmuster für Systemaspekte kann zur Unterstützung von Konstruktionsprozessen in sämtlichen der eingeführten Teilprozesse zum Einsatz kommen. Den größten Beitrag dürfte es im Teilprozess der *Formierung* leisten. Hier liefert es eine Orientierung, in Bezug auf welche Aspekte ein ausgegrenzter Modellgegenstand zu gestalten und anschließend darzustellen ist. Indem einzelne Systemaspekte partiell betrachtet werden können, die in konsistenten Beziehungen zueinander stehen, wird die Komplexität

¹⁹⁶ Die Darstellung verwendet die Sprache des Entity-Relationship-Diagramms (ER-Diagramm). Vgl. Chen, P. P. (1976). Eine Einführung als Darstellungstechnik der Referenzmodellierung erfolgt auch mit dieser Arbeit. Vgl. Kapitel 4.3.3.2, S. 112.

des Teilprozesses reduziert. Darüber hinaus kann die Kenntnis einzelner Systemaspekte bereits den Prozess der *Extraktion* unterstützen.¹⁹⁷ Hier kommt zum Tragen, dass in jede Extraktion eines Gegenstands ein Mindestmaß an Annahmen über die zu diesem Gegenstand zu formierenden Inhalte einfließt, sodass das Strukturmuster zugleich einer entsprechenden Kriterienfindung zur Ausgrenzung von Gegenständen dient. Schließlich fungiert das Muster als Hilfsmittel zur Erstellung und Verwaltung von Modelldarstellungen. Die Systemaspekte werden hier vor allem zur Klassifikation herangezogen, nach denen Modelle sowie Hilfsmittel zu ihrer Konstruktion geordnet werden können. So werden Grundlagen zur Thesaurierung von Modellen geschaffen, die der Komplexitätsbeherrschung des Managements und der Administration von Modellen dienen. Zudem sind Möglichkeiten der Standardisierung gegeben, die einen Beitrag zur Qualitätssicherung von Modellen leisten können.¹⁹⁸

3.2.3 Vorschlag eines Strukturmusters für Ordnungseinheiten zielgerichteter Systeme zur Differenzierung und Gestaltung von Konstruktionsprozessen

Die in Konstruktionsprozessen der Referenzmodellierung relevanten Inhalte sind zumeist als spezielle Systeme zu interpretieren, mit deren Verhalten gewisse Ziele verfolgt werden (z. B. Unternehmen). Es liegen sog. zielgerichtete Systeme vor.¹⁹⁹ Erkenntnisse über zielgerichtete Systeme sind für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen in zweifacher Hinsicht von Bedeutung. Einerseits ist der Beschreibungsgegenstand, andererseits der Konstruktionsprozess selbst als zielgerichtete Systeme zu interpretieren. Im Folgenden wird ein Strukturmuster für die Gestaltung zielgerichteter Systeme entwickelt, das der Gestaltung von Konstruktionsprozessen in beiderlei Hinsicht dienen kann.

Ein zielgerichtetes System ist ein spezielles System, dessen Verhalten spezifische Ziele gesetzt sind.

Die Ziele sind hinsichtlich *Inhalt, Ausmaß* und *Zeitbezug* zu konkretisieren und als Eigenschaften des Systems zu spezifizieren.²⁰⁰ Die Erreichung der Zielsetzung stellt den Zweck des Systems dar. Hinsichtlich der Ausrichtung des Verhaltens auf den Systemzweck sind verschiedene Verhaltenstypen zu unterscheiden. Diese bilden den Ausgangspunkt für ein allgemeines Strukturmuster zielgerichteter Systeme, das über die Beschreibung hinaus auch zur Gestaltung von Konstruktionen geeignet ist, mit denen spezifische Ziele zu erreichen sind. Die Struktur findet Entsprechungen in der Systemtheorie, Organisationslehre

¹⁹⁷ Der Zusammenhang zwischen der Extraktion des Gegenstands und der Formierung des Inhalts von Modellen ist mit der konstruktionsprozessorientierten Einführung des Modellbegriffs veranschaulicht worden. Vgl. hierzu Kapitel 2.1.2 dieser Arbeit.

¹⁹⁸ Im weiteren Verlauf der Arbeit wird das Strukturmuster sowohl zur Thesaurierung als auch zur Qualitätssicherung von Modellen in Konstruktionsprozessen angewendet. Vgl. hierzu insbesondere Kapitel 6.1.1.1 dieser Arbeit.

¹⁹⁹ In der Literatur finden sich verschiedene Klassifikationsschemata für Systeme, die hier nicht im Einzelnen redundant vorzustellen sind. Exemplarisch zu nennen sind Unterscheidungen in offene und geschlossene, soziale, technische und sozio-technische, künstliche und natürliche, statische und dynamische, adaptive und nicht adaptive sowie antizipierende und reaktive Systeme. Vgl. die morphologische Systematik der Systemtheorie bei Ropohl, G. (1979), S. 67 ff. In der Betriebswirtschaftslehre wird insbesondere auf die für Unternehmen zu konstatierenden Merkmale abgestellt, wie insbesondere die Zielorientierung. Vgl. auch Hill, W., Fehlbaum, R., Ulrich, P. (1994), S. 20 ff.

²⁰⁰ Zumeist sind Zustandsmengen zu beschreiben, da auch alternative Zustände zielkonform sein können, was z. B. bei Zielppluralismus sowie Zustandsbandstypen und -bandbreiten gegeben ist.

und Informationssystementwicklung und wird hier entsprechend der in Abb. 14 dargestellten Form verallgemeinert.²⁰¹

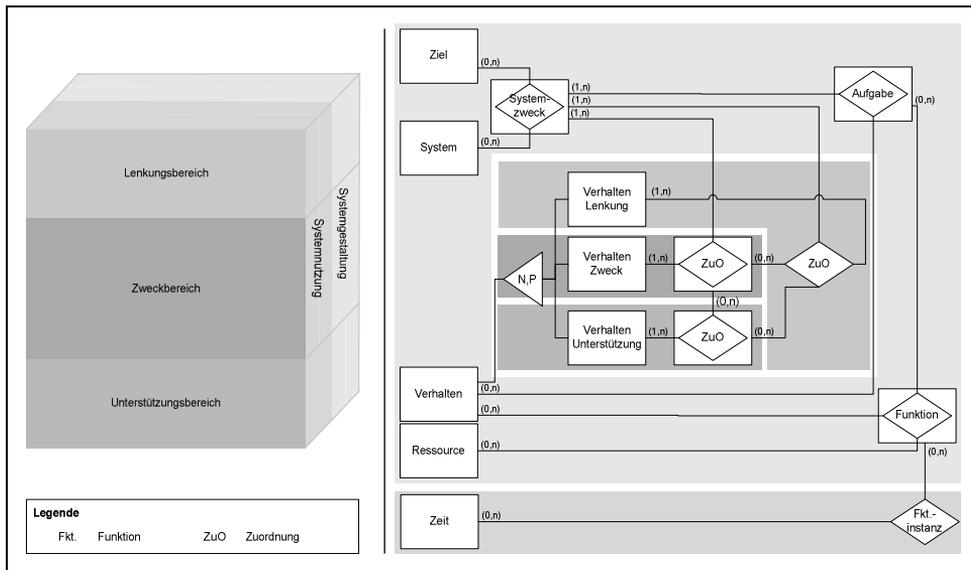


Abb. 14: Strukturmuster zielgerichteter Systeme

Verhalten, das sich direkt aus dem Systemzweck ableitet, konstituiert den *Zweckbereich* des zielgerichteten Systems.²⁰² Diese Verhaltensweisen überführen bei Instanziierung Prozessobjekte in Zustände, mit denen das System sein Ziel erfüllt. In offenen Systemen werden sie nach außen hin angeboten und stellen die Schnittstelle dar, über die sie ihren Zweck erfüllen. In der Organisationslehre prägt dieser Bereich typische Begriffe, wie *Betrieb*, *Geschäftstätigkeit*, *Geschäftsprozess* oder angloamerikanisch *Business* sowie *Core Business*. In diesem Sinne ist für jedes zielgerichtete System ein zweckspezifisches Verhalten zu identifizieren.

Um das zweckbezogene Verhalten leisten zu können, sind unterstützende Verhaltensweisen notwendig. Sie bilden den *Unterstützungsbereich* zielgerichteter Systeme, dessen Verhalten sich nicht unmittelbar am Systemzweck, sondern am Unterstützungsbedarf des Verhaltens im Zweckbereich ausrichtet. Je nach Detailstruktur des Systemverhaltens können dieses allgemeine systemerhaltende Dienste oder auch Dienste für Teilbeiträge zum zweckbezogenen Verhalten sein. In der Organisationslehre sind hier typische Querschnittsfunktionen vorgesehen, wie z. B. Personalwirtschaft und Rechnungswesen.

Zur Gewährleistung der Zielerreichung ist in einem *Lenkungsbereich* dezidiertes Verhalten zur zweckadäquaten Ausrichtung der beiden anderen Verhaltenstypen vorzusehen.

²⁰¹ Systemtheoretisch bestehen Entsprechungen zu Handlungssystemen. Zu deren Eigenschafts- und Verhaltensstruktur vgl. Ropohl, G. (1979), S. 130 ff. Entsprechende Muster sind auch als Struktur konzeptioneller Schemata verbreitet. Vgl. auch Krmar, H., Buresch, A. (1994), S. 296, S. 299 f. u. S. 302. Im Kontext der Informationssystemgestaltung findet das Muster in mehreren Ordnungsrahmen Bestätigung. So z. B. in der Architektur für *Handelsinformationssysteme*, vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 9 ff., dem Ordnungsrahmen der *DeTeImmobilien*, vgl. Becker, J., Kugeler, M. (2001), S. 493, Becker, J., Meise, V. (2002), S. 141, dem *House of Facility* und dem *Service Σ*, vgl. Becker, J., Ehlers, L., Schütte, R. (1998), S. 17 sowie die CRM-Ordnungsrahmen, vgl. Kugeler, M. (2002), S. 459.

²⁰² Vgl. Rieckmann, H. (2000), S. 52 ff.

Diese Ausrichtung wird in der Kybernetik²⁰³ als Lenkung beschrieben, die in den Formen der Steuerung und Regelung erfolgt.²⁰⁴ Während die Steuerung hier als die Anweisung an das System zu interpretieren ist, sich hinsichtlich der Zielsetzung zu verhalten, wird mit der Regelung das tatsächliche Verhalten fortlaufend erfasst. In kombinierten Steuerungs- und Regelungskreisläufen werden Istwerte den aus den Zielen abgeleiteten Führungsgrößen gegenübergestellt. Sie bieten die Grundlage für Feedbackinformationen zur Verhaltenskorrektur sowie für Feedforwardinformationen zur Variation von Anweisungen. In der Organisationslehre korrespondieren die *Steuerung* und *Regelung* mit den in Führungsprozessen vorgesehenen Funktionen der *Planung* und *Kontrolle*. Die Aufgabe der informations- und kommunikationstechnischen Unterstützung der Lenkung obliegt dem Controlling.²⁰⁵

Durch das Prinzip der *Hierarchisierung* von Systemen setzt sich das Strukturmuster für sämtliche Teilsysteme eines Systems fort. So ist z. B. jedes Teilsystem des Unterstützungsbereichs auf tieferer Abstraktionsebene selbst als Zweckbereich mit speziellem Lenkungs- und Unterstützungsbereich zu interpretieren.

In *institutionalisierten* zielgerichteten Systemen erfolgt zusätzlich die Zuweisung von Verhalten auf Ressourcen. Das Strukturmuster zielgerichteter Systeme bleibt erhalten, kann aber konzeptionell hinsichtlich der Dimensionen der *Systemgestaltung* und *Systemnutzung* differenziert werden. Zum einen führt diese zu einer Ausweitung der betrachteten Aufgaben. Die Systemgestaltung fällt in den Aufgabenbereich der Systemlenkung. Für den Erhalt der Ressourcen sind Aufgaben im Unterstützungsbereich vorzusehen. Zum anderen ist eine spezifische Terminologie etabliert. Verhaltensdeklarationen werden als *Aufgaben* bezeichnet. Sie sind Zielsetzungen für zweckbezogenes (menschliches) Handeln.²⁰⁶ Werden Aufgaben zur Ausführung an Ressourcen übertragen, liegen *Funktionen* vor.²⁰⁷ Sowohl Funktionen als auch Aufgaben sind über die Deklaration hinaus auch hinsichtlich Strukturen und Instanzen zu unterscheiden. Wird die äußere Struktur ablauforientiert gebildet, liegt ein *Prozess* vor. Prozesse im Zweckbereich werden als *Geschäftsprozesse*, im Unterstützungsbereich als *Unterstützungsprozesse* und im Führungsbereich als *Steuerungsprozesse* bezeichnet.²⁰⁸ Ein Geschäftsprozess ist ein ausgezeichneter Prozess, der eine wesentliche Geschäftsart des Unternehmens widerspiegelt und zwingend Schnittstellen zu Marktpartnern, insbesondere externen Kunden, aufweist.²⁰⁹

²⁰³ Die Theorie der Kybernetik in der heutigen Form wird auf WIENER zurückgeführt. Vgl. Wiener, N. (1968). Zur Beschreibung der historischen Entwicklung vgl. z. B. Steinbuch, K. (Kybernetik) (1980), S. 367 f., Teubner, R. A. (1999), S. 12 f.

²⁰⁴ Vgl. z. B. Baetge, J. (1974), S. 23 ff., Ulrich, H., Probst, G. J. B. (1991), S. 81 u. S. 85, Hunter, R. P. (1978), S. 2 ff., Flechtner, H.-J. (1984), S. 27 ff., Haberfellner, R. (1974), S. 49 ff.

²⁰⁵ Zur Betrachtung von Führung und Controlling im Lichte der Kybernetik vgl. z. B. Becker, W. (1990), S. 302 f., Biethahn, J., Huch, B. (1994) S. 13, Eschenbach, R., Niedermayr, R. (1996), S. 84 f., Wildemann, H. (Produktionscontrolling) (1995), S. 44. In der jüngeren Entwicklung wird die Bedeutung zunehmend betont. Insbesondere im Kontext der Strategieimplementierung sowie der Entwicklung von Führungsinformationssystemen vgl. Holten, R. (1999), S. 126 ff.

²⁰⁶ Vgl. Kosiol, E. (1976), S. 43 f. Aufgaben werden in der klassischen Organisationslehre in Bezug auf menschliches Handeln betrachtet.

²⁰⁷ Vgl. Kosiol, E. (1976), S. 45. Entsprechend der Fokussierung auf menschliches Handeln sind Maschinen als Aufgabenträger explizit ausgeschlossen. Auch wenn sie diese Aufgaben ausführen, so ist die Aufgabe von einem Menschen zu „tragen“.

²⁰⁸ Die Unterscheidung wertschöpfender und unterstützender Prozesse geht im unternehmerischen Kontext maßgeblich auf die Wertschöpfungskette nach PORTER zurück. Vgl. Porter, M. E. (1999), S. 65. Die Etablierung einer eigenen Kategorie für Steuerungsprozesse ist indes umstritten. Auch steuernden Prozessen ist unterstützende Bedeutung beizumessen. Die Dreiteilung findet sich bei Krüger, W. (1994), S. 168 ff.

²⁰⁹ Vgl. ähnlich Becker, J. (HIS) (1996), S. 43, Becker, J. (IM) (1996), S. 105, Becker, J., Vossen, G. (1996), S. 19, von Eiff, W. (1991), S. 60.

Das Strukturmuster für Ordnungseinheiten zielgerichteter Systeme dient sowohl zur Differenzierung von Konstruktionsprozessen als auch zu deren Gestaltung. Anhaltspunkte zur Differenzierung werden gegeben, sobald der Gegenstand eines Konstruktionsprozesses als zielgerichtetes System zu interpretieren ist. In diesem Fall liefert das Muster ein Schema zur Strukturierung von Wahrnehmungen, in dem die Konstruktion z. B. auf die identifizierten Ordnungseinheiten des Zweck-, Lenkungs- und Unterstützungsbereichs fokussiert. Auf diese Weise wird die mit dem Muster für Systemaspekte geschaffene – relativ allgemeine – Differenzierungsmöglichkeit für spezielle Merkmale zielgerichteter Systeme fortgeführt. Die hiermit gebotenen Unterstützungsmöglichkeiten von Konstruktionsprozessen sind analog zu übertragen. Werden Konstruktionsprozesse selbst als zielgerichtete Systeme interpretiert, können zudem Erkenntnisse über deren Gestaltung gewonnen werden. So wird z. B. aufgezeigt, dass der modelltheoretisch entwickelte Standardkonstruktionsprozess zur praktischen Anwendung um Prozesse im Lenkungs- und Unterstützungsbereich zu ergänzen ist, um institutionalisiert und zielgerichtet ausgeführt werden zu können.²¹⁰

Aus Erkenntnissen der Systemtheorie konnten Muster abgeleitet werden, die Strukturen zu wiederkehrenden Teilproblemen der Gestaltung von Konstruktionsprozessen liefern. Während diese Muster durch ihre Übertragbarkeit auf verschiedene Aufgabenbereiche ein universelles Hilfsmittel darstellen, besteht zudem ein Bedarf zur Systematisierung der gesamten Gestaltungsaufgabe. Ein derartiges Muster wird im Folgenden entwickelt und als konzeptioneller Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen verwendet.

3.3 Vorschlag eines Strukturmusters für Aspekte von Konstruktionsprozessen als konzeptioneller Bezugsrahmen

3.3.1 Gesamtbezugsrahmen

Im Folgenden ist ein konzeptioneller Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen zu erarbeiten. Er hat relevante Gestaltungsbereiche aufzuzeigen, die in Detailbetrachtungen hinsichtlich ihrer Parameter und ihrer Beziehungen zueinander konkretisiert werden. Zur Fundierung des Bezugsrahmens werden relevante Aspekte von Konstruktionsprozessen identifiziert und in einem Strukturmuster zusammengefasst. Dieses Muster bietet einen abstrakten Rahmen, der für spezielle Fragestellungen individuell angewendet werden kann (z. B. Prozessgestaltung oder -nutzung). Die Konkretisierung des Rahmens in Bezug auf die Gestaltung von Konstruktionsprozessen führt auch auf den zu erarbeitenden konzeptionellen Bezugsrahmen.

Relevante Aspekte von Konstruktionsprozessen können aus den erarbeiteten modelltheoretischen Grundlagen abgeleitet werden.²¹¹ Abb. 15 veranschaulicht den Zusammenhang.

²¹⁰ Eine Anwendung des Strukturmusters zielgerichteter Systeme erfolgt bei der Gestaltung von Konstruktionsprozessen für die verteilte Referenzmodellierung. Vgl. hierzu Kapitel 6.2.1 dieser Arbeit.

²¹¹ Vgl. hierzu insbes. die Einführung des konstruktionsprozessorientierten Modellverständnisses in Kapitel 2.1.2 dieser Arbeit. Dort wurde auch das Strukturmuster eines Konstruktionsprozesses vorgestellt.

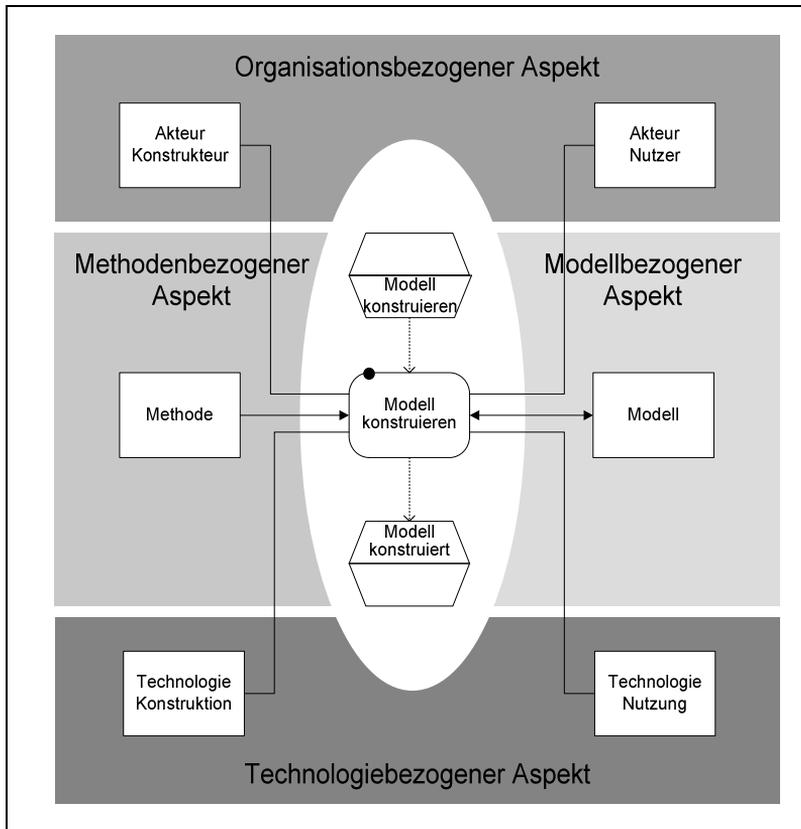


Abb. 15: Herleitung des Strukturmusters für Aspekte von Konstruktionsprozessen

Identifiziert wird ein methodenbezogener, ein modellbezogener, ein organisationsbezogener und ein technologiebezogener Aspekt:

Methodenbezogener Aspekt: Im methodenbezogenen Aspekt wird festgelegt, welche *Methoden* zur Unterstützung des Konstruktionsprozesses zu verwenden sind. Einem intuitiven Begriffsverständnis folgend werden hier also Handlungsanleitungen betrachtet, die beschreiben, wie spezifische Zustandsveränderungen an Modellen zu erzielen sind. Im Zuge der Gestaltung des methodenbezogenen Aspekts sind geeignete Methoden zu identifizieren. Liegen keine adäquaten Methoden vor, sind Neu- und Anpassungsentwicklungen vorzusehen. Während der Ausführung des Prozesses kommen die Methoden zur Anwendung. Die Tatsache, dass vom methodenbezogenen Aspekt somit ein starker Einfluss auf die Konstruktionsergebnisse ausgeht, liefert einen Erklärungsansatz für die beobachtete Konzentration von Arbeiten zur Referenzmodellierung auf die Methodenkonstruktion.²¹² Die prozessorientierte Sichtweise macht jedoch deutlich, dass die methodenbezogene Gestaltung in Abstimmung mit modell-, organisations- und technologiebezogenen Fragestellungen vorzunehmen ist.

Modellbezogener Aspekt: Im modellbezogenen Aspekt kommen Entscheidungen zum Tragen, die in Bezug auf Modellzustände in Konstruktionsprozessen zu treffen sind. Das konstruktionsprozessorientierte Modellverständnis zeigt auf, dass von ihnen sowohl eine

²¹² Vgl. hierzu die Untersuchungsergebnisse zu den Vorarbeiten zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen in Kapitel 3.1 dieser Arbeit.

normierende als auch ein unterstützende Wirkung auf den Konstruktionsprozess ausgeht.²¹³ Normierend wirkt die Spezifikation des outputseitig bereitzustellenden Modells. Bei der Prozessgestaltung hat sich an diesem Modellzustand z. B. die Methodenauswahl zu orientieren. Auch der Erfolg der Methodenanwendung ist durch den Vergleich des spezifizierten mit dem effektiv realisierten Endzustands des Modells zu beurteilen. Die Explikation von Konstruktionsprozessstrukturen zeigt, dass durch die inputseitige Nutzung von Modellen Unterstützungsmöglichkeiten der Prozesse gegeben sind. Die Bedeutung des modellbezogenen Aspekts legt nahe, in der Prozessgestaltung einen dezidierten Aufgabenbereich vorzusehen, in dem die zweckgerechte Identifikation und Spezifikation von Modellen und Modellrelationen vorgenommen wird.

Organisationsbezogener Aspekt: Der organisationsbezogene Aspekt kennzeichnet den Konstruktionsprozess auf pragmatischer Ebene. Er leitet sich aus dem *pragmatischen Merkmal* des Modellbegriffs von STACHOWIAK ab, nach dem jede Konstruktion Verwendungszwecken von Modellnutzern gerecht zu werden hat. Dem organisationsbezogenen Aspekt kommt damit gegenüber den anderen Aspekten eine normierende Wirkung zu. Da die organisatorischen Bedingungen von Konstruktionsprozessen aber nicht konstant sind, sondern variieren und zudem – wie bei der Konstruktion von Referenzmodellen – möglicherweise selbst zur Disposition stehen (z. B. Individual-, Gruppenkonstruktion), ist ein dezidiertes Aufgabenbereich zur Gestaltung des organisationsbezogenen Aspekts vorzusehen. Die Tragweite der Gestaltungsaufgabe wird durch die Betrachtung von Prozessen und Prozessstrukturen veranschaulicht: So ist der Abstimmungsbedarf, der bei der theoretischen Betrachtung in der Kunden-Lieferanten-Beziehung zwischen den Rollen des Konstrukteurs und Nutzers identifiziert wurde, für praktische Anwendungen auf ein umfassenderes Beziehungsgeflecht verschiedener Stakeholder auszuweiten, deren Abstimmung differenzierte Koordinationsmechanismen erfordern kann.

Technologiebezogener Aspekt: Der technologische Aspekt betrifft die informations- und kommunikationstechnische Abwicklung des Konstruktionsprozesses und stellt damit eine wesentliche Voraussetzung für die praktische Ausführbarkeit der Konstruktion dar. Nach den im *Informationsbegriff* zusammengefassten Erkenntnissen sind adäquate Trägermedien zur Repräsentation der Modellinhalte vorzusehen.²¹⁴ Als grundsätzliche Handlungstypen sind die Konstruktion und die Nutzung von Modellen zu unterscheiden, für die spezielle technologische Anforderungen herrschen. Da hierzu Technikbestandteile zu betrachten sind, die über die mit Methoden bereitgestellten Regelmengen hinausgehen, ist auch in der Gestaltung von Konstruktionsprozessen ein gesonderter Aufgabenbereich zu differenzieren, in dem (*informations-*)*technologiebezogene* Lösungen erarbeitet werden.

Zur Entwicklung eines konzeptionellen Bezugsrahmens für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen können die Aspekte des Strukturmusters als Ordnungseinheiten dienen. Um sie im Hinblick auf gestaltungsrelevante Sachverhalte zu konkretisieren, sind sie im Außenverhältnis hinsichtlich ihrer Abstimmung untereinander sowie im Innenverhältnis hinsichtlich möglicher Gestaltungsparameter zu beschreiben.

Anhaltspunkte für die Abstimmung der Aspekte untereinander können aus der Organisationstheorie gewonnen werden. In Anlehnung an das pragmatische Grundmodell des *situativen Ansatzes*²¹⁵ sind die Aspekte derart abzustimmen, dass zwischen ihnen ein sog. „Fit“

²¹³ Zur Einführung des konstruktionsprozessorientierten Modellverständnisses vgl. Kapitel 2.1.2 dieser Arbeit.

²¹⁴ Der den Ausführungen zugrunde liegende Informationsbegriff ist in Kapitel 2.2 dieser Arbeit eingeführt worden. Er wird anhand eines Schichtenmodells konkretisiert, das eine theoretische Grundlage für den technologiebezogenen Aspekt von Konstruktionsprozessen liefert.

²¹⁵ Zum pragmatischen Grundmodell des situativen Ansatzes vgl. Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 60. Eine Einführung der Grundgedanken erfolgt entsprechend der hier aufgezeigten Beziehungen im organisationsbezogenen Aspekt.

hergestellt wird, in dem sie den Zweck des zu konstruierenden Modells bestmöglich erfüllen. Durch die Berücksichtigung von subjekt-, sach-, kontext- und konstruktionsbedingten Einflussfaktoren auf den Modellzweck²¹⁶ erfolgt eine Ausrichtung auf die Zielsetzung des Konstruktionsprozesses unter gleichzeitiger Berücksichtigung relevanter Umfeldbedingungen. Zur Differenzierung dieses Sollzustands eines Konstruktionsprozesses wird im Folgenden der Begriff des *Konstruktions-Fit* eingeführt.

*Ein Konstruktionsprozess befindet sich im **Konstruktions-Fit**, wenn sämtliche der Prozessaspekte bestmöglich auf die Erreichung des Zwecks (oder Zwecktyps) des zu konstruierenden Modells (oder Modelltyps) abgestimmt sind.*

Zur Herstellung des Konstruktions-Fit sind die zwischen den Aspekten bestehenden Beziehungen zu berücksichtigen. Wesentliche Zusammenhänge werden anhand des in Abb. 16 dargestellten konzeptionellen Bezugsrahmens aufgezeigt.²¹⁷

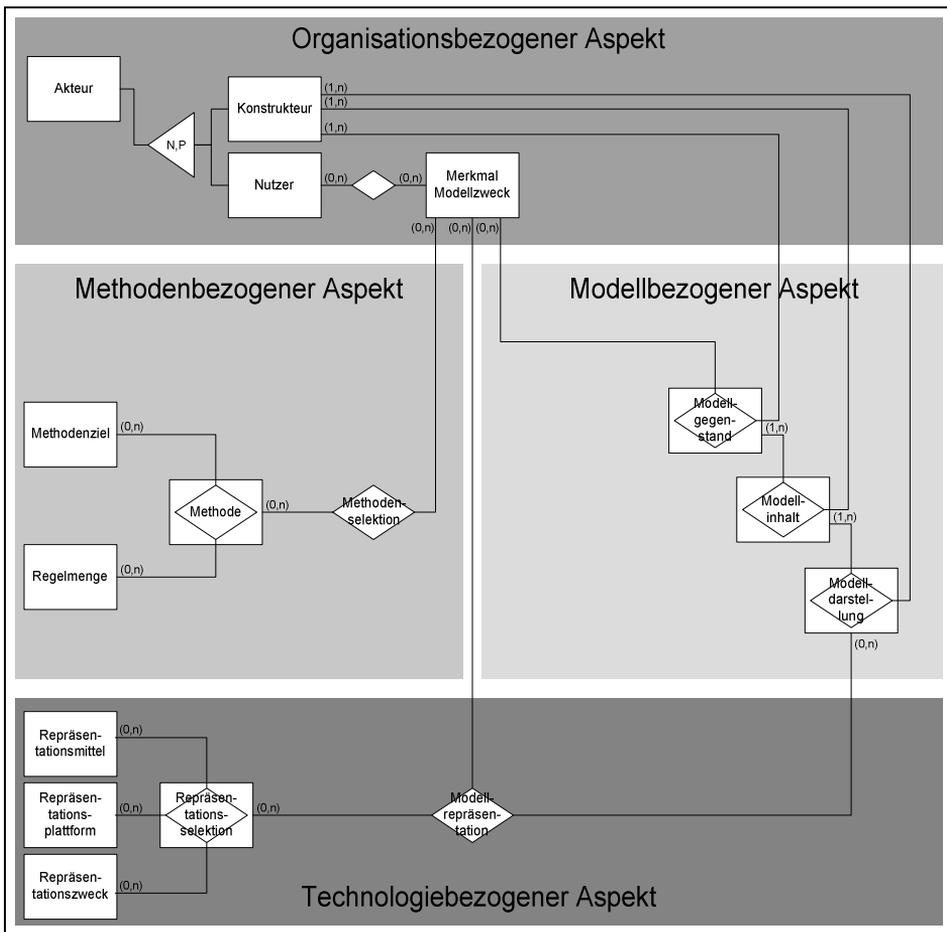


Abb. 16: Konzeptioneller Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen

²¹⁶ Zur Einführung des Modellzwecks als Verdichtung subjekt-, sach-, umfeld-, und konstruktionsbedingter Anforderungen vgl. Kapitel 2.1.2.1 dieser Arbeit.

²¹⁷ Das Modell dient als Ordnungsrahmen für weitere Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Die Darstellung ist auf ausgewählte Gestaltungsparameter konzentriert worden. Ausgewählt wurden Zusammenhänge, die zur Integration der Teilaspekte beitragen. Zu den Teilmodellen vgl. Abb. 17, Abb. 18, Abb. 19, Abb. 21, Abb. 24, Abb. 27, Abb. 29 und Abb. 31.

Die Gestaltung im organisations- und technologiebezogenen Aspekt spannt den Rahmen der Prozessgestaltung. Während von der organisatorischen Ebene eine normierende Wirkung ausgeht, kommt den technologiebezogenen Gestaltungen die Schaffung tragfähiger Voraussetzungen zu („Enabler“). Im organisationsbezogenen Aspekt wird der Modellzweck identifiziert, gegenüber dem der Konstruktions-Fit zwischen den Aspekten herzustellen ist. Die Modelle stellen die Objekte dar, auf die sich die Gestaltungen in den übrigen Bereichen ausrichten. Somit sind Organisationsformen, Technologien und Methoden sowie Modellstrukturen selbst zu entwickeln, die eine dem Modellzweck entsprechende Konstruktion und Nutzung von Modellen ermöglichen. Die Integration der Gestaltungsbereiche ist durch die Handlungsanleitung im methodenbezogenen Aspekt vorzunehmen.²¹⁸ Insbesondere wird hier die zeitliche und sachlogische Abfolge von Funktionen in Konstruktionsprozessen gestaltet, über die schließlich die Gestaltungsergebnisse der übrigen Bereiche in der Anwendung des Konstruktionsprozesses miteinander verbunden sind.

Der konzeptionelle Bezugsrahmen zeigt auf, dass die Gestaltungen einzelner Aspekte untereinander Interdependenzen aufweisen können. Veranschaulicht sei dies durch Beziehungen, von denen einerseits eine normierende und andererseits eine unterstützende Wirkung ausgeht. So ist eine Kette normierender Wirkungsbeziehungen auszumachen, die von Entscheidungen im organisationsbezogenen Aspekt ausgeht und über Entscheidungen im modell- und methodenbezogenen Aspekt letztlich Vorgaben für die Gestaltung des technologiebezogenen Aspekts generiert. Gegenläufig zu dieser Wirkungsbeziehung wird hingegen das Gestaltungspotenzial determiniert, das bei der Konzeption der normierenden Bereiche genutzt werden kann. Anschaulich wird der Zusammenhang in der Wechselwirkung des organisations- und des technologiebezogenen Aspekts. So setzt die Wahl spezifischer Organisationsformen die Verfügbarkeit adäquater informationstechnischer Infrastrukturen voraus, deren Gestaltung jedoch zugleich den Anforderungen des organisationsbezogenen Aspekts zu genügen hat. Zur Handhabung der identifizierten Interdependenzen sind die Aspekte untereinander auszubalancieren, um einen Konstruktions-Fit herzustellen.

Bei der Abstimmung der Aspekte sind auch Restriktionen zu beachten. So können etwa Gestaltungsmöglichkeiten begrenzt sein, da der Einsatz von Methoden einer übergeordneten Strategie (z. B. IT-Strategie) zu folgen hat oder Budgetrestriktionen die Schaffung erforderlicher technologiebezogener Voraussetzungen ausschließt (z. B. Community-Plattform). Stellen sich bei der Gestaltungsaufgabe bereichsweise stark unterschiedliche Restriktionen, sind segmentspezifische Ausgestaltungen der Aspekte vorzunehmen.

Zur Gestaltung von Disaggregationsbeziehungen von Konstruktionsprozessen ist der konzeptionelle Bezugsrahmen auf mehreren Abstraktionsebenen zu differenzieren. Neben der horizontalen Abstimmung zwischen den Aspekten einer Abstraktionsebene sind hierzu zusätzlich vertikale Abstimmungen vorzusehen, in denen Aspekte unterschiedlicher Abstraktionsebenen aufeinander abgestimmt werden. So ist etwa bei der Gestaltung einer Methode zur Konstruktion von Anwendungsmodellen zu berücksichtigen, ob im modellbezogenen Aspekt die Verwendung von Referenzmodellen vorgesehen ist. Zur Entwicklung dieser Referenzmodelle sind – auf darunter liegender Ebene – ebenso Methoden wie auch

²¹⁸ Unter dem Begriff der Integration wird allgemein die „(Wieder-)Herstellung eines Ganzen“ verstanden. Vgl. Drosdowski, G. (Hrsg.) (1989), S. 307. Aus Sicht des Konstruktionsprozesses kann hiermit zugleich der Prozess als auch dessen Ergebniszustand angesprochen sein. Vgl. Heilmann, H. (1989), S. 47 f., Krcmar, H. (Integration) (1991), S. 4, Picot, A., Reichwald, R. (1991), S. 286 ff., Mertens, P. (2001), S. 1. In der Wirtschaftsinformatik wird die Integration nicht nur als wesentliches Ziel der Gestaltung von Informationssystemen, sondern auch als Grundprinzip wirtschaftsinformatischer Arbeit angesehen. HEILMANN bezeichnet die Integration als „zentralen Begriff der Wirtschaftsinformatik“, Heilmann, H. (1989), S. 46, ROSEMANN als „Kernaufgabe dieser Wissenschaftsdisziplin“, Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 155. Der Begriff kann daher vorausgesetzt werden und wird lediglich problemorientiert hinsichtlich gestaltungsrelevanter Aspekte konkretisiert. Vgl. hierzu Kapitel 6.1.1.3 und 6.1.2.3 dieser Arbeit.

Organisationsformen und Technologien zu gestalten. Zur Herstellung des anzustrebenden Konstruktions-Fit hat die Gestaltung daher in Untersuchungen anzusetzen, welche Gestaltungsbeiträge in welchen Aspekten und auf welchem Abstraktionsniveau zu erbringen sind. Der Modellzweck sowie die herrschenden Umfeldbedingungen – insbesondere hinsichtlich der bereits vorliegenden Gestaltungen – liefern hierzu die wesentlichen Anhaltspunkte.

Zur Anwendung des konzeptionellen Bezugsrahmens auf spezielle Prozessgestaltungen sind in den einzelnen Aspekten relevante Gestaltungsparameter und ihre Beziehungen untereinander anzugeben. Im Folgenden werden Vorschläge für eine entsprechende Konkretisierung der einzelnen Aspekte erarbeitet, in dem jeweils relevante Theoriefelder ausgewertet werden. Die Zusammenstellung der Parameter erfolgt dabei mit besonderem Blick auf solche Erkenntnisse über die Gestaltung von Konstruktionsprozessen, aus denen Verbesserungspotenziale für die Referenzmodellierung gewonnen und erschlossen werden können.²¹⁹

Die Beschreibung des Bezugsrahmens erfolgt auf drei Ebenen: Den Ausgangspunkt bildet der in Abb. 16 dargestellte *Ordnungsrahmen*, der die relevanten Gestaltungsbereiche identifiziert und zueinander in Beziehung setzt. Einzelne Felder des Rahmens sind natürlichsprachlich zu beschreiben, wobei insbesondere Begriffe und gestaltungsrelevante Strukturmuster einzuführen sind. Wesentliche Parameter des Gestaltungsbereichs sowie ihre Beziehungen untereinander sind durch semi-formale Eigenschaftsmodelle auf Typebene herauszustellen (hier: Entity-Relationship-Modelle). Dieses ermöglicht die Explikation von Schnittstellen zwischen den Gestaltungsbereichen und damit zugleich die Erweiterung des Bezugsrahmens um neue Aspekte.

3.3.2 Methodenbezogener Aspekt

3.3.2.1 Gestaltungsparameter von Methoden zur Modellkonstruktion

Die *Methodologie* befasst sich mit der Beschreibung (deskriptive Methodologie), Konstruktion (rekonstruktive Methodologie) und Bewertung (wertende Methodologie) allgemeiner oder einzelwissenschaftlicher Methoden.²²⁰ Für die Erklärung des methodischen Aspekts der Prozessgestaltung interessieren hierbei Erkenntnisse über die Konstruktion von Methoden, die mit besonderem Blick auf Anforderungen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen zu untersuchen sind. Hierzu soll im Folgenden von einem allgemeinen Methodenbegriff ausgegangen werden, der hinsichtlich seiner Bedeutung in der Wirtschaftsinformatik – insbesondere dem Software Engineering – konkretisiert wird. Auf dieser Grundlage können schließlich relevante Gestaltungsparameter des methodenbezogenen Aspekts ermittelt werden.

Der Methodenbegriff lässt sich trotz unterschiedlicher Einführungen auf eine abstrakte Grundbedeutung zurückführen. Sie wird hier in einem allgemeinen Methodenbegriff gefasst, der zweckspezifisch zu konkretisieren ist:

²¹⁹ Der konzeptionelle Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen dient erstens der Erkenntnisgewinnung über Verbesserungspotenziale der Referenzmodellierung (Erkenntnisziel) und wird daher zur Beurteilung ihres Entwicklungsstands in Kapitel 4 dieser Arbeit herangezogen. Zweitens liefert er zugleich das Handwerkszeug zur Erschließung dieses Potenzials durch die in Kapitel 5 und 6 dieser Arbeit vorgenommene Prozessgestaltung (Gestaltungsziel).

²²⁰ Vgl. Kamitz, R. (1980), S. 430 ff.

Eine Methode ist eine Vorschrift zur Erreichung eines bestimmten Ziels.

Jede Methode ist auf ein bestimmtes Ziel ausgerichtet. Dieses kennzeichnet den Zweck, für den die Methode konstruiert wird²²¹ und legt zugleich einen Typ von Aufgaben fest, der durch sie unterstützt werden kann.²²² Die abstrakt formulierte Vorschrift wird durch *Regeln* konkretisiert, die zu Regelmengen und -systemen zusammengefasst werden können. Einige Autoren nehmen Forderungen hinsichtlich der Strukturiertheit und (intersubjektiven) Nachvollziehbarkeit der Darstellung der Regeln auf.²²³ Diese werden hier als Standard einer adressatenadäquaten Konstruktion aufgefasst, weniger jedoch als ein begriffskonstituierendes Merkmal von Methoden. Auch wird die Ausrichtung der Vorschrift über das Ziel hinaus an Prinzipien vorgeschlagen.²²⁴ Prinzipien prägen zwar einzelne Methoden, sind aber nicht Bestandteil des Methodenbegriffs, sondern vielmehr des Zielsystems des Methodenkonstruktors.²²⁵

Für die wissenschaftliche Disziplin der *Softwareentwicklung* werden Konkretisierungen der Terminologie vorgeschlagen. Da die Zielerreichung in der Softwareentwicklung entlang permanenter Zustandsveränderungen von Modellen erfolgt, werden neben Regeln zur Steuerung des Verhaltens spezielle Regeln zur Dokumentation der *Verhaltensergebnisse* in Form von Modelldarstellungen differenziert.²²⁶ TEUBNER unterscheidet zwischen der *Problemlösungstechnik* und der *Darstellungstechnik*, die zusammen mit der *Aufgabe* und dem *Dokument* die Komponenten einer Software-Engineering-Methode bilden.²²⁷ Darstellungstechniken liefern eine Syntax zur Beschreibung bestimmter semantisch verwandter Sachverhalte. Dokumente werden in der Bedeutung explizierter Modelle als Ergebnisse im Konstruktionsprozess verwendet, die nach den Regeln der Problemlösungstechnik transformiert und in der Notation der Darstellungstechnik dokumentiert werden.

BECKER ET AL. sprechen sich gegen die Aufnahme von Dokumenten als Bestandteil von Methoden aus, da mit ihnen keine Regeln vorliegen. Anstelle des Dokuments und der Dar-

²²¹ Die Zielerreichung berücksichtigt die Differenz von End- zu Anfangszustand und entspricht somit einer Problemlösung. Zur Definition anhand der Problemlösung vgl. Heilmann, H. (1999), S. 16. Die Verallgemeinerung zur Zielerreichung findet sich auch bei Jesko, D., Endig, M. (2000), S. 39, die Löhr-Richter, P. (1993) zitieren und bei Balzert, H. (2000), S. 36. Problemlösung *oder* Zielerreichung verwendet Zelewski, S. (1999), S. 34.

²²² Einige Autoren verwenden anstelle des Ziels auch den Aufgabentyp. Vgl. hierzu z. B. Chroust, G. (1992), S. 50, Becker, et. al. (Methodik) (2001), S. 5. Dieser allein ist jedoch unpräziser als die Zielformulierung, die bei Verwendung von Zielsystemen auf variablem Abstraktionsniveau sehr exakt den Zweck der Methode benennt.

²²³ Vgl. Zelewski, S. (1999), S. 34, Chroust, G. (1992), S. 50. Zu weiteren Forderungen vgl. auch die Definitionen von BALZERT und WIRTZ in der Sammeldarstellung bei Teubner, R. A. (1999), S. 94.

²²⁴ Vgl. Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 216. Prinzipien werden dort als grundsätzliche Vorgehensweisen im Sinne von Handlungsgrundsätzen oder Strategien verstanden (z. B. top down- oder bottom up-Vorgehensweise).

²²⁵ Vgl. Becker, et. al. (Methodik) (2001), S. 6, Teubner, R. A. (1999), S. 99 ff.

²²⁶ Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 94 ff., Schönthaler, F., Németh, T. (1992), S. 15. Der Aspekt differenzierter Regeln für die Ergebnisrepräsentation findet sich auch bei Alpar, P. et al. (2000), S. 213. Einen strukturell abweichenden Methodenbegriff verfolgt GUTZWILLER. Vgl. Gutzwiller, T. A. (CC-RIM) (1994), S. 11-39. Im Zentrum stehen dort Gestaltungsergebnisse. Diese stellen eine problemorientierte Sicht auf ein Metamodell dar. Erstellt und genutzt werden die Ergebnisse in Gestaltungsaktivitäten, die von Rollen wahrgenommen werden. Anleitung zur Erstellung der Gestaltungsergebnisse geben Techniken. Da dort einem umfassenderen Methodenverständnis gefolgt wird, in dem z. B. auch organisatorische Fragestellungen berücksichtigt werden, ist der Ansatz wenig geeignet, den spezifischen methodenbezogenen Aspekt im konzeptionellen Bezugsrahmen zu konkretisieren.

²²⁷ TEUBNER interpretiert die Aufgabe der Methode als Transformationsleistung, die in der Überführung eines Ausgangsdokuments als Input in ein Ausgangsdokument als Output besteht. Folglich nimmt er Dokumente als Bestandteil der Methode auf. In der konstruktionsprozessorientierten Sichtweise erfolgt die beschriebene Überführung im Rahmen des Konstruktionsprozesses. An die Stelle der Dokumente treten hier die Modelle, die jedoch nicht als Bestandteil des methodenbezogenen Aspekts eingestuft werden. Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 69.

stellungstechnik führen sie eine *Modellierungstechnik* ein.²²⁸ Diese umfasst eine *Sprachdefinition* und eine *Handlungsanleitung*. Die Sprachdefinition regelt die Sprachkonstrukte und ihre Beziehungen zueinander (konzeptioneller Aspekt) sowie die jeweilige Zuordnung von Repräsentationsformen (repräsentationeller Aspekt). Die Handlungsanleitung beschreibt, wie diese Konstrukte im Rahmen der Modellkonstruktion zu verwenden sind.

Eine weitere Besonderheit der Methodologie der Softwareentwicklung besteht in der Differenzierung von *Methodiken*. Eine Methodik fasst mehrere Methoden zusammen, für die zusätzliche Regeln zu deren Koordination vorzusehen sind. Eine Methodik unterstützt auf diese Weise eine umfassende Gesamtaufgabe der Informationssystementwicklung, die sich in eine Vielzahl von elementaren Aufgaben zerlegen lässt. TEUBNER sieht für die verhaltensorientierte Abstimmung ein Vorgehensmodell und hinsichtlich der Repräsentation eine Dokumentenstruktur vor.²²⁹ BECKER ET AL. weisen darauf hin, dass auch die Methodik eine Aufgabe als Baustein aufzuweisen hat, womit Methodiken der Systementwicklung begrifflich Spezialisierungen von Methoden sind.²³⁰ Sie differenzieren weiterhin Methoden, die innerhalb einer Methodik verwendet werden. Der Aufgabentyp dieser Methoden wird hinsichtlich ihres speziellen Beitrags in der Methodik konkretisiert. Zudem werden Regeln aufgenommen, die sich aus der Integration der Konstruktionsergebnisse ergeben. Regeln zur Dokumentenintegration werden als *Dokumententyp* bezeichnet.

Im hier entwickelten Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen liegt der Beitrag von Methoden in der Schaffung eines Regelsystems, mit dem Handlungsanleitungen zur Ausführung der Konstruktion gegeben werden.²³¹ Neben Regeln, die Zustandsveränderungen der Modelle betreffen, sind Regeln vorzusehen, mit denen die Integration der Gestaltungsergebnisse in den übrigen Aspekten erzielt wird. Für den damit gegebenen Anwendungskontext erweist sich die konzeptionelle Differenzierung zwischen Methodiken und Methoden als unvorteilhaft. In der Systementwicklung hat die Differenzierung umfassender Gesamtaufgaben gegenüber elementaren (Teil-)Aufgaben trotz der unpräzisen Abgrenzung in der „Tradition“ der Softwareentwicklung eine intersubjektiv nachvollzogene Bedeutung. Sie festigt sich gegenüber der Vorstellung, ein Softwareprodukt zu entwickeln, wozu einem gewissen Vorgehen folgend Probleme zu lösen und in Ergebnismodellen zu dokumentieren sind. Obwohl strukturell gleich, werden so z. B. Verhaltensregeln der Gesamtaufgabe als *Vorgehensmodell* und solche für Teilaufgaben als *Problemlösungstechnik* angesehen. Eine entsprechend feste Struktur ist aber in Kontext der Konstruktion von Informationsmodellen nicht gegeben. Eine Unterscheidung zwischen Gesamt- und Teilaufgaben sollte in Bezug auf die spezifische Konstruktionssituation vorgenommen werden und ist dabei möglicherweise über mehrere Bezugsebenen fortzusetzen.

Ein auf die Gestaltung von Konstruktionsprozessen ausgerichtetes Begriffsverständnis wird in dem in Abb. 17 dargestellten Teilbezugsrahmen zugrunde gelegt und im Folgenden eingeführt.

²²⁸ Vgl. Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 8 ff.

²²⁹ Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 102 ff., der Komponenten einer Software-Engineering-Methodik beschreibt.

²³⁰ Vgl. Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 10 ff. sowie insbesondere das Metamodell zur Terminologie der Konstruktion von Methoden, Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 14.

²³¹ Methoden werden damit gegenüber TEUBNER auch im Sinne von BECKER ET AL. auf die Bereitstellung zieladäquater Regeln konzentriert. Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 95 ff., Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 8 ff. Die Berücksichtigung erforderlicher Dokumente als Trägermedien zur Repräsentation methodischer Darstellungen erfolgt im konzeptionellen Bezugsrahmen im technologiebezogenen Gestaltungsbereich.

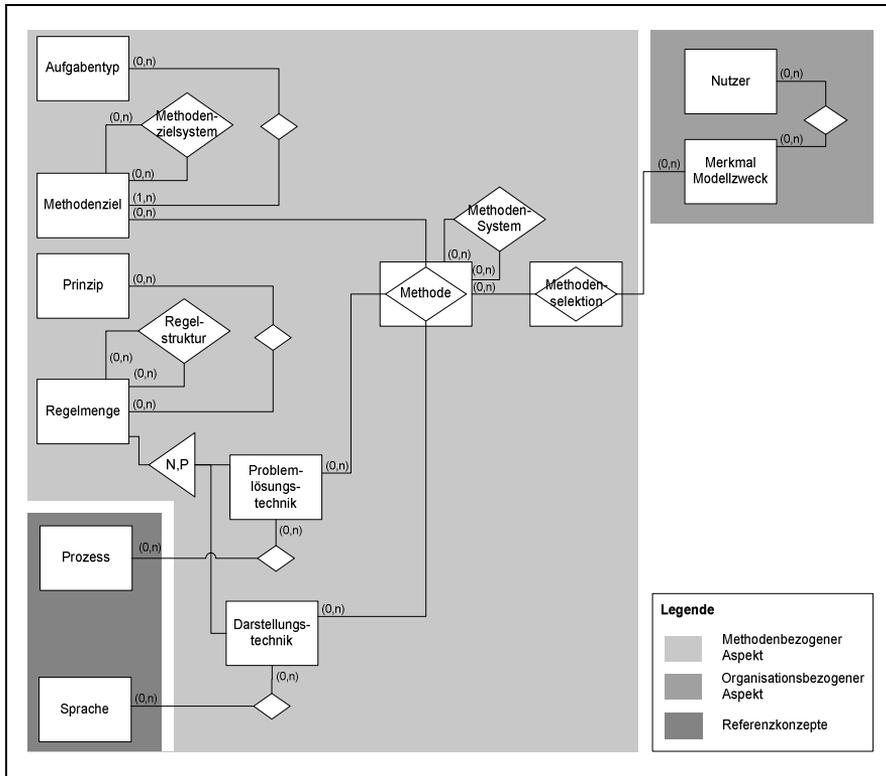


Abb. 17: Teilbezugsrahmen zum methodenbezogenen Aspekt²³²

Die Gestaltungsparameter werden auf der Grundlage eines allgemeinen Musters für Methoden entwickelt, das auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen sowie zur Bildung von Methodensystemen verwendet werden kann. Kennzeichnend für Methoden sind eine spezifische Zielsetzung sowie Regelmengen zur Problemlösung und Darstellung.²³³

*Eine **Methode** gibt in der Konstruktionsprozessgestaltung Problemlösungs- und Darstellungstechniken an, die in Konstruktionsprozessen zur Erreichung eines typischen Konstruktionsziels eingesetzt werden können.*

*Eine **Problemlösungstechnik** gibt in der Prozessgestaltung Regeln an, die zeitliche und sachlogische Folgen von Funktionen betreffen, die zur Erreichung des von einer Methode unterstützten Konstruktionsziels beitragen.²³⁴*

²³² Das Modell steht im Kontext weiterer Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Die Darstellung ist auf ausgewählte Gestaltungsparameter konzentriert worden. Zu den übrigen Modellen vgl. Abb. 16, Abb. 18, Abb. 19, Abb. 21, Abb. 24, Abb. 27, Abb. 29 und Abb. 31.

²³³ Die Verwendung des Begriffs der *Modellierungstechnik* nach BECKER ET AL. wird vermieden, da die *gesamte* Methode auf die Konstruktion von Modellen ausgerichtet ist. Vgl. Fn. 228.

²³⁴ Hiermit wird eingeräumt, dass eine Methode aus mehreren Problemlösungs- und Darstellungstechniken besteht. Rein terminologisch könnte auch gerade die Zusammenstellung einer Problemlösungstechnik mit den erforderlichen Darstellungstechniken als Methode bezeichnet werden. Dies greift jedoch in die Gestaltung der Darstellungstechnik ein, die demnach nur solche Verhaltensweisen umfassen kann, die auf einem zeitlich sachlogischen Strang liegen, nicht aber etwa nebenläufige Verhaltensweisen umfassen kann. Zwar könnten in solchen Fällen jeweils einzelne Methoden gebildet werden, doch erweist sich eine derartige Terminologie für die Anwendung als wenig hilfreich.

*Eine **Darstellungstechnik** gibt in der Prozessgestaltung Regeln an, die die Gestaltung der Darstellung von Verhaltensergebnissen betreffen, die zur Erreichung des von einer Methode unterstützten Konstruktionsziels beitragen.*

Das Strukturmuster einer Methode kann auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen verwendet werden.²³⁵ So ist in einer Methode zur Konstruktion von Referenzmodellen die Vorgehensweise des Konstruktionsprozesses (z. B. Problemdefinition, Konstruktion des Rahmens und der Struktur sowie Komplettierung) ebenso wie die innerhalb dieses Vorgehens zu erstellenden Darstellungen zu beschreiben (z. B. Variantentypologien, Prozessobjektauswahlmatrix, Daten- und Prozessmodelle). Gleichermaßen kann aber z. B. auch die von BECKER ET AL. beschriebene Modellierungstechnik als eine Methode interpretiert werden. Die Regeln zur Darstellung referenzieren die spezifische Sprache, die Problemlösungstechnik liefert die Handlungsanleitung. Auch die Sprachdefinition kann selbst wieder hinsichtlich der Einführung von Elementen und deren Repräsentationen als Darstellungstechnik und Regeln ihrer Syntax als Problemlösungstechnik strukturiert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Regeln nicht immer eine vollständige Beschreibung des Verhaltens oder der zu verwendenden Darstellung zu bieten haben, sondern vielmehr zu diesen in *Bezug* stehen.²³⁶

Die Anwendung des Methodenbegriffs auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen zeigt auch, dass die Differenzierung von Problemlösungs- und Darstellungstechniken in Relation zum Konstruktionsziel einer Methode zu erfolgen hat. Wird als Konstruktionsziel der Methode die Erstellung eines Informationsmodells angesetzt, ist es z. B. üblich, Sprachen trotz der mit ihnen vorliegenden Regeln zur Handlungsanleitung als Darstellungstechnik zu positionieren, da sie gegenüber dem Konstruktionsziel der *Darstellung* von Ergebnissen der Problemlösung dienen. Bei einem Wechsel der Perspektive, z. B. auf Fragen der Sprachkonstruktion, kann hingegen eine zusätzliche Differenzierung zwischen Regeln zur Darstellung und Problemlösung der Explikation von Inhalten hilfreich sein.

Die mit Methodiken verfolgte Intention der Bildung eines Methodenverbunds wird durch die Konstruktion von Methodensystemen verallgemeinert.

*Ein **Methodensystem** beschreibt die Kombination von Methoden, die in einer übergeordneten Methode zusammengefasst sind, entlang eines Bezugsebenensystems. Das Bezugsebenensystem kann über mehrere Ebenen fortgesetzt werden und muss nicht der Struktur einer Hierarchie folgen.*

Methoden können somit als Methodensysteme verfeinert werden. Einzelne Methoden werden in verschiedenen Methodensystemen wieder verwendet. Mit den in einer Methodenstruktur übergeordneten Methoden wird das Ziel verfolgt, die darunter liegenden Methoden durch die Problemlösungstechnik zu koordinieren oder durch die Darstellungstechnik zu strukturieren. Übergeordnete Methoden umfassen somit zumindest die notwendigen Regeln zur Verhaltens- und Ergebnisintegration. Darüber hinaus können sie eigene Regeln enthalten. Neben der Strukturierung von Ergebnissen darunter liegender Methoden können wiederum auch Regeln zur Darstellung dieser Struktur vorgesehen sein. Aus der situativen Unterordnung einer Methode in der Methodenstruktur kann die von BECKER ET AL. demonstrierte verwendungszweckspezifische Erweiterung der Regelmenge erwachsen.²³⁷ Die Existenz von Über- und Unterordnungsbeziehungen zwischen Methoden zeigt

²³⁵ Entsprechende perspektivische Relationen und Bezeichnungen innerhalb mehrstufiger Hierarchien erhöhen die Anwendbarkeit und Robustheit von Strukturen und Terminologien. Sie sind auch in anderen Bereichen der Informationsmodellierung zu finden, so im Zusammenhang mit Petri-Netzen, wo nach dem Netz-in-Netz-Konstrukt von VALK relativ zwischen System- und Objektnetz zu unterscheiden ist. Vgl. Köhler, M., Moldt, D., Rölke, H. (2001), S. 6 f.

²³⁶ Vgl. hier die im Folgenden angestellten Differenzierungen zwischen Vorgehens- und Problemlösungstechniken sowie Darstellungstechniken und Sprachen.

²³⁷ Vgl. Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 12.

den in der Unterscheidung zwischen Methoden und Methodiken ausgedrückten Sachverhalt. Eine entsprechende Bezeichnung ist hier jedoch nicht absolut, sondern relativ im Vergleich von Methoden vorzunehmen.

Bei der Ausgestaltung des allgemeinen Musters können Methoden zu konstruieren sein, deren Zielsetzung maßgeblich in der Beschreibung eines Vorgehens zur Problemlösung oder der Erzeugung einer Darstellung besteht. Demnach sind problemlösungstechnik- und darstellungstechnikorientierte Methoden zu unterscheiden. Zur Qualitätssicherung der Konstruktionsprozesse haben solche Methoden auch Regeln des jeweils anderen Typs vorzusehen.

Zur Gestaltung einer Methode ist der Bezug zu ihrem konstituierenden Ziel herzustellen. Terminologisch sollte die Bezeichnung einer Methode ihr Ziel möglichst klar erkennen lassen (z. B. Methode zur semi-formalen Beschreibung von Prozessen). Die Etablierung von Zieltypologien fördert die intersubjektive Nachvollziehbarkeit der Bezeichnung. Sie dient somit zugleich zur Ausprägung von Methodentypen. Somit können ebenso individuelle wie auch typspezifisch standardisierte Methodensysteme gebildet werden. Hierzu bietet sich eine kombinierte top-down- und bottom-up-Vorgehensweise an. Top down wird zunächst die gesamte Gestaltungsaufgabe als Methodenziel angesetzt. Zu diesem werden abstrakte Problemlösungs- und Darstellungstechniken skizziert. Je umfangreicher der zu gestaltende Konstruktionsprozess ist, desto mehr orientiert sich die Methode an der Vorgehensweise zur Problemlösung. Verfeinerungen erfolgen durch Disaggregationen der Unterstützungsaufgabe. Entsprechend sind in der übergeordneten Methode Konzepte zur Integration vorzusehen und in der untergeordneten ggf. Regeln zur Konsistenzsicherung zu ergänzen. Während die Konzeptionalisierung top down erfolgt, ist bottom up eine Verfeinerung vorzunehmen. In diesem idealtypischen Verfahren sind zur Anwendung Zyklen vorzusehen.

Zur Gestaltung der Problemlösungs- und Darstellungstechniken kann auf Konzepte Bezug genommen werden, von denen Erkenntnisse über die Art der zu gestaltenden Regeln abgeleitet werden können. Solche Referenzkonzepte werden im Folgenden untersucht und ihr Erklärungsbeitrag zur Gestaltung von Methoden in Teilbezugsrahmen operationalisiert.

3.3.2.2 Referenzkonzepte zur Gestaltung von Methoden

Bei der Gestaltung von Methoden kann auf Vorarbeiten zurückgegriffen werden, die bei der Konstruktion der Regelmengen *wieder verwendet* werden. Neben der Verwendung vollständiger Methoden in Methodensystemen bieten sich auch Konzepte an, durch die die Konstruktion von Teilaspekten einer Methode unterstützt wird. Solche Konzepte können z. B. aus Arbeiten hervorgehen, die sich mit rein problemlösungs- oder darstellungsbezogenen Regeln befassen. Da diesen Konzepten im Prozess der Methodengestaltung die für die Referenzmodellierung konstituierende inhaltsbezogene Unterstützungsfunktion zukommt, werden sie im Folgenden als Referenzkonzepte zur Gestaltung von Methoden thematisiert.

Als Referenzkonzepte können Paradigmen, Sprachen und Verhaltensmodelle genutzt werden. Auf Typebene liefern sie Erkenntnisse über Gestaltungsparameter, anhand derer der Teilbezugsrahmen des methodenbezogenen Aspekts differenziert werden kann. Spezielle Ausprägungen von Paradigmen, Sprachen und Verhaltensmodellen geben dem Methodengestalter zudem praktische Anhaltspunkte zur Bildung der Regelmengen. Die Konzepte sind nunmehr auf ihren spezifischen Beitrag zur Gestaltung des methodenbezogenen Aspekts hin zu untersuchen.

Nutzung von Paradigmen zur Gestaltung von Methoden

Unter einem Paradigma wird vereinfacht ein Muster zur Strukturierung von Wissen verstanden.²³⁸ In dem von KUHN in die Wissenschaftstheorie eingeführten Begriff bezeichnet ein Paradigma Komponenten verschiedener Wissenschaftsdisziplinen, die für die Wahl spezifischer Fragestellungen und Problemlösungsstrategien bestimmend sind. Paradigmen verlangen dabei nicht nach einer Begründung, vielmehr werden sie nach Maßgabe ihres Erfolgs verwendet.²³⁹ Verallgemeinert schränkt die Verwendung eines Paradigmas die in einem Bezugssystem (Wissenschaft) herrschende Wahlfreiheit ein. Ein Wechsel der Strukturen für gleiche Bezugssysteme wird als Paradigmenwechsel bezeichnet („wissenschaftliche Revolution“). Unterschiedliche paradigmengestaltende stabile Strukturen des gleichen Bezugssystems stellen konkurrierende Paradigmen dar.

Im Kontext des methodenbezogenen Aspekts der Prozessgestaltung sind Paradigmen wie folgt zu konkretisieren:

Ein Paradigma ist ein Muster, durch das die mögliche Regelmenge einer zu gestaltenden Methode nach spezifischen Prinzipien eingegrenzt wird.

Die Nutzung von Paradigmen zur Gestaltung von Methoden wird in dem in Abb. 18 dargestellten Teilbezugsrahmen konkretisiert.

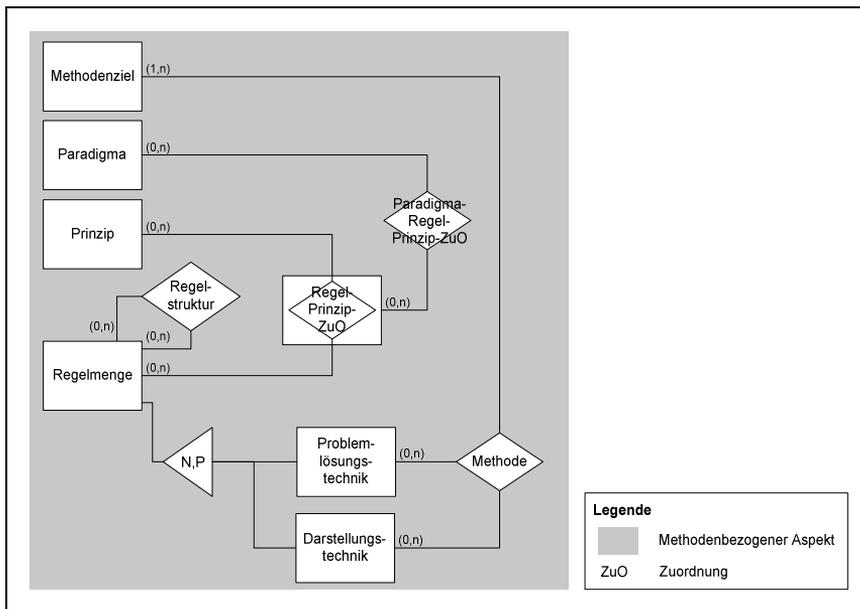


Abb. 18: Teilbezugsrahmen zur Integration von Paradigmen im methodenbezogenen Aspekt²⁴⁰

²³⁸ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 87 und die dort zitierte Literatur. Die Betrachtung wird hier differenziert, da die Bedeutungen sowohl von Mustern als auch von Paradigmen einen Beitrag zur späteren methodischen Erweiterung zur verteilten Referenzmodellierung leisten.

²³⁹ Vgl. Kuhn, T. S. (1976), S. 25 ff., Majer, U. (1980), S. 468, Braha, D., Maimon, O. (1997), S. 151, Gethmann, C. F. (1995), S. 33 ff.

²⁴⁰ Das Modell steht im Kontext weiterer Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Die Darstellung ist auf ausgewählte Gestaltungsparameter konzentriert worden. Zu den übrigen Modellen vgl. Abb. 16, Abb. 17, Abb. 19, Abb. 21, Abb. 24, Abb. 27, Abb. 29 und Abb. 31.

Durch Bezugnahme auf ein Paradigma wird die Gestaltung einer Methode an Prinzipien ausgerichtet, anhand derer alternative Handlungsanleitungen zur Erreichung des Methodenziels bewertet und ausgewählt werden. Mit der Entwicklung von Paradigmen kann somit eine Menge von Prinzipien zusammengefasst werden, die sich für eine Klasse von Gestaltungsaufgaben als vorteilhaft erwiesen haben; ebenso können deduktiv entsprechende Vorschläge unterbreitet werden. Durch die Nutzung eines Paradigmas bei der Gestaltung von Methoden werden die vorteilhaften Prinzipien in einzelnen Konstruktionsprozessen umgesetzt und damit ein Beitrag zur Qualitätssicherung geleistet. Zugleich trägt der prinzipielle Ausschluss von Gestaltungsmöglichkeiten zur Komplexitätsreduktion der Prozessgestaltung bei.

Nutzung von Sprachen zur Gestaltung von Methoden

Die Parameter zur Gestaltung von Darstellungstechniken können auf der Grundlage von Erkenntnissen der Sprachgestaltung konkretisiert werden. Hierzu sind ausgehend von einem allgemeinen Sprachbegriff relevante Aspekte der Konstruktion von Sprachen sowie typische Merkmale ihres Profils in der Informationsmodellierung zu untersuchen. Sprachen werden hier wie folgt definiert:

Als *Sprache* wird ein System von Zeichen (*Sprachkonstrukten*) und Regeln (*Sprachregeln*) zu ihrer Verwendung verstanden.²⁴¹

Der Zweck einer Sprache liegt in der Repräsentation von Informationen anhand einer standardisierten Vorschrift.²⁴² Die hiermit im Einzelnen verfolgten Funktionen werden in der Semiotik wie folgt differenziert: Unterschieden werden die *syntaktische* Funktion zur Herstellung von Relationen zwischen Zeichen untereinander, die *semantische* Funktion zu deren zur Bezeichnung eines Gegenstands und die *pragmatische* Funktion zur Verhaltensbeeinflussung von Subjekten.²⁴³

In der Sprachgestaltung wird eine systematische Entwicklung von Sprachen vorgenommen. Relevante Parameter für die Prozessgestaltung werden im Teilbezugsrahmen in Abb. 19 dargestellt: Unterschieden wird die Gestaltung des *konzeptionellen* und des *repräsentationellen* Aspekts der Sprache.²⁴⁴ Mit dem konzeptionellen Aspekt werden die in einer Sprache zur Verfügung stehenden logischen Zeichen und deren Beziehungen identifiziert sowie hinsichtlich ihrer Bedeutung als Sprachkonstrukte eingeführt.²⁴⁵ Der repräsentationelle Aspekt ordnet den Sprachkonstrukten und ihren Beziehungen Repräsentationen zu. Die differenzierte Gestaltung beider Aspekte ermöglicht deren Entkopplung, sodass zu dem Ergebnis einer konzeptionellen Gestaltung unterschiedliche repräsentationelle Ge-

²⁴¹ Vgl. Carnap, R. (1960), zit. nach Holten, R. (1999), S. 11. Weitere Betrachtungen werden in der Sprachwissenschaft und der logischen Sprachanalyse angestellt. Vgl. hierzu Seiffert, H. (1994), S. 313-316.

²⁴² Dieser Zweck entspricht der Grundintention der Sprache in der Semiotik und steht auch im Einklang mit dem hier eingeführten Informationsbegriff. Vgl. Petöfi, I. S. (1980), S. 599, der allerdings von Vermittlung von Informationen spricht. Hier legt die Sprache die Grundlage sowohl für die Verarbeitung als auch den Austausch und für weitere potenzielle Verwendungstypen von Informationen.

²⁴³ Vgl. Petöfi, I. S. (1980), S. 599, der die Relation zwischen Zeichen (Syntax), Zeichen und Bezeichnetem (Semantik) sowie Zeichen, Bezeichnetem und Verwender (Pragmatik) als konstitutiv herausstellt.

²⁴⁴ Vgl. Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 8 f. In der Literatur finden sich weitere Anätze zur Differenzierung von Sprachgestaltungen. Vgl. z. B. Ortner, E. (1997), S. 70 ff., Ortner, E. (2000), S. 11 ff. Vgl. auch Holten, R. (1999), S. 4 f. und die dort zitierte Literatur. Die Unterscheidung zwischen dem konzeptionellen und repräsentationellen Aspekt bietet eine angemessene Grundlage für die im Rahmen dieser Arbeit vorzunehmenden Gestaltungen. Für spezielle Fragestellungen wird – an gegebener Stelle – der Beitrag vertiefender Arbeiten untersucht. Vgl. hierzu Kapitel 5.1.2.3 dieser Arbeit.

²⁴⁵ Diesbezüglich ist keine Terminologie etabliert. BECKER ET AL. verwenden die Bezeichnung *Sprachelement*, vgl. Becker, J. et al. (2001), S. 9. Die Bezeichnung Sprachkonstrukt wird hier mit Blick auf die für die Konstruktion von Informationsmodellen zu konstruierenden Sprachen gefunden. Für diese erweist sich eine abstrakte Bezeichnung als vorteilhaft.

stellungen vorgenommen werden können.²⁴⁶ Die Menge möglicher Aussagen, die mit dem System an Sprachkonstrukten getroffen werden kann, wird als *Sprachumfang* bezeichnet. Eine Maßzahl zur Quantifizierung des Sprachumfangs ist die *Sprachmächtigkeit*.

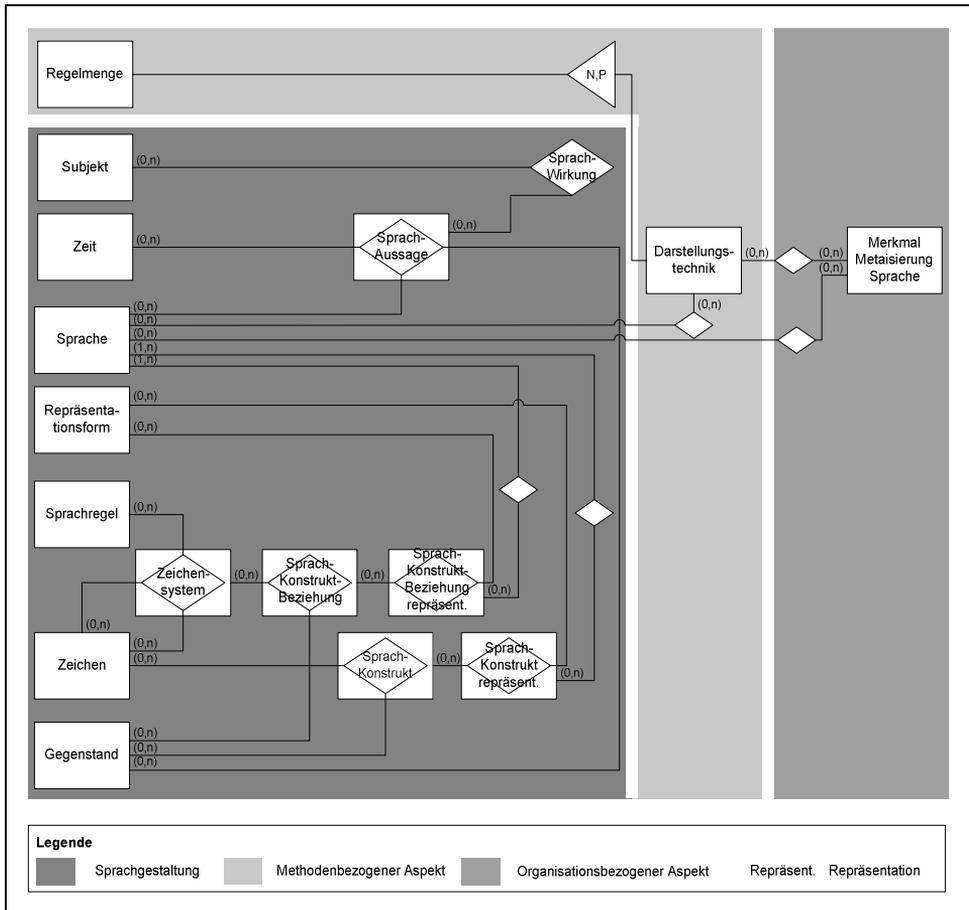


Abb. 19: Teilbezugsrahmen zu Sprachgestaltungen und -anwendungen als Referenz im methodenbezogenen Aspekt²⁴⁷

In der Informationsmodellierung haben sich zweckspezifisch sowohl ein gemeinsames Profil als auch typische Unterscheidungsmerkmale für Sprachen herausgebildet. Beide Aspekte werden in der in Abb. 20 dargestellten Typologie veranschaulicht.

²⁴⁶ Vgl. Strahringer, S. (1996), S. 91 f., Becker, J. et al. (Methodik) (2001), S. 8 f.

²⁴⁷ Das Modell steht im Kontext weiterer Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Die Darstellung ist auf ausgewählte Gestaltungsparameter konzentriert worden. Folgende Aspekte sind gesondert hervorzuheben: (a) die Sprachgestaltung ist auf die Differenzierung des konzeptionellen und repräsentationellen Aspekts begrenzt worden; (b) die Sprachanwendung orientiert sich an den Funktionen der Sprache im Sinne der Semiotik, vgl. hierzu Petöfi, I. S. (1980), S. 599; (c) die Darstellung wird auf Sprachen begrenzt, zu denen Repräsentationsformen verliegen. Zu den übrigen Modellen vgl. Abb. 16, Abb. 17, Abb. 18, Abb. 21, Abb. 24, Abb. 27, Abb. 29 und Abb. 31.

Merkmal	Ausprägung			
Sprachumfang	Generell		Zweckspezifische	
Zeichenklasse	Symbole	Ikonische Zeichen	Signale	Lautsprachliche Zeichen
Repräsentationsform	Grafisch		Textlich	
Systemaspekt	Aspektspezifisch		Aspektübergreifend	
Formalität	Formal	Semi-formal	Unformal	
Erweiterbarkeit	Nicht erweiterbar	Kontrolliert erweiterbar	Frei erweiterbar	
Ebenenbezug	Fachkonzept	DV-Konzept	Implementierung	
Legende				
 Zutreffende Merkmalsausprägung				

Abb. 20: Typologie von Sprachen²⁴⁸

Gemeinsamkeiten der in der Informationsmodellierung verwendeten Sprachen bestehen darin, dass ihr Sprachumfang zumeist für Aussagen über spezifische Typen von Inhalten in Konstruktionsprozessen konzipiert ist. Durch die Verwendung von Sprachen, deren Sprachumfang auf die Anforderungen typischer Konstruktionsprozesse zugeschnitten ist, werden die Ausdrucksmöglichkeiten auf die gegenüber dem Modellzweck als relevant erachteten Aussagentypen konzentriert. Hierdurch wird sowohl die Komplexität der Sprachanwendung gemindert und deren Erlernbarkeit gefördert sowie auf Typebene zugleich die Qualität der Aussagen gesichert. Zur weiteren Steigerung der Anschaulichkeit werden in der repräsentationellen Sprachgestaltung meist grafische Symbole verwendet, die bedarfsgerecht um textliche Anmerkungen ergänzt werden.²⁴⁹

In der Konkretisierung des gemeinsamen Profils weisen Sprachen der Informationsmodellierung auch typische Unterscheidungsmerkmale auf. Im Hinblick auf die Einschränkung des Sprachumfangs können Sprachen dahingehend unterschieden werden, ob sie für aspektspezifische oder aspektübergreifende Aussagen konzipiert sind. Anhaltspunkte zur Differenzierung von Aspekten bietet das mit dieser Arbeit entwickelte Strukturmuster für Systemaspekte.²⁵⁰ Typische aspektspezifische Sprachen liegen demnach für Aussagen über Eigenschaften und Verhaltensweisen von Gegenständen sowohl auf Typ- als auch auf Instanzebene vor.²⁵¹ Nach dem Formalisierungsgrad werden *formale*, *unformale* oder *semi-*

²⁴⁸ Zur Beschreibung der Entwicklung von Sprachen zur Informationsmodellierung vgl. auch Jarke, M. (1992), S. 166 ff.

²⁴⁹ Zur Unterscheidung von Zeichen nach Klassenzugehörigkeit vgl. Petöfi, I. S. (1980), S. 599. Dem Problem der Flüchtigkeit von Signalen und lautsprachlichen Zeichen könnte durch geeignete Medien als technische Plattformen begegnet werden, was aber bislang unüblich ist. Ikonische Zeichen stellen bereits selbst Zeichnungen dar. In der Informationsmodellierung sind aber vielmehr „Zeichnungen“ als Konfiguration von Symbolen zu erzeugen.

²⁵⁰ Das Strukturmuster für Systemaspekte ist in Kapitel 3.2.2.3 dieser Arbeit eingeführt worden.

²⁵¹ Sprachen zur Beschreibung von Klassen des objektorientierten Paradigmas der Softwareentwicklung sind z. B. typischerweise aspektübergreifend, indem sie sowohl Eigenschafts- als auch Verhaltensaspekte beschreiben. Demgegenüber nehmen Sprachen zur Datenmodellierung spezifische Eigenschaftsbeschreibungen vor. Vgl. z. B. Balzert, H. (2001), S. 3, Speck, M. C. (2001), S. 98 ff.

formale Sprachen unterschieden.²⁵² Während hinsichtlich formaler und unformaler Sprachen ein intuitives Verständnis herrscht, bleiben semi-formale Sprachen oft unpräzise definiert. Eine Unterscheidung kann in Abhängigkeit der Definiertheit von Syntax und Semantik verwendeter Zeichen getroffen werden: Formale Sprachen sind sowohl hinsichtlich Syntax als auch Semantik definiert, unformale Sprachen dagegen weder hinsichtlich Syntax noch Semantik. Semi-formale Sprachen sind zwar hinsichtlich ihrer Syntax, jedoch nur unvollkommen hinsichtlich ihrer Semantik definiert.²⁵³ Nach Maßgabe der Möglichkeiten, ad hoc den Sprachumfang auszubauen, können Sprachen *nicht erweiterbar*, *kontrolliert erweiterbar* und *frei erweiterbar* gestaltet sein.²⁵⁴ Eine anwendungsorientierte Differenzierung wird hinsichtlich ihrer Verwendung zur Beschreibung von Aspekten der Systementwicklung unterschiedlicher Implementierungsnähe vorgenommen. In Anlehnung an die Terminologie bei SCHEER können Sprachen für Aussagen auf *Fachkonzept*-, *DV-Konzept*- und *Implementierungsebene* entwickelt werden.²⁵⁵

Nutzung von Verhaltensmodellen zur Gestaltung von Methoden

Zur Konkretisierung der Gestaltungsparameter in Bezug auf die Problemlösungstechnik können Arbeiten zum Systems Engineering genutzt werden. Anhand der Begriffe des Phasen-, Vorgehens- und Prozessmodells werden alternative Muster zur Strukturierung des Konstruktionsverhaltens differenziert.²⁵⁶ Sie liefern Anhaltspunkte über relevante Typen von Regeln der Problemlösungstechnik.²⁵⁷ Ausgehend von einer begrifflichen Präzisierung können relevante Parameter sowie typische Merkmale von Problemlösungstechniken identifiziert werden.

Die Bezeichnungen Phasen-, Vorgehens- und Prozessmodell werden in der Literatur oft synonym verwendet.²⁵⁸ In jüngeren Arbeiten wird auf eine Unterscheidung zwischen Phasen- und Vorgehensmodellen hingewiesen.²⁵⁹ Während ein Phasenmodell die zur Errei-

²⁵² In Sprachen zur Verhaltensstrukturbeschreibung werden z. B. Petri-Netze als formal, Ereignisgesteuerte Prozessketten als semi-formal und kreative Skizzen als unformal klassifiziert.

²⁵³ Vgl. Zave, P. (1990), S. 197, ebenso Frank, U., Schauer, H. (2001), S. 5. Auch abweichende Unterscheidungen sind zu finden, denen hier nicht gefolgt wird. So betont MEYER ZU HÖRSTE, dass formale und semi-formale Beschreibungsmittel eine eindeutige semantische Interpretation haben, im semi-formalen Fall jedoch keine mathematische Basis vorläge. Vgl. Meyer zu Hörste, M. (1998), S. 3. TEUBNER grenzt formale Sprachen gegenüber Notationen dahingehend ab, dass Notationen gegenüber formalen Sprachen auch die Semantik festlegen. Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 97.

²⁵⁴ Nicht erweiterbar ist z. B. der Programmablaufplan. Frei erweiterbare Sprachen sind insbesondere sämtliche unformale Sprachen. Anzustreben sind kontrolliert erweiterbare Sprachen, in denen spezifizierte Sprachkonstrukte Ausbaufähigkeit bieten. Im Fall der EPK können neue Sprachkonstrukte eingeführt werden, die dann an Funktionen anzuheften sind. In der UML existieren Stereotypen, die im Sprachumfang eingebunden, aber hinsichtlich Repräsentation und Bedeutung individuell spezifiziert werden können.

²⁵⁵ Vgl. z. B. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 14 ff. Ebenfalls verbreitet ist die Gliederung nach der Definitions-, Entwurfs- und Implementierungsphase im Softwareentwicklungsprozess. Vgl. Balzert, H. (2000), S. 107.

²⁵⁶ Während die Begriffe Muster zur Strukturierung des Verhaltens differenzieren, werden mit der Konstruktion von Phasen-, Vorgehens- und Prozessmodellen spezielle Problemlösungstechniken beschrieben. Beispiele für spezielle Problemlösungstechniken liefern die Vorgehensmodelle zur Referenzmodellierung in Kapitel 4.3.4 und Kapitel 6.2 dieser Arbeit.

²⁵⁷ Die Modelle selbst sind damit dem *methodenbezogenen Aspekt* zuzuordnen und bewegen sich gegenüber dem Modell, das unter Anwendung der durch sie beschriebenen Problemlösungstechnik entwickelt wird, auf einer anderen Bezugsebene. Zu unterschiedlichen Bezugsebenen in der Anwendung des konzeptionellen Bezugsrahmens vgl. Kapitel 3.3.1 dieser Arbeit. Vorgehens- und Phasenmodelle sind in dieser Beziehung als *prozessbasierte Metamodelle* einzustufen. Vgl. hierzu die im modellbezogenen Aspekt eingeführte Terminologie in Kapitel 3.3.3.2 dieser Arbeit.

²⁵⁸ Vgl. z. B. Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 218 ff., Balzert, H. (2000), S. 54, Alpar, P. et al. (2000), S. 212 ff., GI (2002).

²⁵⁹ Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 102. Die Begriffe werden im Folgenden auf die dem konzeptionellen Bezugsrahmen zugrunde liegende Terminologie übertragen.

chung eines Ziels auszuführenden Verhaltensschritte (Phasen) und ihre Abfolge *benennt*, beschreibt ein Vorgehensmodell zudem, wie die Schritte im Einzelnen auszuführen sind. Beide Modelltypen unterscheiden sich damit hinsichtlich des Detaillierungsgrads der Betrachtung. Phasenmodelle beschreiben das auf eine Zielerreichung ausgerichtete Verhalten (*Was?*) und bleiben dabei auf *eine* Bezugsebene begrenzt. In Vorgehensmodellen wird zudem das Verhalten einzelner Phasen im Innenverhältnis erklärt (*Was + Wie?*), sodass zumindest zwei Bezugsebenen beschrieben werden.²⁶⁰ Prozessmodelle stellen vor dem Hintergrund des eingeführten Prozessbegriffs das differenzierteste Strukturmuster dar. Für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen ist ihre Struktur als Idealtyp anzusehen, da die Regeln der Problemlösungstechnik Handlungsanleitungen für den zeitlich-sachlogischen Ablauf des Konstruktionsprozesses darstellen.²⁶¹ Prozessmodelle werden wie folgt eingeführt.²⁶²

Ein Prozessmodell auf Typebene (kurz: Prozessmodell) beschreibt Verhaltensweisen eines Systems nach dem Strukturmuster des Prozessbegriffs.

Aufgrund ihres idealtypischen Charakters werden Prozessmodelle als Ausgangspunkt zur Konkretisierung der Gestaltungsparameter im Teilbezugsrahmen verwendet (vgl. Abb. 21).

Der Teilbezugsrahmen für Gestaltungsparameter von Problemlösungstechniken wird gebildet, indem die Merkmale des Prozessbegriffs auf das Strukturmuster für Systemaspekte übertragen werden.²⁶³ Regeln beschreiben Prozessstrukturen entweder vollständig oder beziehen sich auf Teilaspekte der Elemente; einzelne Regeln können auch mehrere Prozessstrukturen betreffen.

²⁶⁰ Das Verhalten wird somit auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen beschrieben. Während ein Phasenmodell eine Beschreibung auf Ebene n vornimmt, erfolgt im Vorgehensmodell zusätzlich zumindest eine Konkretisierung auf der Ebene $n+1$. Beide beschreiben damit zwar den gleichen Systemaspekt, sind aber strukturverschieden, da Vorgehensmodelle mit mindestens zwei Abstraktionsebenen eine höhere Komplexitätsebene gegenüber Phasenmodellen aufweisen.

²⁶¹ Der Charakter eines *Idealtyps* kommt darin zum Ausdruck, dass die Prozessstruktur sich zwar theoretisch als günstig erweist, in empirischen Prozessgestaltungen jedoch nicht zwingend einzuhalten ist. Konzeptionell wird dieser Zusammenhang durch die Entkopplung zwischen der Problemlösungstechnik und den hier untersuchten Bezugskonzepten berücksichtigt. Demnach können in der Gestaltung von Problemlösungstechniken auch Vorgehens- und Phasenmodelle einen Beitrag leisten, der als Aspekt in die Struktur des Konstruktionsprozesses einfließt.

²⁶² Prozessmodelle können über mehrere Ebenen disaggregiert werden. Vgl. z. B. Pohl, K., Jarke, M. (1992), S. 8, Jarke, M. (1992), S. 164, Schütte, R. (1998), S. 101, Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1999), S. 81.

²⁶³ Zur Einführung des Prozessbegriffs vgl. Kapitel 2.1.2.1 dieser Arbeit. Das Strukturmuster für Systemaspekte ist in Kapitel 3.2.2.3 dieser Arbeit eingeführt worden.

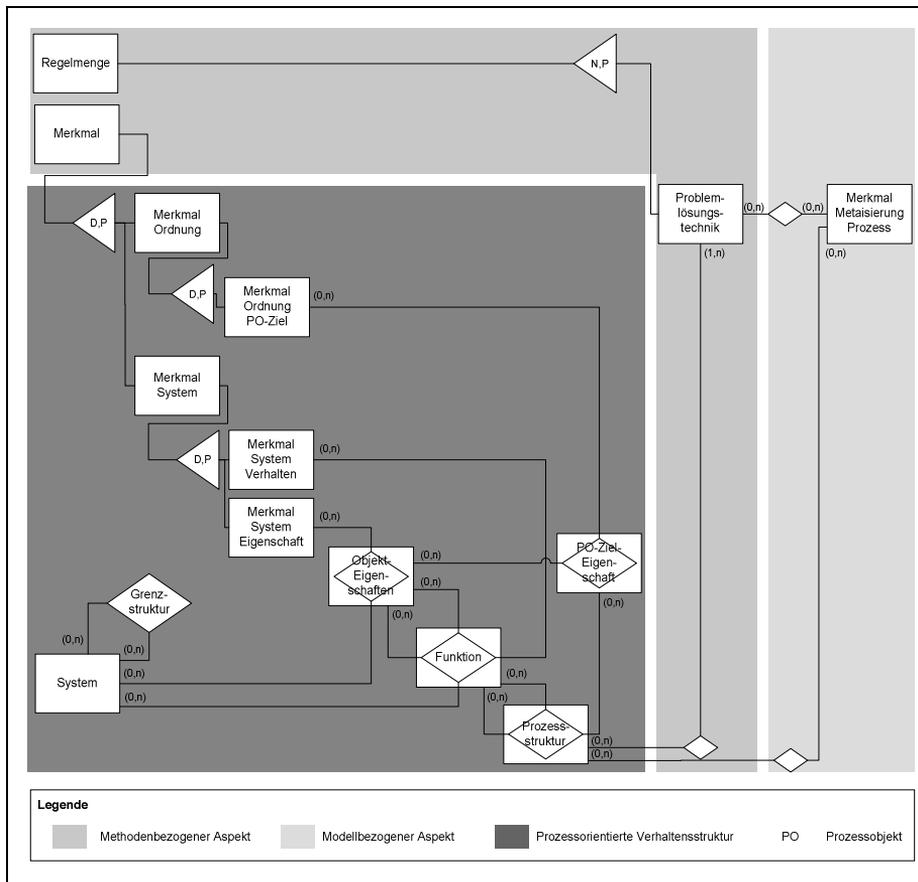


Abb. 21: Teilbezugsrahmen zu Prozessmodellen als Referenz im methodenbezogenen Aspekt²⁶⁴

Hinsichtlich der Einstellung der Gestaltungsparameter haben sich typische Unterscheidungsmerkmale von Prozessstrukturen etabliert. Die für die Gestaltung von Problemlösungstechniken relevanten Merkmale werden in der in Abb. 22 dargestellten Typologie zusammengefasst und im Folgenden eingeführt: Die Problemlösungstechnik ist maßgebend dadurch charakterisiert, inwiefern Prüfungen zur Ergebnissicherung vorgesehen sind. Nach dem prozessorientierten Verständnis ist anzustreben, dass der nach Ablauf des Konstruktionsprozesses erreichte Endzustand des Modells dem spezifizierten Sollzustand entspricht und das Modell somit zweckgerecht ist. Werden in der Problemlösungstechnik Regeln vorgesehen, durch die eine Steuerung des Prozessablaufs nach Maßgabe von Beurteilungsergebnissen des Modellzustands erfolgt, gilt die Prozessstruktur als ergebnissichert; andernfalls ist sie als *ungesichert* zu bezeichnen. In Abhängigkeit des Prozessverlaufs zwischen Prüfungen sind wasserfallartige und iterative Strukturen zu unterschei-

²⁶⁴ Das Modell steht im Kontext weiterer Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Die Darstellung ist auf ausgewählte Gestaltungsparameter konzentriert worden. Die Darstellung nimmt eine Konkretisierung des Strukturmusters zu Systemaspekten vor. Eigenschafts- und Verhaltensaspekte werden zur Darstellung von Prozessstrukturen ausgeprägt. Aspekte, die keinen spezifischen Beitrag zur Konstruktion von Problemlösungstechniken leisten, wurden zur Erhöhung der Klarheit ausgeblendet (z. B. die Differenzierung zwischen Typ- und Instanzebene). Zu den übrigen Modellen vgl. Abb. 16, Abb. 17, Abb. 18, Abb. 19, Abb. 24, Abb. 27, Abb. 29 und Abb. 31.

den.²⁶⁵ *Wasserfallartige* Prozesse reflektieren die geplanten Zustandsveränderungen des Prozessobjekts in der Prozessstruktur. Sie verfügen über dezidierte Funktionen für geplante Zustandsveränderungen, in denen letztlich der geplante Endzustand herzustellen ist. *Iterative* Modelle hingegen werden zyklisch durchlaufen und besitzen abstrakte Funktionen, durch die Typen von Zustandsveränderungen realisiert werden. Im Anschluss an jede Iteration wird eine Zustandsbeurteilung des Modells vorgenommen, in der entweder der Endzustand festgestellt oder ein neuer Iterationsschritt in der am Modellzustand ausgerichteten Konkretisierung vorgenommen wird. Insbesondere bei wasserfallartigen Ansätzen ist zu erwägen, konditionale Rücksprünge in vorherige Phasen zu ermöglichen. Ist dieses vorgesehen, wird das Modell als *rückgekoppelt*, ansonsten als *unidirektional* gekennzeichnet. Ist die Dekomposition des Gesamtvorhabens in Teilvorhaben vorgesehen, besteht die Möglichkeit der zumindest teilweisen parallelen Ausführung der Phasen, ansonsten sind sie *linear* zu durchlaufen. Eine Sonderform der *parallelen* Ausführung bieten inkrementelle Vorgehensmodelle, in denen ausgehend von einer Gesamtplanung das weitere Vorgehen in Inkremente dekomponiert wird und so parallel auszuführen und anschließend zu synchronisieren ist. Während sich sämtliche Phasen- und Vorgehensmodelle an einer spezifischen Problemstellung orientieren, ist ihre Bindung an Technologien – wie Beschreibungssprachen für Modelle oder Programme – nicht konstitutiv. Zu unterscheiden sind entsprechend *technologiespezifische* und *-neutrale* Modelle.

Merkmal	Ausprägung	
Ergebnissicherung	Ungesichert	Gesichert
Wiederholung	Wasserfallartig	Iterativ
Richtung	Unidirektional	Rückgekoppelt
Dekomposition	Linear	Parallelisiert
Technologiebezug	Technologiespezifisch	Technologieneutral

Abb. 22: Typologie von Problemlösungstechniken

Unter Nutzung der Referenzkonstrukte sind einzelne Methoden hinsichtlich Zielsetzung, Darstellungstechnik und Problemlösungstechnik zu gestalten. Mit zunehmendem Unterstützungsbedarf sind Methodensysteme zu bilden, in denen Methoden miteinander kombiniert werden. Um hierbei Anhaltspunkte über adäquate Ordnungen von Methoden zu liefern, wird im Folgenden ein Schichtenmodell vorgeschlagen, das als eine Grundlage zur planmäßigen Kombination von Methoden dienen kann.

²⁶⁵ Als Extreme sind das sog. Wasserfallmodell und ein prototypisches Vorgehen zu unterscheiden. Während das wasserfallartige Vorgehen einmalig ist, wird beim Prototyping eine Iteration kurzer Zyklen in den Phasen der Zielanalyse, Funktionsauswahl, Prototypentwicklung und Prototypanwendung vorgenommen. Vgl. z. B. Schönthaler, F., Neméth, T. (1992), S. 99 f., Balzert (1998) S. 114 ff.

3.3.2.3 Schichtenmodell zur Kombination von Methoden

Aus dem Standardprozess zur Modellkonstruktion²⁶⁶ kann ein Schichtenmodell abgeleitet werden, dessen Schichten durch Abstraktion nach dem Merkmal der im Prozess relevanten Unterstützungsleistung gebildet werden.²⁶⁷ Hiermit wird berücksichtigt, dass der gesamte Konstruktionsprozess in standardisierte Typen von Teilprozessen disaggregiert, in denen jeweils signifikant unterschiedliche Konstruktionsleistungen vorzunehmen sind. Die abstrakte Formulierung von Schichten begünstigt die Verwendung der Typstruktur für verschiedene Einsatzzwecke. Sie dient als Muster, das sowohl zur Konstruktion und Selektion von Methoden als auch zur Differenzierung der durch ihre Anwendung erzeugten Modelldarstellungen dienlich ist. Einzelne Methoden sind den Schichten entsprechend ihrer Methodenziele zuzuordnen.

Im Folgenden werden relevante Schichten eingeführt, das Profil schichtenspezifischer und -übergreifender Methoden vorgestellt sowie Aspekte der Verwendung des Schichtenmodells zur Konstruktion, Selektion und Anwendung von Methoden demonstriert. Ausblickend wird die Erweiterbarkeit der hier eingeführten allgemeinen Schichten aufgezeigt. Das Schichtenmodell wird in Abb. 23 dargestellt.

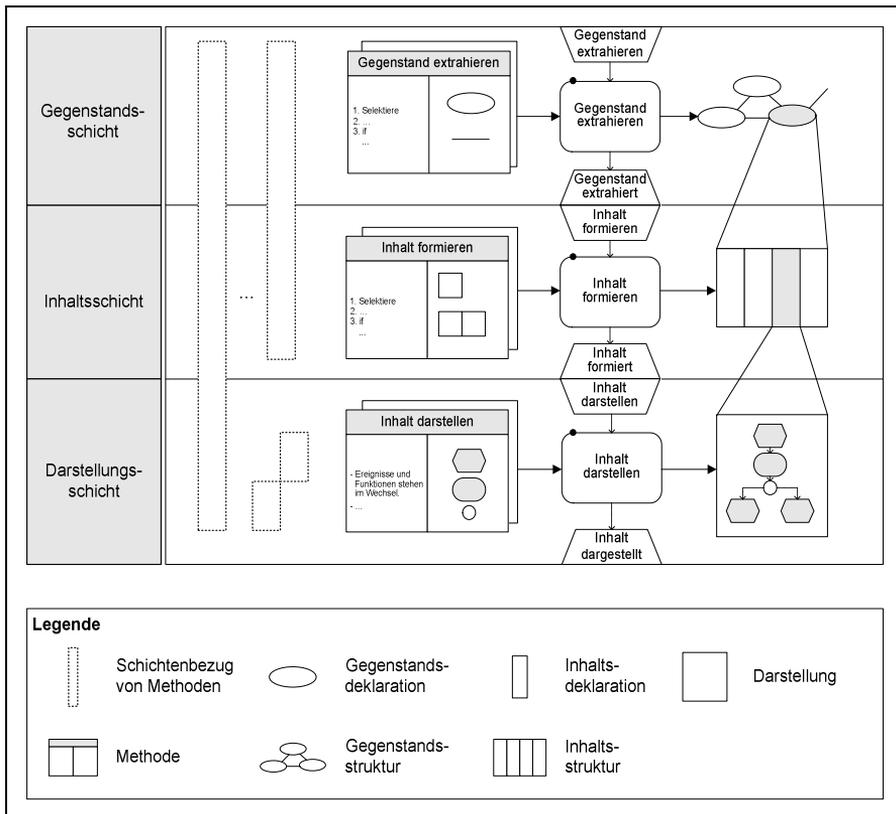


Abb. 23: Schichtenmodell für Methoden der Modellkonstruktion

²⁶⁶ Zum Standardprozess der Modellkonstruktion vgl. Kapitel 2.1.2.2 dieser Arbeit.

²⁶⁷ Zur Konstruktion von Schichtenmodellen vgl. Mühlhäuser, M. (1997), S. 559 f. sowie zu Schichtenstrukturen Fn. 111.

Das Schichtenmodell sieht eine Gegenstands-, eine Inhalts-, und eine Darstellungsschicht vor:

- (1) **Gegenstandsschicht:** Die Gegenstandsschicht wird durch den Unterstützungsbedarf bei der Extraktion des Modellgegenstands – insbesondere des Anfangsgegenstands – konstituiert. Methoden dieser Schicht liefern insbesondere Anleitungen zur Ausgrenzung von Gegenständen sowie zur Deklaration und Strukturierung der Ergebnisse.
- (2) **Inhaltsschicht:** Die Bildung der Inhaltsschicht erfolgt durch den Unterstützungsbedarf, der sich im Teilprozess des Formierens des Inhalts stellt. Methoden bieten hier Unterstützung bei der Aufbereitung von Inhalten sowie bei der Deklaration und Strukturierung von Teilinhalten.
- (3) **Darstellungsschicht:** Die Darstellungsschicht wird durch den Unterstützungsbedarf bei der Anfertigung der Modelldarstellung begründet. Hier sind Methoden vorzusehen, die Darstellungs- und Problemlösungstechniken liefern, die bei der Erstellung des explizierten Modells dienlich sind.

Die identifizierten Schichten stehen zueinander in einer für Schichtenmodelle typischen linearen Über- und Unterordnungsbeziehung.²⁶⁸ Auf den untergeordneten Schichten werden Dienste erbracht, die auf den übergeordneten Schichten genutzt werden. Durch die an die Dienste zu stellenden Anforderungen geht von den übergeordneten Schichten eine normierende Wirkung aus. Unmittelbare Beziehungen bestehen lediglich zwischen benachbarten Schichten und somit zwischen der Gegenstands- und Inhaltsschicht sowie der Inhalts- und Darstellungsschicht. Während die Inhaltsschicht somit zu beiden anderen Schichten Relationen eingeht, besteht – im Einklang mit den modelltheoretischen Erkenntnissen – keine unmittelbare Verbindung zwischen Gegenstands- und Darstellungsschicht.

Einzelne Methoden sind den Schichten zuzuordnen. Hinsichtlich ihrer Unterstützungsleistung können schichtenspezifische und schichtenübergreifende Methoden differenziert werden. Im Aufgabenfeld der Darstellungsschicht besteht das Methodenziel maßgeblich in der Bereitstellung einer Darstellungstechnik, deren Anwendung durch die Problemlösungstechnik beschrieben wird. Idealtypisch entsprechen diese Regelmengen einer Sprachdefinition und Handlungsleitung, womit im Sinne von BECKER ET AL. eine Modellierungstechnik vorliegt.²⁶⁹

Zur methodischen Unterstützung der Konstruktionsprozesse auf Gegenstands- und Inhaltsschicht kommt der Gestaltung von Problemlösungstechniken eine gesteigerte Bedeutung zu. Sie können Regeln liefern, die eine Anleitung geben, nach welchem zeitlichen und sachlogischen Vorgehen Gegenstände auszugrenzen sowie Inhalte zu deklarieren und zu strukturieren sind. Die Darstellungstechnik kann hier auf den konzeptionellen Aspekt der Sprachgestaltung beschränkt werden, indem sie z. B. Denkmuster bietet.²⁷⁰ Die methodische Unterstützung des Konstruktionsprozesses wird jedoch erhöht, wenn auch in diesen Darstellungstechniken Regeln zum repräsentationellen Aspekt der Sprachgestaltung vorgesehen werden. Hierzu sind spezifische Sprachkonstrukte einzuführen, mit de-

²⁶⁸ Wesentlich zu nutzen ist die Existenz von Schichten als funktionale Abstraktionen sowie ihre sequenzielle Schichtung untereinander über Schnittstellen. Die Phänomene der Realisierung von Schichten als Instanzen und Partnerinstanzen sowie die kommunikationsregelnden Protokolle zwischen diesen leisten für die vorzunehmenden methodischen Arbeiten keinen wesentlichen Beitrag.

²⁶⁹ Vgl. Becker, J. et al. (2001), S. 8 ff.

²⁷⁰ Diesen Denkmustern wäre dann kein Sprachkonstrukt zuzuweisen, durch das eine repräsentationelle Gestaltung vorgenommen würde. Zur Kommunikation der Denkmuster können z. B. Sprachen verwendet werden, mit denen ein Muster durch mehrere Aussagen beschrieben wird. Die Differenzierung zwischen der Gestaltung des konzeptionellen und repräsentationellen Aspekts ist im Zusammenhang mit der Sprachgestaltung eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 3.3.2.2 dieser Arbeit.

nen die Konstruktionsergebnisse der Gegenstands- und Inhaltsschicht repräsentiert werden können.

Während für jede Methode zumindest eine Schicht anzugeben ist, kann sich eine Methode auch über mehrere Schichten erstrecken. Solche Methoden vereinigen Regelmengen verschiedener schichtenspezifischer Unterstützungsleistungen. Typischerweise ist diese Situation bei der Bildung von Methodensystemen gegeben. Auch wenn hier spezielle Methoden einzelner Sichten kombiniert werden, sind zusätzliche Methoden zu gestalten, in denen die Regeln zur schichtenübergreifenden Integration vorgesehen sind.

Im konzeptionellen Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen dient das Schichtenmodell der zweckgerechten Identifikation und Kombination von Methoden. So zeigt das Schichtenmodell das Spektrum relevanter Regelmengen zur adäquaten Konstruktionsunterstützung sowie die zwischen den Regeln bestehenden Integrationsbedarfe auf. Zugleich können einzelne Methoden hinsichtlich des Typs der von ihnen ausgehenden Unterstützungsleistung positioniert und somit gegenüber dem Unterstützungsbedarf ausgewählt und kombiniert werden.²⁷¹ Die Zusammenhänge werden in dem in Abb. 24 dargestellten Teilbezugsrahmen zusammengefasst und im methodenbezogenen Aspekt eingeordnet.

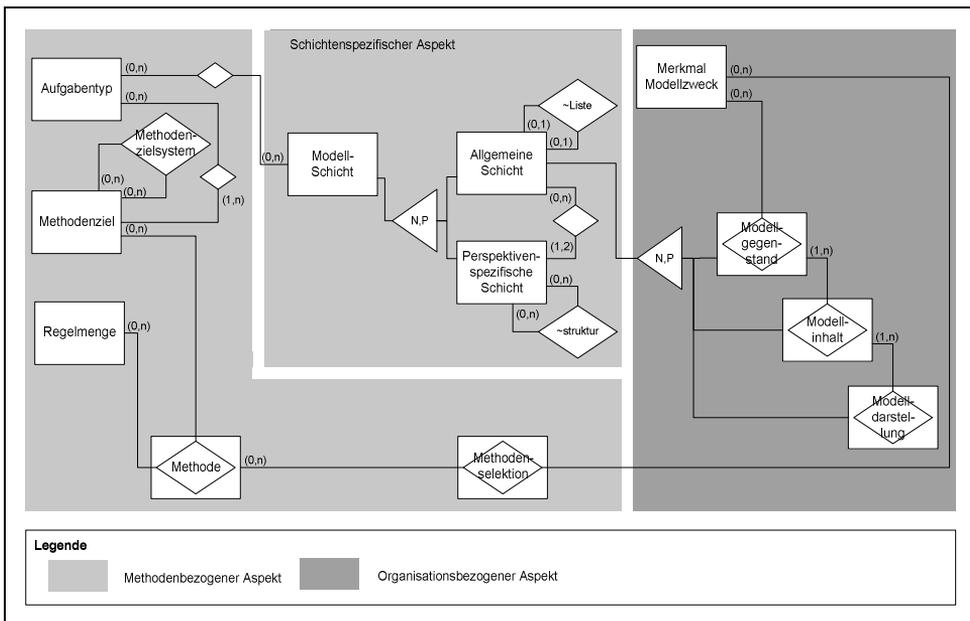


Abb. 24: Teilbezugsrahmen zum Schichtenmodell für Methoden zur Modellkonstruktion²⁷²

²⁷¹ Es kann z. B. die Zusammenstellung alternativer Methoden der gleichen Schicht vorgenommen werden (z. B. ARIS-Architektur) oder es wird aus Sicht des Konstruktionsprozesses eine vollständige Unterstützung angestrebt, zu der Methoden sämtlicher Schichten zusammenzustellen sind (z. B. Methode zur Konstruktion von Referenzmodellen). Die angeführten Beispiele werden im Verlauf der Arbeit vertieft behandelt. Vgl. zur ARIS-Architektur Kapitel 4.3.3.2. Zur Konzeption von Methoden zur Referenzmodellierung vgl. Kapitel 4.3.

²⁷² Das Modell steht im Kontext weiterer Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Die Darstellung ist auf ausgewählte Gestaltungsparameter konzentriert worden. Folgende Aspekte sind gesondert hervorzuheben: Um die Lesbarkeit der Darstellung zu erhöhen, ist das Modell um die Darstellung von Relationstypen gegenüber dem Entitytypen Konstrukteur reduziert

Die schichtenkonstituierenden Unterstützungsdienste stellen ergebnisorientierte Anforderungen an die Methodengestaltung, die sich aus den Bedarfen der Extraktion, Formierung und Darstellung ableiten. Optionalität ist hinsichtlich der Mittel ihrer Erfüllung gegeben, indem je Schicht dienstkonforme, aber individuell ausgeprägte Methoden gewählt werden können, die sich in speziellen Vorgehensweisen und Repräsentationsformen zur Extraktion, Formierung oder Darstellung niederschlagen.

Bei der Konstruktion von Methodensystemen unterstützt das Prinzip der Schichtung die Kombination schichtenspezifisch spezialisierter Methoden, die auch situativ variiert werden können. Zu berücksichtigen ist dabei, dass mit den aus dem Standardkonstruktionsprozess abgeleiteten Schichten gegenüber dem Gesamtspektrum an Methoden eine relativ grobe Einteilung vorliegt. Werden weitere Unterscheidungsmerkmale für Methoden herangezogen, können auch Methoden der gleichen Schicht eine große Heterogenität aufweisen. So zeigt z. B. die eingeführte Typologie von Sprachen, dass bereits Methoden zur Darstellung von Inhalten in einem mehrdimensionalen Raum zu differenzieren sind. Die abgeleitete Dreischichtung liefert somit eine Vorstrukturierung, die durch Bildung zusätzlicher Schichten problemspezifisch zu verfeinern ist.

Zur Verfeinerung der Schichten können alternative Gliederungskriterien angewendet werden. Bei einer *prozessorientierten* Verfeinerung ist die Schichtenbildung gemäß der geschaffenen Prozesshierarchie vorzunehmen. Werden Prozesse vollständig disjunkt in Teilprozesse zerlegt, und stehen diese zueinander in einer linearen zeitlichen und sachlogischen Beziehung, ist die Schichtung identisch vorzunehmen. Andernfalls sind einzelne Teilprozesse optional, sodass für sie keine allgemeine Schicht zu konzipieren ist. Sie sind dann derjenigen Schicht zuzuordnen, die zu ihrem übergeordneten Prozess gebildet wurde. Mit zunehmender Konkretisierung der Schichten mehren sich allerdings Konstruktionsteilprozesse, die ausschließlich in Abhängigkeit eines außerordentlich verfolgten Zwecks anfallen (z. B. Variantendarstellung in Referenzmodellen).²⁷³ Hierzu sind *perspektivenspezifische* Schichten einzufügen, gegenüber denen die anderen Schichten als *allgemeine* Schichten zu bezeichnen sind. In Abhängigkeit des Modellzwecks sind so Anpassungen des Schichtenmodells vorzunehmen. Jede perspektivenspezifische Schicht ist *auf genau einer* oder *zwischen zwei* Standardschichten einzuordnen. Auch perspektivenspezifische Schichten können verfeinert werden und sind analog zu den für allgemeine Schichten beschriebenen Regeln vorzunehmen.

Herauszuheben sind solche Methodensysteme, in denen Methoden sämtlicher Schichten zusammengestellt und gegenüber einem Konstruktionsziel koordiniert werden, da durch sie der gesamte Standardprozess der Modellkonstruktion unterstützt wird. Neben schichtenspezifischen Regelmengen sind hier schichtenübergreifende Regeln vorzusehen, durch die die Koordination gesichert wird. Für die Gestaltung mehrerer Methodensysteme begünstigt das Prinzip der Schichtung die Wiederverwendung teilprozessspezifischer Methoden in alternativen Systemen.

worden. Modellgegenstand, Modellinhalt und Modelldarstellung stehen zu diesem jeweils in existenzieller Abhängigkeit. Vgl. insbesondere Abb. 6 und Abb. 31, in denen dieser Zusammenhang allgemein und im konzeptionellen Bezugsrahmen ausgesagt wird. Zu den übrigen Modellen vgl. Abb. 16, Abb. 17, Abb. 18, Abb. 19, Abb. 21, Abb. 27 und Abb. 29.

²⁷³ Das hier angeführte Beispiel wird im Verlauf der Arbeit vertiefend behandelt. Vgl. hierzu Kapitel 4.3 sowie Kapitel 6.1.2.2.1 dieser Arbeit.

3.3.3 Modellbezogener Aspekt

3.3.3.1 Gestaltungsparameter der Konstruktion mit Modellen

Mit Modellen werden im Bezugsrahmen maßgeblich zwei Verwendungsrichtungen verfolgt. Zum einen sind sie Output der zu gestaltenden Konstruktionsprozesse. In dieser Funktion werden sie von Subjekten unter Anwendung von Methoden und Nutzung von Informationstechnologie konstruiert. Zum anderen leisten sie eine Unterstützungsfunktion zur Konstruktion anderer Modelle, indem sie als Potenzial in der Gestaltung von Konstruktionsprozessen genutzt werden.

Beide Verwendungsrichtungen sind in die Gestaltung von Konstruktionsprozessen einzu-beziehen. Als *Output* des Prozesses sind Modelle hinsichtlich eines anzustrebenden Endzustands zu spezifizieren (normierende Wirkung). In der Prozessgestaltung können hierzu Standardisierungen vorgesehen werden, die sich für Typen von Anforderungen als vorteilhaft erweisen. Während inhaltliche Zustandsmerkmale eine vergleichsweise starke Berücksichtigung situativer Bedingungen des Konstruktionsprozesses erfordern, können strukturelle Anforderungen relativ gut standardisiert werden. Allgemeine Erkenntnisse über die Gestaltung im modellbezogenen Aspekt können hinsichtlich der Verwendung von Modellen als *Input* in Konstruktionsprozessen gewonnen werden (unterstützende Wirkung).²⁷⁴ In der Literatur werden hierzu Fragen der Wiederverwendung, Flexibilität und Integration von Modellen erörtert.²⁷⁵ Für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen, in denen zur Unterstützung Modelle verwendet werden, sind Konstruktionsbeziehungen zwischen Modellen von besonderem Interesse.

Die Untersuchung von Konstruktionsbeziehungen zwischen Modellen in Arbeiten der Informationsmodellierung zeigt, dass zwar Begriffe, wie *Abstraktion*, *Typisierung*, *Generizität*, *Metaisierung*, *Analogie* und *Generalisierung*, sehr intensiv verwendet werden, ihre Bedeutung jedoch unzureichend geklärt ist. Während die Begriffe zum Teil natürlich-sprachlich weitgehend undifferenziert verwendet werden,²⁷⁶ zeigt sich mit zunehmender Implementierungsnähe der Betrachtung die Tendenz zu einer zunehmenden Eingrenzung

²⁷⁴ Die Gestaltung von Strukturen oder Inhalten von Modellen hat zumindest für Klassen von Anforderungen differenziert zu erfolgen. Die Möglichkeiten einer *allgemeinen* Untersuchung zur Identifikation von Gestaltungsparametern sind daher begrenzt. Da die zu erwartenden Ergebnisse kaum über das Ausmaß der mit dem konstruktionsprozessorientierten Modellbegriff vorliegenden Parametern hinausgeht, wird hier der Blick auf Nutzung von Modellen zur Unterstützung von Konstruktionsprozessen gerichtet. Eine Standardisierung von Modellstrukturen wird im Verlauf der Arbeit entwickelt. Sie wird unter Berücksichtigung der sich zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung stellenden Anforderungen konzipiert. Vgl. hierzu Kapitel 5.2.2 dieser Arbeit.

²⁷⁵ Wegen ihrer grundständigen Bedeutung in der Wirtschaftsinformatik bei zugleich weitgehender Einigkeit hinsichtlich ihrer Bedeutung sind sie hier nicht redundant vorzustellen. Zu verweisen ist auf die einschlägige Fachliteratur. Vgl. z. B. Frank, U. (1994), S. 40 ff., Nietsch, M. (1996), S. 33 ff., Rothowe, T. (1998), S. 33 ff., Alpar, P. et al. (2000), S. 208 ff. Hingegen erweist es sich als erkenntnisfördernd, die zugrunde liegenden Beziehungskonzepte zwischen Modellen zu untersuchen.

²⁷⁶ Abgrenzungsprobleme ergeben sich – in der hier einzuführenden Terminologie – maßgeblich in zwei Feldern. Erstens liegen sie in Beziehungen zwischen im weitesten Sinne abstrakten und konkreten Sachverhalten. Bezeichnungen von Ansätzen als allgemein, generell, abstrakt, generisch auf der einen sowie speziell, konkret, instanziiert auf der anderen Seite werden kaum hinsichtlich ihrer Bedeutung differenziert und treten insbesondere auch in wechselnden Paarungen auf. Vgl. Lang, K. (1997), S. 75, vgl. Bertram, M. (1996), S. 82 u. S. 88, Loos, P. (Generisch) (1996), S. 167, Schütte, R. (1998), S. 273-275. Gleiches gilt zweitens für die Bezeichnung von Ordnungen, in denen z. B. Klasse, Typ, Teil und Gruppe sowie darüber hinaus die mit ihnen verbundenen Prozesse, wie Klassifikation, Klassifizierung, Klassenbildung und -zuordnung, uneinheitlich verwendet werden. Vgl. z. B. Schwegmann, A. (1999), S. 154.

ihrer Bedeutung.²⁷⁷ So liegen z. B. standardisierten Methoden zur Modelldarstellung (z. B. UML) oder Programmiersprachen (z. B. JAVA) Konkretisierungen auf Basis einer spezifischen Terminologie zugrunde. Allerdings werden sie hier für dezidierte Sprachkonstrukten und -aussagen definiert. Ihre Bedeutung ist uneinheitlich und nur begrenzt zur Verallgemeinerung geeignet.

Im Folgenden soll ein theoretisch fundiertes Verständnis über Typen von Konstruktionsbeziehungen zwischen Modellen geschaffen werden, auf dessen Grundlage eine für die Wirtschaftsinformatik – speziell für die Informationsmodellierung – konsensfähige Terminologie aufgebaut werden kann. Hierzu werden Beziehungskonzepte wissenschaftstheoretischer Arbeiten genutzt, die auf die Informationsmodellierung zu übertragen sind. Anschließend ist das Verhältnis der Beziehungen gegenüber der für Referenzmodelle eingeführten Unterstützungsfunktion zu untersuchen. Die Ergebnisse werden in einem Teilbezugsrahmen zusammengefasst.

3.3.3.2 Konstruktionsbeziehungstypen zwischen Modellen

Das relevante Spektrum an Konstruktionsbeziehungen wird ausgehend von einer Differenzierung zwischen *Abstraktions*-, *Analogie*- und *Metaisierungs*beziehungen strukturiert.

Abstraktionsbeziehungen

In der modernen Logik werden als Erscheinungsformen der Abstraktion die intensionale und extensionale Abstraktion sowie die universelle und existenzielle Generalisierung unterschieden.²⁷⁸ Während die ersten beiden die Abstraktion von Eigenschaften vom Individuum auf Basis von Merkmalen oder Klassen behandeln, fokussieren die letztgenannten die Abstraktion des Allgemeinen vom Besonderen. Das jeweils zugrunde liegende Beziehungsmuster wird anhand typischer Entitäten erklärt: Der Ausgangspunkt einer Abstraktionsbeziehung ist durch eine Menge konkreter Ausprägungen gegeben. Von diesen wird das *Abstractum* abgezogen und somit herausgestellt. Das *Relictum* bezeichnet das Zurückgelassene – einerseits im Außenverhältnis als die Menge der Konstruktionen, die das Abstractum nicht teilen sowie andererseits im Innenverhältnis als sämtliche Konstrukte, die über zusätzliche Eigenschaften verfügen.²⁷⁹ Das Wesen der Abstraktion ist somit für Konstruktionsergebnisse²⁸⁰ allgemein auf folgendes Muster zurückzuführen:

²⁷⁷ Vgl. z. B. Balzert, H. (2001), S. 3-29, Balzert, H. (2000), S. 156, S. 817 f., Dumke, R. R. (2002), Oesterreich, B. (2001), S. 324.

²⁷⁸ Vgl. Weingartner, P. (Abstraktion) (1980), S. 3 f.

²⁷⁹ Zu Konkretisierungen der einzelnen Begriffe hinsichtlich der intensionalen und extensionalen Abstraktion universeller und existenzieller Generalisierung vgl. Weingartner, P. (Abstraktion) (1980), S. 3. Als Beispiel führt WEINGARTNER das Abstractum der Ehepaare an, dem als Relictum₁ die Klasse aller nicht verheirateten Personen und als Relictum₂ die zusätzlich christlich getrauten Ehepaare zuzuordnen sind. Vgl. Weingartner, P. (Abstraktion) (1980), S. 3.

²⁸⁰ Die Beziehungen werden allgemein für Konstruktionsergebnisse eingeführt. Nach dem konstruktionsprozessorientierten Modellverständnis kann jedes Konstruktionsergebnis als ein Modell interpretiert werden. Von der Verwendung des Modellbegriffs wird in der Definition der Beziehungstypen abgesehen, um zu veranschaulichen, dass die Beziehungen auch zwischen Konstruktionsergebnissen der Teilprozesse des Standardkonstruktionsprozesses bestehen können. Diese Ergebnisse werden erzielt, bevor *das* einen Konstruktionsprozess konstituierende Modell im Endzustand vorliegt. Eine Anwendung der Beziehungstypen auf Modelle, die in Bezug auf Gegenstand, Inhalt und Darstellung beschrieben sind, wird im weiteren Verlauf der Arbeit zur Gestaltung von Konstruktionsbeziehungen zwischen Referenzmodellkomponenten vorgenommen. Vgl. hierzu Kapitel 6.1.2 dieser Arbeit.

*Ein Konstruktionsergebnis A steht gegenüber einem anderen Konstruktionsergebnis K in einer **Abstraktionsbeziehung**, sofern mit A und K der gleiche Gegenstand zu beschreiben ist, in A aber nach spezifischen Kriterien (Abstractum) von Merkmalen in K abgesehen wird (Relictum).²⁸¹ A ist gegenüber K als abstrakt, K gegenüber A als konkret und die Umkehrung, in der K aus A gebildet wird, als **Konkretisierungsbeziehung** zu bezeichnen.*

Das Grundmuster der Abstraktionsbeziehung verdeutlicht, dass hiermit eine Klasse von Beziehungstypen repräsentiert wird, in der einzelne Beziehungstypen das Muster jeweils unterschiedlich umsetzen.²⁸² Für die Gestaltung von Konstruktionsprozessen können Abstraktionsbeziehungen unterschieden werden, in denen Modelle erzeugt oder strukturiert werden.

Hinsichtlich der Erzeugung von Konstruktionsergebnissen sind die folgenden Beziehungstypen von besonderer Bedeutung.

- (1) **Aggregations-/Disaggregations-Beziehung:** Die *Aggregation* beschreibt die Zusammensetzung eines Konstruktionsergebnisses aus Teilkonstruktionsergebnissen (is-part-of-Beziehung). Die Umkehrung ist als *Disaggregation* zu bezeichnen, in der ein Konstrukt in mehrere Teilkonstrukte zerlegt wird.²⁸³ Das aggregierte Konstruktionsergebnis erhält eine eigene Identität, bei deren Betrachtung von Details der Teilkonstruktionsergebnisse abstrahiert wird.
- (2) **Generalisierungs-/Spezialisierungs-Beziehung:** Mit der *Generalisierung* werden gemeinsame Merkmale einer Menge von Konstruktionsergebnissen in einem Konstruktionsergebnis zusammengefasst. In *Spezialisierungen* werden Konstruktionsergebnisse als Ausprägungen dieses generellen Konstruktionsergebnisses gebildet (is-a-Beziehung), die damit über die gemeinsamen Merkmale verfügen und diese erweitern sowie in Grenzen ändern.²⁸⁴
- (3) **Generizitäts-/Instanzierungs-Beziehung:** Ähnlich der Generalisierung folgt auch die Generizitäts-/Instanzierungs-Beziehung dem Prinzip, gemeinsame Merkmale abstrakt vorzuhalten und für den Einzelfall angepasst wieder verwenden zu können. In der *Generizität*²⁸⁵ bezieht sich die Anpassung jedoch erstens auf dezidierte (generische) Stellen des abstrakten Konstruktionsergebnisses. Zweitens erfolgt sie durch Übergabe eines *instanzierenden* Konstruktionsergebnisses, das unter spezifischen Regeln in das generische Ergebnis einzubetten ist.²⁸⁶

²⁸¹ Aufgrund der Subjektivität der menschlichen Wahrnehmung werden die Beziehungsmerkmale hier zwischen Konstruktionen erklärt. Existiert eine Realität, dürfte jeder menschlichen Wahrnehmung gegenüber dieser eine Abstraktion zugrunde liegen, was hier jedoch nicht erkenntnisfördernd wirkt.

²⁸² Für die Stellung der Abstraktion als übergeordnetem Konstruktionstypen finden sich auch Belege bei Bertram, M. (1996), S. 82.

²⁸³ Dieser Bedeutung wird auch in der Informationsmodellierung, speziell der Datenmodellierung, entsprechen. Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 34. Synonym wird auch das Begriffspaar der Komposition und Dekomposition verwendet.

²⁸⁴ Generalisierungs-/Spezialisierungs-Beziehungen haben aufgrund ihrer intensiven Verwendung in der Datenmodellierung eine vergleichsweise stabile Bedeutung. Vgl. z. B. Vossen, G. (2000), S. 79 f., Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 34, Prasse, M. (1998), S. 9. Gleichwohl wird auch dieser Beziehungstyp zumeist für einzelne Sprachen konkretisiert (z. B. ER-Diagramme). Die Bedeutung ist hier auf Modellrelationen übertragen worden.

²⁸⁵ Der in der Wirtschaftsinformatik verwendete Begriff der *Generizität* ist auf die Programmentwicklung zurückzuführen. Im engeren Sinne bedeutet er dort die Ermöglichung einer einheitlichen Datenstruktur für unterschiedliche Datentypen über die Verwendung generischer Pakete, die zum Einsatz entsprechend *instanziiert* werden. Vgl. z. B. Balzert, H. (2000), S. 815 f. Die herausgestellten Wesensmerkmale werden auf die hier vorzunehmende Gestaltung von Methoden zur Informationsmodellerstellung übertragen.

²⁸⁶ Die hier für die Informationsmodellierung herausgestellten Merkmale stehen im Einklang mit der Begriffsverwendung einiger Autoren. Bei LOOS werden Anwendungssysteme angepasst, indem zuvor nicht enthaltene Geschäftsprozesse und Systemobjekte in das Informationssystem eingefügt werden. Das In-

Bei der Bezeichnung von Abstraktionsbeziehungen sollte zur Förderung der sprachlichen Klarheit sowohl die Ausgangskonstruktion als auch das Abstractum spezifiziert werden. Das Abstractum wird hierzu anschaulicher als *Abstraktionsmerkmal* bezeichnet. Auf die (neumerative) Angabe des Relictums kann verzichtet werden, da diese intentional aus den vorgenannten Angaben folgt und effektiv durch Vergleich beider Konstruktionen festzustellen ist.

Im Fall von Ordnungen dient das „Absehen von Details“ der Fokussierung auf Strukturmerkmale. Weitgehender Konsens besteht hinsichtlich der Strukturmuster *Liste*, *Hierarchie* und *Struktur* (vgl. Abb. 25).

Listen beschreiben lineare Anordnungen der Elemente, Hierarchien solche, in denen ein Element entweder keinen oder genau einen Vorgänger sowie keinen oder mehrere Nachfolger haben kann. Listen sind zwar geeignet, die Reihenfolge von Elementen zu bestimmen, beschreiben aber nur eine Abstraktionsebene. Für Einfachzuordnungen können Hierarchien gebildet werden, wodurch aber die eindeutige Reihenfolgebeziehung verloren geht. Ordnungsbeziehungen mit Mehrfachzuordnungen erfordern grundsätzlich freie Strukturen.

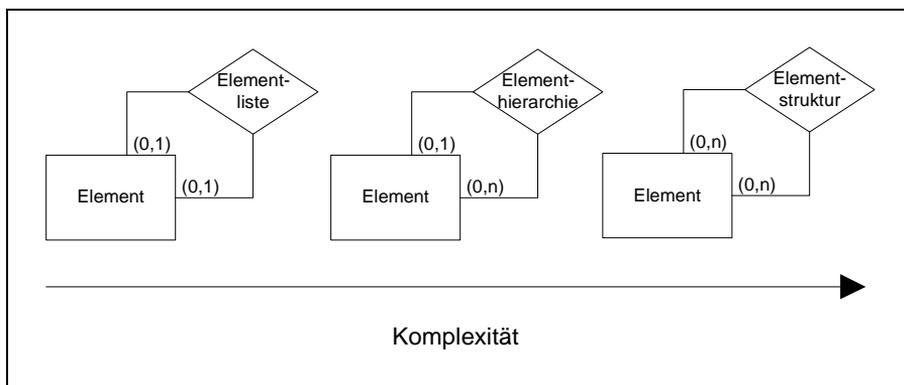


Abb. 25: Strukturmuster durch Anwendung von Ordnungsbeziehungen

Weitgehende Uneinheitlichkeit herrscht indes im Zusammenhang mit Ordnungseinheiten. Unklar ist sowohl die Unterscheidung ihrer Art²⁸⁷ als auch der Prozesse²⁸⁸ ihrer Bildung und Zuordnung. Arten werden hier hinsichtlich der Exklusivität potenzieller Zuordnung sowie dem Verhältnis der Gegenstände von Ordnungseinheit und Elementen unterschieden (vgl. Abb. 26).

formationssystem bietet hierzu *generische* Strukturen, die durch Anwendungsfälle *instanziiert* werden. Vgl. Loos, P. (Generisch) (1996), S. 166 f. SCHEER/HABERMANN beschreiben die Erkenntnis, dass jeder Prozess als Output eine Leistung hat, ungeachtet von ihrer Ausprägung, Dienst- oder Sachleistung zu sein, als *generische* Sichtweise. Vgl. Scheer, A.-W., Habermann, F. (1998), S. 10 u. S. 14. Anhaltspunkte für diese Bedeutung finden sich auch bei SCHÜTTE/BECKER, die allgemeine bzw. sichten-spezifische Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung gegenüber methodenspezifischen Grundsätzen als generische Modellierungskonventionen bezeichnen. Vgl. Schütte, R., Becker, J. (1998), S. 2.

²⁸⁷ Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 148. Im Kontext der Datenmodellierung wird die Klassifikation als Abstraktion zur Bildung von Entitytypen und Relationshiptypen verwendet, wobei eine Mengenbildung von Entities und Relationships nach gleichen Eigenschaften vorgenommen wird. Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 34, Vossen, G. (2000), S. 80 ff.

²⁸⁸ Es existieren keine Regeln zur Benennung dieser Prozesse. So werden etwa im Fall der Ordnungseinheit *Klasse* Prozessbezeichnungen der Klassifizierung, Klassifikation, Klassenbildung sowie auch Clusterung verwendet. In der statistischen Datenanalyse wird in diesem Kontext zwischen den Verfahren der Clusteranalyse (Klassenbildung) und der Diskriminanzanalyse (Klassenzuordnung) unterschieden. Vgl. Backhaus, K. et al. (2000), S. 145 ff. u. S. 328 ff.

Einige Ordnungseinheiten werden eigens für Zwecke der Strukturierung gebildet. Ist hier jedes Element *genau einer* Ordnungseinheit zuzuordnen, wird die Ordnungseinheit als *Klasse* bezeichnet. Sind hingegen auch Mehrfachzuordnungen möglich, so ist sie als *Gruppe* abzugrenzen. Zudem existieren Ordnungen, die durch den „natürlichen“ Bezug von Gegenständen gegeben sind. Begründen sich diese auf einer Generalisierungsbeziehung, stellt die Ordnungseinheit im Fall von Einfachzuordnungen den *Typ* der Elemente dar.²⁸⁹ Während dieses den Standardfall der Generalisierung darstellt, sind auch Mehrfachzuordnungen möglich. Bei diesen werden Elemente situativ als verschiedene Typen betrachtet. Aus diesem Grund wird die Ordnungseinheit hier als *Rolle* bezeichnet. Begründen sich die Beziehungen zwischen den Gegenständen hingegen auf Aggregationsbeziehungen, sind die Ordnungseinheiten als *Komposition* zu bezeichnen, die hinsichtlich der Mengenbeziehungen als total und partiell sowie als disjunkt und nicht-disjunkt zu spezifizieren ist.

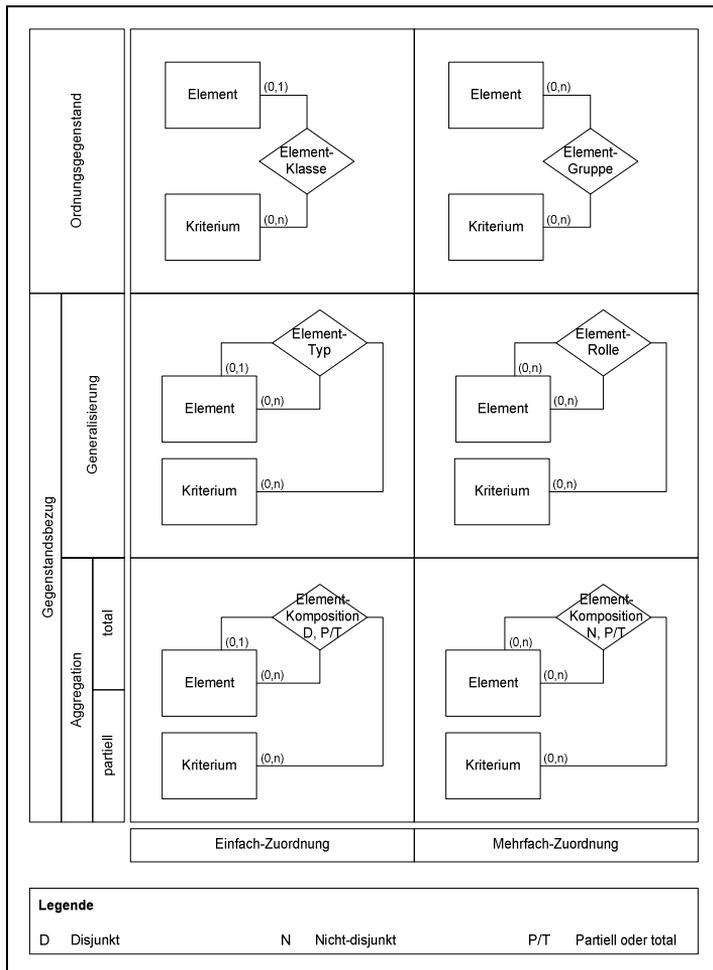


Abb. 26: Systematisierung grundlegender Strukturbeziehungen

²⁸⁹ Dass der Typisierung eine Einfachzuordnung zugrunde liegt, wird auch an anderer Stelle in der Wirtschaftsinformatik nahe gelegt. So etwa in der Datenmodellierung, in der gerade ein Entity durch Zugehörigkeit zu einem ER-Typen geprägt ist. Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 34 ff., Vossen, G. (2000), S. 80 ff.

Hinsichtlich der Terminologie der mit den Ordnungseinheiten verbundenen Prozesse können Namenskonventionen für Prozessbezeichnungen verwendet werden. Die (*Ordnungseinheit*)-*Bildung* bezeichnet die Schaffung der Struktureinheit, wohingegen die (*Ordnungseinheit*)-*Zuordnung* die Pflege der Relation zwischen Struktureinheit und Element kennzeichnet.

Analogiebeziehungen

Analogiebeziehungen zwischen Modellen stellen auf deren Ähnlichkeit ab. Ihre Konkretisierung kann ausgehend von einem allgemeinen Analogiebegriff vorgenommen werden, der für die Beziehung zwischen Konstruktionsergebnissen zu konkretisieren ist. Der Analogiebegriff stammt aus der Mathematik und besitzt heute in der Wissenschaftstheorie die Erscheinungsformen der Proportionalitätsanalogie im Sinne „gleiche[r] Beziehungen zwischen Verschiedenem [...]“²⁹⁰ und der Attributionsanalogie im Sinne „verschiedene[r] Beziehungen zu Einem“.²⁹¹ Der Begriff der *Analogie* kennzeichnet vereinfacht eine Ähnlichkeitsrelation, die zwischen wenigstens zwei Vergleichsobjekten hinsichtlich mindestens eines Merkmals besteht.²⁹² Ab wann allerdings einer Relation das Vorhandensein von Analogie zuzusprechen ist, wird unterschiedlich beurteilt. Ausschlaggebend ist offensichtlich die Anzahl gewählter Merkmale sowie deren Entsprechungen. Als Mindestvoraussetzung wird die Übereinstimmung hinsichtlich eines Merkmals akzeptiert, die bis zur (wahrgenommenen) Identität bei Übereinstimmung aller Merkmale gesteigert werden kann.²⁹³ Weitere Konkretisierungen werden betrachtungsspezifisch getroffen. Daraus ist folgendes Grundmuster für Analogiebeziehungen zwischen Konstruktionen abzuleiten:

Ein Konstruktionsergebnis A steht gegenüber einem anderen Konstruktionsergebnis B in einer Analogiebeziehung, wenn A zumindest hinsichtlich eines Merkmals (Analogiemerkmal) mit B als übereinstimmend wahrgenommen wird.

Die Mächtigkeit der Analogiebeziehung ist dadurch gegeben, dass die Vergleichsmerkmale subjektiv wahrgenommen werden. Sie müssen damit *nicht* zu den intersubjektiv erfahrbaren Merkmalen einer Konstruktion zählen (z. B. Sprachaussagen), sondern werden von einzelnen Betrachtern auch subjektiv divergierend wahrgenommen (z. B. Problemlösungsstrategie). Aus dem Kriterium der wahrgenommenen Übereinstimmung leitet sich auch ab, dass zwar im Prozess der Konstruktion von Analogiebeziehungen eine Konstruktion den Ausgang und eine andere das Ergebnis bildet, die wahrgenommene Analogiebeziehung jedoch reflexiv ist. Die Verwendung eines Gegenbegriffs ist folglich unüblich. Zur exakten Bezeichnung von Analogiebeziehungen ist sowohl die Vergleichskonstruktion als auch das konstituierende Analogiemerkmal anzugeben.²⁹⁴

In der Informationsmodellierung wird maßgeblich die Strukturanalogie von Informationsmodellen betrachtet. Während ROSEMANN die Mindestanforderung der Übereinstimmung eines Merkmals auch für Strukturanalogien zwischen Prozessmodellen übernimmt (z. B. eine Funktion)²⁹⁵, stellen BECKER ET AL. zwei Mindestforderungen: Informationsmodelle werden als strukturanalog bezeichnet, wenn zumindest die Mehrzahl der Sprachaussagen

²⁹⁰ Weingartner, P. (Analogie) (1980), S. 7.

²⁹¹ Weingartner, P. (Analogie) (1980), S. 7. Bei der Proportionalitätsanalogie werden z. B. Betrachtungen der Homomorphie und Isomorphie angestellt, die im abbildungsorientierten Modellbegriff zwischen Objekt- und Modellsystem unterschieden werden. Vgl. Weingartner, P. (Analogie) (1980), S. 7 ff. sowie Kapitel 2.1.1.2 dieser Arbeit.

²⁹² Formal ist die Analogie als eine siebenstellige Relation zwischen zwei Namen einer Sprache, zwei Gehalten und mindestens zwei Dingen definiert. Vgl. Weingartner, P. (Analogie) (1980), S. 7.

²⁹³ Vgl. in diesem Sinne auch Sandkühler, H. J. (1990), S. 101 f.

²⁹⁴ Im Fall mehrerer Vergleichsmerkmale sind diese entweder aufzuzählen oder zu strukturieren und durch eine Ordnungseinheit zu repräsentieren.

²⁹⁵ Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 173 f. Vgl. auch Rosemann, M. (1994), S. 20.

übereinstimmen und Abweichungen nur in Erweiterungen bestehen, in denen aber die gemeinsame Struktur erhalten bleibt.²⁹⁶

Die Differenzierung von Modellebenen im konstruktionsprozessorientierten Modellverständnis zeigt indes, dass sich Analogiebeziehungen zwischen Informationsmodellen nicht auf die Modelldarstellung zu beschränken haben. Hinsichtlich des Gegenstands und Inhalts können sie einmal im Sinne von Strukturanalogien Wahrnehmungs- und Denkmuster darstellen, die sich in gleichen Sichtweisen in unterschiedlichen Konstruktionen niederschlagen. Darüber hinaus kann die Analogie jedoch auch rein kognitiv erfahren werden. Sie besteht somit zwischen einer wahrgenommenen Modelldarstellung und der Reflektion des persönlichen Konstruktionszwecks. In diesem Fall kann das durch Analogie erzeugte Ergebnis derart rekonstruiert sein, dass der Modelldarstellung keine Ähnlichkeit mehr zu entnehmen ist. Die praktische Relevanz dieser Form von Analogiebeziehungen zur Unterstützung von Konstruktionsprozessen zeigen Arbeiten zur musterorientierten Anwendungssystementwicklung (engl.: pattern-based software engineering).

Die Idee zur Verwendung von *Mustern* (engl.: patterns) bei der Entwicklung von Anwendungssystemen wird aus dem Bereich der Architektur übernommen. Grundlegend ist dort die Arbeit von ALEXANDER, der Strukturmuster zum Aufbau von Städten und Gebäuden beschreibt.²⁹⁷ Verallgemeinert sind Muster als Dokumentation bewährter Problemlösungen zu bezeichnen, die mit dem Ziel entwickelt werden, sie in einem bestimmten Kontext wieder zu verwenden.²⁹⁸ Eine solche Wiederverwendung findet statt, sofern der Konstrukteur eine Analogiebeziehung zwischen der von ihm zu erbringenden Konstruktionsleistung und dem im Muster dokumentierten Problem wahrnimmt. Während Muster zumeist abstrakt formuliert werden, kann das zugrunde liegende Konstruktionsprinzip auch durch Verwendung konkreter Beispiele realisiert werden (case study, best practice). Um die Wiederverwendbarkeit der dokumentierten Problemlösungen zu steigern, werden Strukturen zur Ordnung und Beschreibung von Mustern thematisiert. Einen allgemeinen Bezugspunkt stellen auch in der Anwendungssystementwicklung die von ALEXANDER verwendeten Beschreibungsmerkmale dar. Demnach besteht ein Konsens, Muster hinsichtlich des Musternamens, des Problems, des Kontextes und der Problemlösung zu beschreiben.²⁹⁹ In einzelnen Sammlungen von Mustern (sog. Musterkatalogen) werden diese Merkmale kontextspezifisch angepasst und erweitert.³⁰⁰

²⁹⁶ Vgl. Becker, J. et al. (GoM) (2000), S. 60. BECKER ET AL. erheben die Forderungen für die Sprachen des ER-Diagramms und der EPK und machen diese an Informationsobjekten dieser Sprachen fest. Für den Begriff des Informationsobjekts ist hier der im Sprachaspekt eingeführte Begriff der Sprachausgabe verwendet worden. Dabei wird angenommen, dass als Informationsobjekt nicht die Repräsentationsform, sondern die mit ihr getroffene Aussage gemeint ist. Die Erweiterungen konkretisieren sie als zusätzliche Spezialisierungen im Datenmodell oder zusätzliche Alternativen nach einem Operator in einem Prozessmodell sowie Obermengen-Teilmenngen-Beziehungen zwischen Informationsmodellen. Vgl. auch Becker, J. (1995), Becker, J., Schütte, R. (1997), S. 441.

²⁹⁷ Vgl. Alexander, C. (1979), Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M. (1977). Zu Städten vgl. Alexander, C. (1979), Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M. (1977), S. 3 ff., zu Gebäuden vgl. Alexander, C. (1979), Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M. (1977), S. 463 und zu allgemeinen Prinzipien vgl. Alexander, C. (1979), Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M. (1977), S. 935 ff. Für die Informationsmodellierung auch im Original erkenntnisreich sind insbesondere das Mosaik von Subkulturen, vgl. Alexander, C. (1979), Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M. (1977), S. 42 ff., die Bildung von Arbeitsformen, vgl. Alexander, C. (1979), Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M. (1977), S. 51 ff., exzentrische Zellkerne, vgl. Alexander, C. (1979), Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M. (1977), S. 150 ff. und Verkehrsnetzverbindungen der Städteplanung, vgl. Alexander, C. (1979), Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M. (1977), S. 270 ff.

²⁹⁸ Diese Verallgemeinerung steht sowohl im Einklang mit der ursprünglichen Bedeutung in der Architektur als auch mit Konkretisierungen im Kontext der Wirtschaftsinformatik. Vgl. Coad, P. (1992), S. 125 ff., Gamma, E. et al. (1996), S. 2, Fowler, M. (1997), S. 8.

²⁹⁹ Vgl. Alexander, C. (1979), S. 247.

³⁰⁰ Im Kontext der Wirtschaftsinformatik vgl. Gamma, E. et al. (1996), S. 7 ff.

Metabeziehungen

Die Grundlage der Präzisierung von Metabeziehungen ist die Klärung der mit dem Präfix *Meta* intendierten Bedeutung. Der Metabegriff wird zumeist auf Basis der Sprachstufentheorie der Logik eingeführt, in der zwischen Objekt- und Metasprachen unterschieden wird.³⁰¹ Während als *Objektsprache* die Sprache bezeichnet wird, die Gegenstand einer Untersuchung ist, kennzeichnet die *Metasprache* die Sprache, unter Verwendung derer die Untersuchung erfolgt. Die Eigenschaft einer Sprache, „Metasprache“ zu sein, ergibt sich damit relativ zur Objektsprache und kann rekursiv fortgesetzt werden. In der Wirtschaftsinformatik wird die Bedeutung des Präfix „Meta“ vielfach verallgemeinert. Er wird verwendet, um auszudrücken, dass ein Sachverhalt auf sich selbst angewendet wird und damit auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen – im Sinne des Modellbegriffs – sowohl Gegenstand als auch Inhalt der Betrachtung ist. Beispiele für diese Verwendung sind die Begriffe Metadaten als Daten über Daten sowie Metawissen als Wissen über Wissen, ebenso wie Metacompiler oder Metasuchmaschinen.³⁰²

Die Übertragung dieser Bedeutung auf die in der Modellkonstruktion zu betrachtenden *Metamodelle* ist indes wenig dienlich.³⁰³ So könnten Metamodelle als Modelle über Modelle bezeichnet werden,³⁰⁴ doch bleibt die Kennzeichnung hiermit zu ungenau. Vor dem Hintergrund des konstruktionsprozessorientierten Modellverständnisses kann jedes explizierte Modell als Modell „über ein“ implizites Modell und dieses wiederum als Modell „über einen“ wahrgenommenen Gegenstand interpretiert werden. Metabeziehungen wären damit bereits systematischerweise zwischen den Teilergebnissen des Standardkonstruktionsprozesses gegeben.³⁰⁵ Eine solche Auslegung stellt jedoch einerseits den Nutzen der terminologischen Differenzierung von Metabeziehungen als Typ von Konstruktionsbeziehungen infrage. Andererseits birgt die geringe Präzision des Begriffs auch Gefahren der Mehrdeutigkeit und Inkonsistenz, die der Modellqualität abträglich sind.³⁰⁶

Zur Konkretisierung des Metamodellbegriffs schlägt STRAHRINGER die Angabe des zugrunde liegenden *Metaisierungsprinzips* vor.³⁰⁷ In der Literatur werden zwei Metaisierungsprinzipien beschrieben:³⁰⁸

(I) **Sprachbasierte Metaisierung:**³⁰⁹ Ein Modell M2 ist sprachbasiertes Metamodell bezogen auf den in M1 beschriebenen Gegenstand, wenn M2 die Sprache S1 beschreibt, in der das Modell M1 repräsentiert wird.

³⁰¹ Vgl. Strahinger, S. (1998), S. 1 f., Strahinger, S. (Metamodellbegriff) (1995), S. 7 f., Schütte, R. (1998), S. 43 ff., Holten, R. (1999), S. 11 ff., Lorenz (Metasprache) (1995), S. 875, Lorenz (Objektsprache) (1996), S. 1054 f., Zelewski, S., Schütte, R., Siedentopf, J. (2001), S. 190 f. und die jeweils dort zitierte Literatur.

³⁰² Zu weiteren Beispielen der Verwendung von Metabegriffen vgl. Strahinger, S. (1999), S. 1.

³⁰³ Die Vorgehensweise vermag nur paarweise Relationen gleicher Sachverhalte in einfacher Anwendung auf sich selbst zu beschreiben.

³⁰⁴ Diese „vereinfachende“ Definition findet sich etwa bei Kaschek, R. (1998), S. 2.

³⁰⁵ Die Erweiterung der Betrachtung auf sachliche und temporale Konstruktionsbeziehungen führt zur rekursiven Fortsetzung dieses Phänomens.

³⁰⁶ STRAHRINGER weist in diesem Zusammenhang explizit auf Gefahren im Umgang mit „Metabegriffen“ hin. Sie liegen u. a. im mangelnden Bewusstsein für die Existenz verschiedener Abstraktionsstufen, der Verwechslung von „harten“ und „weichen“ Abstraktionsstufen sowie der Vervielfältigung von Inkonsistenzen bei der Fortführung von Metabegriffen über mehrere Abstraktionsstufen. Vgl. Strahinger, S. (Meta) (1999), S. 1 ff.

³⁰⁷ Vgl. Strahinger, S. (Metamodellbegriff) (1995), S. 11 ff., Strahinger, S. (1996), S. 19 ff., Strahinger, S. (1996), S. 24 ff., Strahinger, S. (1998), S. 1 f.

³⁰⁸ Vgl. Holten, R. (1999), S. 12 und die dort zitierte Literatur.

³⁰⁹ Die sprachbasierte Metaisierung führt auf die nach der Sprachstufentheorie eingeführte Terminologie zurück. Ohne Angabe von Metaisierungsprinzipien wird diese zumeist implizit angenommen. Vgl. z. B. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 37, Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 22 f. und die dort zitierte Literatur.

- (2) **Prozessbasierte Metaisierung:** Ein Modell M2 ist prozessbasiertes Metamodell bezogen auf den in M1 beschriebenen Gegenstand, wenn M2 den Prozess P1 beschreibt, nach dem das Modell M1 erstellt wurde.

Das Metaisierungsprinzip kennzeichnet somit allgemein, welchen Aspekt eines Objektmodells das Metamodell beschreibt. Ausgehend von dieser Verallgemeinerung sind weitere spezielle Metaisierungsprinzipien denkbar, die zweckspezifisch zu differenzieren sind. Die Konkretisierung der Bedeutung von Metabeziehungen zwischen Konstruktionsergebnissen kann nunmehr anhand der Einführung des Metamodellbegriffs vorgenommen werden.³¹⁰

Ein Metamodell ist ein Informationsmodell, das Menschen zur Unterstützung der Konstruktion von Anwendungsmodellen entwickeln oder nutzen, wobei die Beziehung zwischen Meta- und Anwendungsmodell dadurch gekennzeichnet ist, dass das Metamodell gegenüber dem Gegenstand des Anwendungsmodells nach einem Metaisierungsprinzip spezifizierte Aspekte der Gestaltung des Konstruktionsprozesses des Anwendungsmodells beschreibt.

Im konzeptionellen Bezugsrahmen werden Metamodelle zur Beschreibung von Gestaltungsaspekten des Konstruktionsprozesses genutzt. Die in der Literatur vorgeschlagenen Metaisierungsprinzipien korrespondieren mit den Regelmengen von Konstruktionsmethoden. Entsprechend sind Modelle zur Beschreibung der *Darstellungstechnik* als *sprachbasierte* und die zur Beschreibung der *Problemlösungstechnik* einer Methode als *prozessbasierte* Metamodelle zu bezeichnen.³¹¹ In dieser Verwendung konzentriert sich die Beschreibung von Metamodellen auf die Beschreibung von Aspekten der methodischen Gestaltung. Die informationstechnischen und institutionellen Aspekte zeigen Bereiche für die Identifikation weiterer Metaisierungsprinzipien auf.

Sämtliche der eingeführten Konstruktionsbeziehungen bieten das Potenzial, Konstruktionsprozesse durch die Verwendung von Modellen zu unterstützen. Im Weiteren ist daher auf das Verhältnis zwischen den Konstruktionsbeziehungen und Referenzmodellen einzugehen.

3.3.3.3 Kombination von Konstruktionsbeziehungen mit Referenzmodellen

Die eingeführten Konstruktionsbeziehungen sind sowohl zur Umsetzung als auch zur Ergänzung der mit Referenzmodellen intendierten inhaltsbezogenen Unterstützungsfunktion geeignet. Bei der Gestaltung von Konstruktionsprozessen ist daher ihre Kombination vorzunehmen.

Abstraktions- und Analogiebeziehungen bieten konkrete Umsetzungen der mit Referenzmodellen intendierten Unterstützungsfunktion. Demnach können die Inhalte eines Referenzmodells durch Abstraktions- und Analogiebeziehungen in der Konstruktion von Anwendungsmodellen wieder verwendet werden. Ebenso besitzt zugleich jedes Modell, des-

³¹⁰ Die in der Sprachstufentheorie der Logik verwendete Terminologie wird hier auf die Bedeutung von Metabeziehung in Konstruktionsprozessen übertragen. Demnach wird die Beziehung zwischen einem *Meta-* und einem *Anwendungsmodell* beschrieben. Diese Übertragung schafft die Grundlage zur Kombination von Konstruktionsbeziehungen, die auch eine Abgrenzung zwischen dem Metamodell- und dem Referenzmodellbegriff voraussetzt. Vgl. Kapitel 2.3.2 sowie 3.3.3.3 dieser Arbeit.

³¹¹ Zu beachten ist, dass diese Kennzeichnung nicht absolute Gültigkeit besitzt, sondern die Perspektive des Gegenstands eines mit dieser Methode konstruierten Modells impliziert. Da jedoch die Konstruktion von Anwendungsmodellen den Zweck des Bezugsrahmens darstellt, ist diese Perspektive im Folgenden vorzusetzen.

sen Inhalte in der Konstruktionsbeziehung wieder verwendet werden, die Funktion eines Referenzmodells. Dieses betrifft das generelle Modell einer Spezialisierung, die Teilmodelle einer Aggregation, das instanzierende oder generische Modell einer Instanzierung sowie Muster bzw. auch Beispiel einer Analogiebeziehung.

Mit Metamodellen wird gegenüber Referenzmodellen ein anderer Typ der Konstruktionsunterstützung geleistet. Während sich die Unterstützung bei Referenzmodellen auf den *Inhalt* richtet, betrifft sie bei Metamodellen die Beschreibung von Aspekten des Konstruktionsprozesses und richtet sich im herkömmlichen Fall insbesondere auf die *Methode*. Beide Modelltypen ergänzen sich damit und werden faktisch in jedem Konstruktionsprozess benötigt. Sowohl hinsichtlich der Vorgehensweise als auch der Darstellung und des Inhalts verwendet jede (bewusste) Konstruktion Bezugsmodelle, für die – sofern nicht explizit verfügbar – mentale Modelle referenziert werden.³¹²

Die sich aus den Untersuchungsergebnissen ergebenden Funktionen von Modellen, gegenüber Anwendungsmodellen als Referenz- oder Metamodell zu dienen, werden in dem in Abb. 27 dargestellten Teilbezugsrahmen konkretisiert und nachfolgend erläutert.

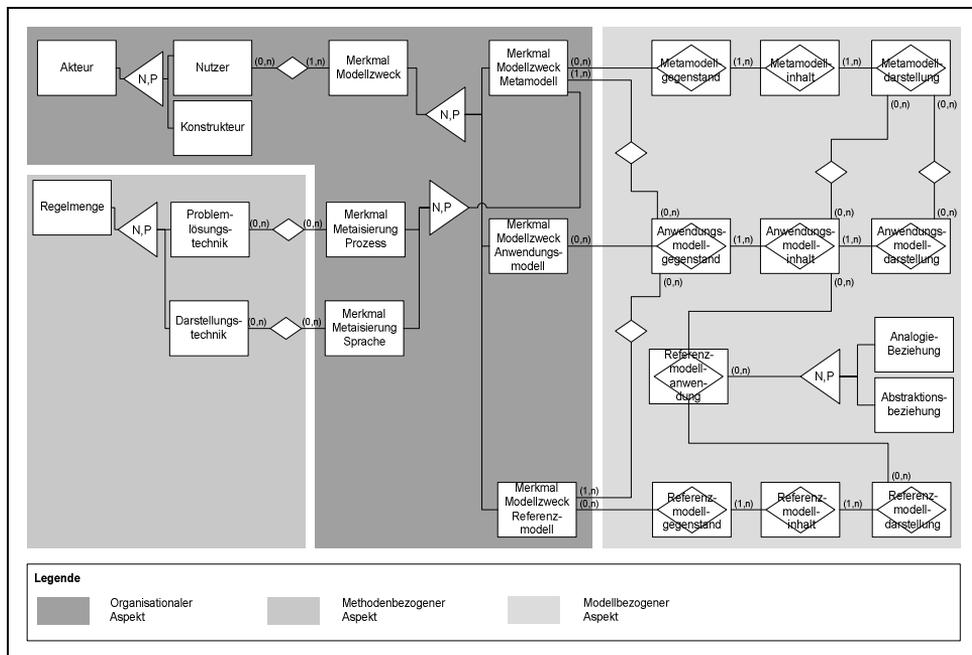


Abb. 27: Teilbezugsrahmen zum modellbezogenen Aspekt³¹³

Die pragmatische Unterscheidung der Modelltypen schlägt sich in speziellen *Zweckmerkmalen* nieder (Merkmal Modellzweck). Während diese bei Anwendungsmodellen im Einzelnen unbestimmt bleiben, liegen bei Meta- und Referenzmodellen spezifische Merkmalstypen

³¹² SCHÜTTE/BECKER verdeutlichen den Zusammenhang für Referenzmodelle, für die – sofern sie nicht explizit verfügbar sind – persönliche Denkstrukturen des Konstrukteurs verwendet werden. Schütte, R., Becker, J. (1998), S. 5.

³¹³ Das Modell steht im Kontext weiterer Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Die Darstellung ist auf ausgewählte Gestaltungsparameter konzentriert worden. Insbesondere ist auf die Reduktion der Darstellung um Relationstypen gegenüber dem Entitytypen Konstrukteur reduziert worden. Vgl. hierzu Fn. 272. Zu den übrigen Modellen vgl. Abb. 16, Abb. 17, Abb. 18, Abb. 19, Abb. 21, Abb. 24, Abb. 27 und Abb. 31.

pen vor. Für Referenzmodelle ist der Typ durch die inhaltsbezogene Unterstützungsfunktion gegeben, die in einem *Referenzmerkmal* zum Ausdruck kommt (Merkmal Modellzweck Referenzmodell). Den spezifischen Zweck des Metamodells gibt das Metaisierungsprinzip an, das hier analog als *Metamerkmale* bezeichnet wird (Merkmal Modellzweck Metamodell).

Beide Modelltypen werden durch die Relation zu einem Anwendungsmodell konstituiert, gegenüber dem sie ihre spezifische Rolle einnehmen. Das Metamodell ist lediglich hinsichtlich des Gegenstands eines Anwendungsmodells Metamodell. Referenzmodelle besitzen einen Anwendungsbereich, der durch Gegenstandsbereiche von Anwendungsmodellen operationalisiert ist. Er wird entweder konstruktorsseitig geplant oder ergibt sich effektiv durch realisierte Nutzungsprozesse. Sowohl Referenz- als auch Metamodell sind explizierte Modelle. Ihre Anwendung erfolgt somit auf Basis ihrer Modelldarstellung. Referenzmodelle gehen durch ihren inhaltsbezogenen Beitrag beim Anwendungsmodell in der Konstruktion des Modellinhalts ein. Wird eine umfassende methodische Unterstützung von Konstruktionsprozessen verfolgt, wie sie durch das Schichtenmodell nahe gelegt wird, sind Metamodelle sowohl hinsichtlich des Gegenstands als auch des Inhalts und der Repräsentation zu berücksichtigen. Weder für Meta- noch für Referenzmodelle sind aber besondere Merkmale in Bezug auf die Modelldarstellung konstitutiv, auch wenn sie – so im Fall der Referenzmodelle – die Modellqualität steigern können.

Die rollenorientierte Konstituierung von Meta- und Referenzmodellen gegenüber einem Anwendungsmodell zeigt die Vielfalt möglicher Beziehungen zwischen den Modelltypen. Insbesondere können auch Meta- und Referenzmodelle wiederum als Anwendungsmodell auftreten und Referenz- und Metamodelle nutzen. Damit sind auch Referenzmodelle für Metamodelle zu berücksichtigen, die hier aus Sicht des Gegenstands des Anwendungsmodells als *Referenzmetamodelle* bezeichnet werden. Referenzmetamodelle adressieren Klassen spezieller Metamodelle, für die sie inhaltsbezogene Konstruktionsunterstützung bieten. Von besonderem Interesse sind sie bei Strukturbetrachtungen von Sprachen, da mit ihnen Muster des konzeptionellen Aspekts der Sprachgestaltung vorgeschlagen werden können, bei denen von einzelnen Sprachkonstrukten abstrahiert wird.

Beispiele für die Verwendung von Modellen in der Funktion eines Referenzmetamodells finden sich in der Literatur an mehreren Stellen. LOOS weist z. B. darauf hin, dass Informationssystemstrukturen des Anwendungssystems Eigenschaften eines Metamodells aufweisen.³¹⁴ PAECH expliziert von Modellierungsmethoden zu beschreibende Systemaspekte als Modelle und bezeichnet diese selbst als Metamodell.³¹⁵ Auch viele der als Metamodelle deklarierten Modelle leisten einen primär strukturierenden Beitrag.

3.3.4 Technologischer Aspekt

Zur Ausführung von Konstruktionsprozessen ist eine Plattform zu schaffen, die die in den übrigen Gestaltungsbereichen vorgesehenen Handlungen informationstechnisch ermöglicht.³¹⁶ In der Terminologie des Informationsbegriffs ist somit ein Trägermedium zu bie-

³¹⁴ Vgl. Loos, P. (1995), S. 167. Dabei handelt es sich weder um eine sprach- noch um eine prozessbasierte Metaisierung. Das Informationssystem gibt hingegen eine Struktur vor, in die Anwendungsmodelle adaptiert werden können. Das Modell dieser Struktur ist gegenüber dem durch das Anwendungsmodell beschriebenen Sachverhalt ein Metamodell.

³¹⁵ Vgl. Paech, B. (1998), S. 2-4. Das diesen Metamodellen zugrunde liegende Metaisierungsprinzip ist weder sprach- noch prozessbasiert, sondern könnte als strukturbasiert bezeichnet werden.

³¹⁶ In diesem Zusammenhang ergänzt TEUBNER die Bestandteile einer Methode um Dokumente. Vgl. Teubner, R. A. (1999), S. 96. Da hier Methoden im Sinne von Regelmengen verstanden werden, wurde diesem Vorschlag nicht gefolgt. Hingegen ist mit dem Aspekt der medientechnischen Repräsentation differenziert auf Trägermedien für Modelle einzugehen.

ten, auf dem die Modellinhalte als Daten zur Verarbeitung oder Nachrichten zum Austausch repräsentiert werden können. Ausgangspunkt der Konkretisierung der Gestaltungsparameter des technologiebezogenen Aspekts ist daher die Einführung des Medienbegriffs. Dessen Typologisierung im Schichtenmodell von GROB/BENBERG bietet die Möglichkeit der Ableitung relevanter technischer Gestaltungsaspekte.³¹⁷ Die Berücksichtigung unterschiedlicher Handlungstypen, der Verarbeitung und des Austauschs werfen über technische Aspekte hinaus auch Fragestellungen der Werkzeugunterstützung und der Informationslogistik auf.

*Ein **Medium** ist ein Träger von Inhalten für Zwecke ihrer menschlichen Wahrnehmung. Typen von Medien sind schichtenspezifisch zu differenzieren. Die Wahrnehmung erfolgt gegenüber einer **Medienselektion**, in der eine Auswahl von Medien aller Ebenen getroffen wird.*³¹⁸

Der vergleichsweise technik-orientierte Medienbegriff³¹⁹ begünstigt die Einordnung des technologiebezogenen Aspekts in den Gesamtbezugsrahmen. Die schichtenspezifische Differenzierung liefert zugleich relevante Gestaltungsparameter für informationslogistische Arbeiten. Das Schichtenmodell von GROB/BENBERG wird in Abb. 28 dargestellt.

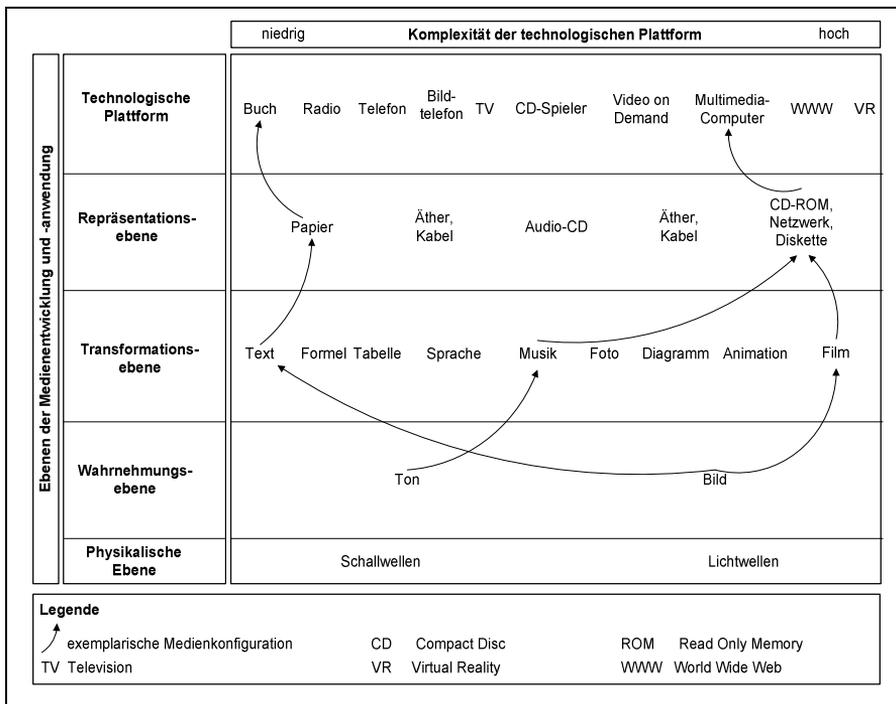


Abb. 28: Schichtenmodell zur Typologisierung von Medien nach GROB/BENBERG³²⁰

³¹⁷ Vgl. Grob, H. L., Bensberg, F. (1995), S. 2, Grob, H. L. (Präsentation) (1999), S. 148.

³¹⁸ Auch GROB betont das besondere Merkmal eines Mediums, Bilder und Töne *wahrnehmbar* zu machen. Vgl. Grob, H. L. (Präsentation) (1999), S. 147. Die Differenzierung von Medientypen zeigt, dass von einem *einzelnen* Medium ein diesbezüglicher Beitrag ausgeht, die Gesamtheit der für die Wahrnehmung zu schaffenden Voraussetzungen allerdings *Medienselektionen* erfordert.

³¹⁹ Eine weitere Begriffsauffassung findet sich bei SCHMID und LECHNER, wo insbesondere eine Ausweitung auf organisatorische Aspekte vorgenommen wird. Sie erlangen damit die Bedeutung von „Sphären für Agenten“. Vgl. Lechner, U. et al. (1998), S. 3, Schmid, B. (1999), S. 31 ff.

³²⁰ Grob, H. L. (Präsentation) (1999), S. 148, vgl. auch Grob, H. L., Bensberg, F. (1995), S. 2.

Die im Schichtenmodell vorgesehenen Ebenen verdeutlichen, dass sich das Spektrum der zur Wahrnehmung beitragenden Medien zwischen den Extremen physikalischer Schall- und Lichtwellen auf der einen Seite und technologischen Plattformen auf der anderen Seite bewegt. Zwischen ihnen sind Medien auf Ebenen der Wahrnehmung, Transformation und Repräsentation zu differenzieren.³²¹ Das Prinzip der Schichtung bietet weitgehend flexible Kombinationsmöglichkeiten. Zugleich sind aber medientypische Restriktionen zu beachten, nach denen nicht sämtliche Kombinationsformen möglich sind (z. B. Ton, Schrift, Papier, Computer). Die Vorteilhaftigkeit der Medienauswahl ist repräsentationszweckspezifisch zu beurteilen.

Die aus dem Schichtenmodell abzuleitenden Gestaltungsparameter des technologiebezogenen Aspekts werden im Teilbezugsrahmen in Abb. 29 konkretisiert und in den Gesamtbezugsrahmen integriert.

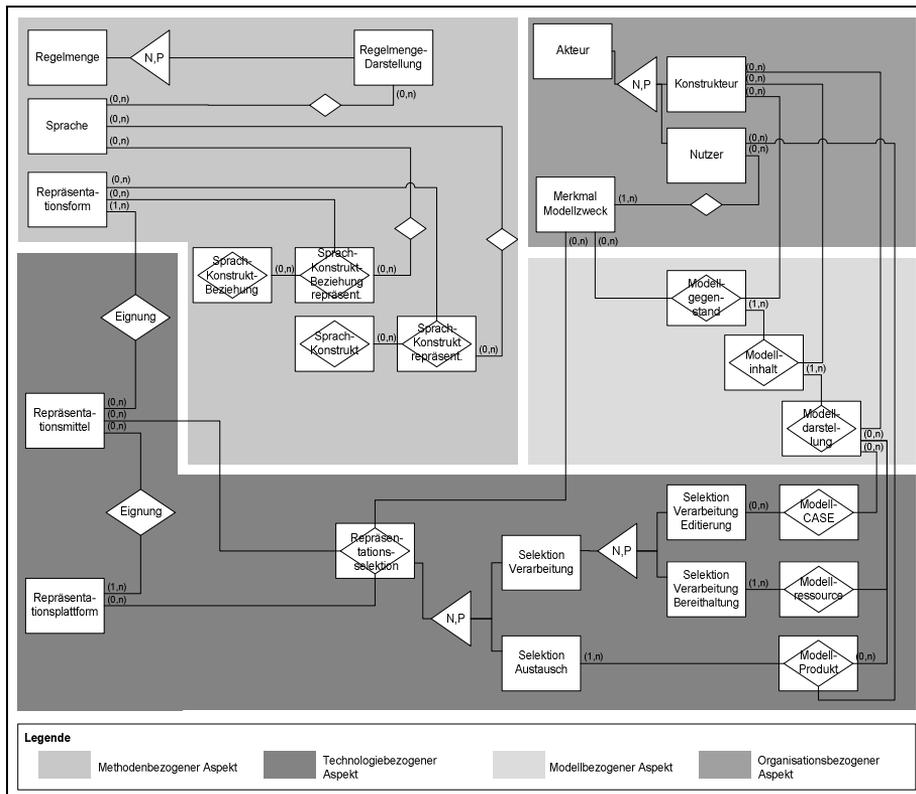


Abb. 29: Teilbezugsrahmen zum technologiebezogenen Aspekt³²²

³²¹ Beispiele verdeutlichen mögliche Konfigurationen. So etwa die Pfade vom Bild zum Buch oder von Bild und Ton zum Computer.

³²² Das Modell steht im Kontext weiterer Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Die Darstellung ist auf ausgewählte Gestaltungsparameter konzentriert worden. Folgende Aspekte sind gesondert hervorzuheben: (a) Relationstypen gegenüber dem Entitytypen Konstrukteur wurden nicht dargestellt (vgl. hierzu Fn. 272); (b) Modell CASE, Modellressource und Modellprodukt generalisieren partiell und nicht disjunkt zu Modellrepräsentation; (c) sämtliche Modellrepräsentationen werden in Abhängigkeit des Modellzwecks angefertigt. Der Modellzweck beinhaltet auch Vorstellungen über den Verwendungszweck. Die Zweckabhängigkeit ist in diesem Sinne über die Zweckabhängigkeit der Modelldarstellung nachzuvollziehen; (d) für das Modellprodukt ist eine zusätzliche Zweckrelation eingezeichnet worden, um die Subjekt-Zweck-Spezifität der informationsbedarfsgerechten Verwendung zu kennzeichnen. Zu den übrigen Modellen vgl. Abb. 16, Abb. 17, Abb. 18, Abb. 19, Abb. 21, Abb. 24, Abb. 29 und Abb. 31.

Für die Konstruktion von Trägermedien im konzeptionellen Bezugsrahmen sind die technologische Plattform und die Repräsentationsebene relevant. Während sich die physikalische Ebene und die Wahrnehmungsebene weitgehend dem hier betrachteten Gestaltungsbeitrag entziehen, wird die Transformationsebene bereits mit Darstellungstechniken von Methoden behandelt und findet ihren Niederschlag speziell in der Repräsentationsform. In Abstimmung mit der Terminologie der Sprachgestaltung werden Medien auf Repräsentationsebene als Repräsentationsmittel und die auf Ebene der technologischen Plattform als Repräsentationsplattform bezeichnet.³²³ Ihre Zusammenstellung für spezifische Zwecke wird als Repräsentationsselektion bezeichnet. Die Repräsentationsform wird bereits in der Modelldarstellung berücksichtigt. Faktisch setzt bereits die Modelldarstellung die Verwendung von Medien voraus. Da sie aber im methodischen Aspekt nicht Gestaltungsgegenstand ist, wird terminologisch die *Modelldarstellung* als eine medienneutrale Wiedergabe eines Modells beibehalten, die nach Regeln einer Darstellungstechnik vorgenommen wird. Die medientechnische Gestaltung ist hinsichtlich des Handlungstyps zu differenzieren.

In der Systementwicklung konzentriert sich die informationstechnische Unterstützung von Konstruktionsprozessen auf die *Verarbeitung* von Modellen im Zuge der Konstruktionsdurchführung. Entwickelt werden (Konstruktions-)Werkzeuge, die zugleich eine Repräsentation der Modelle leisten.

Ein Werkzeug (engl.: tool) ist ein Informationssystem zur Unterstützung der Methodenanwendung.³²⁴ Es kann damit automatisierbare und nicht automatisierbare Teile enthalten. CASE-Werkzeuge (Computer Aided Software Engineering) sind Werkzeuge, die einen (teil-)automatisierten Einsatz bieten.

Wesentliche Merkmalsunterschiede von CASE-Werkzeugen sind in der Typologie in Abb. 30 zusammengefasst worden.³²⁵

Merkmal	Ausprägung				
Methoden und Methoden-System-Struktur	Einzelwerkzeug	Werkzeugsammlung			
		Nicht-integriert	Integriert		
			Horizontal	Vertikal	Horizontal und vertikal
Variationsmöglichkeit der Methoden	Meta-Werkzeuge		Nicht-Meta-Werkzeuge		

Abb. 30: Typologie von CASE-Werkzeugen

Hinsichtlich der Anzahl der unterstützten Methoden sind *Einzel-* und *Sammelwerkzeuge* zu unterscheiden.³²⁶ Bei letzteren ergeben sich Gestaltungsalternativen hinsichtlich ihrer Auswahl und Verbindung zu Methodensystemen. Unterbleibt eine Verbindung, sind sie als *nicht-integriert* zu kennzeichnen. Anderenfalls wird hinsichtlich der Richtung der Abstimmung unterschieden, deren Bedeutung vor dem Hintergrund des zeitlich sachlogi-

³²³ Die Repräsentationsplattform ist dadurch gekennzeichnet, dass sie die Repräsentationsform zugänglich macht. Repräsentationsmittel, die auch ohne Transformationsvorgang der Wahrnehmung zugänglich sind (z. B. Papier), nehmen bei Betrachtung die „Rolle“ eines Schriftstücks auf Ebene der Repräsentationsform ein.

³²⁴ Vgl. ähnlich Alpar, P. et al. (2000), S. 213.

³²⁵ Zu Unterscheidungsmerkmalen vgl. auch Rosemann, M. (1998), S. 2, Teubner, R. A. (1999), S. 107 f.

³²⁶ Sammelwerkzeuge („Toolsets“) sind heutzutage als Standard anzusehen. Zu nennen sind insbesondere das ARIS-Toolset sowie Rational Rose. Vgl. z. B. Reiter, C. (1997), S. 37 ff.

schen Ablaufs des Softwareentwicklungsprozesses konkretisiert wird: Werden Methoden gleicher Entwicklungsstufen verbunden, liegt eine *horizontale* Integration vor, bei unterschiedlichen Stufen hingegen eine *vertikale* Integration. Zur Bildung umfassender Methodensysteme lassen sich beide Formen zu *horizontal und vertikal* integrierten Werkzeugen verbinden. Besteht die Möglichkeit der Variation der unterstützten Methoden, kann Einfluss auf die zugrunde liegenden Metamodelle genommen werden, wonach in diesem Fall von *Metawerkzeugen* gesprochen wird.³²⁷ In Ausgestaltung und Erweiterung dieser Merkmale entwickelt sich ein durchaus heterogenes Spektrum an Lösungen.³²⁸

Die konstruktionsprozessorientierte Interpretation des Modellbegriffs hat die Bedeutung zeitlicher und sachlicher Beziehungen über einzelne Konstruktionsprozesse hinaus aufgezeigt. Ihre Berücksichtigung weckt zusätzliche Handlungsbedarfe: Sie bestehen in der *Beireithaltung* und dem *Austausch* von Modellen. Konzeptionell ist diesen mit Gestaltungsansätzen der Informationslogistik zu begegnen. Entsprechend ihrer Rolle in informationslogistischen Prozessen soll zwischen *Modellressourcen* und *Modellprodukten* unterschieden werden.³²⁹

Ein Modellprodukt ist ein Modell, das für spezifische Nutzungen ausgetauscht wird. Eine Modellressource ist ein Modell, das für potenzielle Nutzungen vorgehalten wird.

Kennzeichnend ist, dass die Begriffe nicht an spezifische Modelleigenschaften, sondern an ihre „Rolle“ im Prozess der Informationslogistik gebunden werden. In beiden Fällen sind *Repräsentationsselektionen* zu erstellen, in denen jeweils zumindest ein Repräsentationsmittel auf einer Repräsentationsplattform zu wählen ist und die sowohl untereinander als auch gegenüber der Repräsentationsform aus der Sprachdefinition abzustimmen sind. Die Gestaltung ist dabei am spezifischen Handlungstyp auszurichten. Während bei Modellressourcen besondere Anforderungen der Organisation des Modellbestands bestehen, ist bei Modellprodukten eine an den zweckspezifischen Informationsbedarfen orientierte Aufbereitung maßgebend, in der insbesondere subjekt- und sachbedingte Einflussfaktoren zu berücksichtigen sind.³³⁰ Bei Modellprodukten ist neben einzelnen Inhalten und Repräsentationen auch der Kontext zu berücksichtigen, in dem sie wahrgenommen werden. Der Kontext eines Modellprodukts ist durch die im Umfeld des einzelnen Modells zugleich dargebotenen Informationen gegeben. Die Zusammenstellung des Kontextes von Modellprodukten kann sachlich bedingt sein und Beziehungen der Gegenstände und Inhalte reflektieren. Ebenso kann sie aber auch *ad hoc* durch situative Bedarfe entstehen. Auch die Platzierung von Informationen, die keine Modelle im Sinne des Bezugsrahmens darstellen, ist möglich.

³²⁷ Vgl. insbes. Ebert, J., Süttenbach, R., Uhe, I. (1997), S. 203 ff., Junginger, S. et al. (2000), S. 392. Da die Eigenschaft „*Meta*“ eine besondere Eigenschaft von CASE-Werkzeugen darstellt, werden Nicht-Meta-CASE-Werkzeuge terminologisch nicht unterschieden.

³²⁸ Vgl. ausführlich die Einführungen bei Teubner, R. A. (1999), S. 107 f.

³²⁹ In der Literatur werden unterschiedliche Systematiken zur Strukturierung von Informationsprodukten vorgestellt. MOWSHOWITZ unterscheidet z. B. Informationskern, Speicherung, Verarbeitung, Distribution und Präsentation, die er in einem sog. Chinese-Box-Modell eines Informationsprodukts zusammenfasst. Vgl. Mowshowitz, A. (1992), insbes. S. 235.

³³⁰ Die Betrachtung richtet sich an Informationsbedarfen aus. Der Informationsbedarf wird nach PICOT/REICHWALD/WIEGAND als die „Art, Menge und Qualität der Informationen [verstanden], die eine bestimmte Person zur Erfüllung ihrer Aufgaben in einer bestimmten Zeit benötigt“. Picot, A., Reichwald, R., Wiegand, R. T. (2001), S. 81. Objektiver und subjektiver Informationsbedarf, Informationsangebot und Informationsnachfrage sind dabei zum Ausgleich zu bringen. Vgl. Picot, A., Franck, E. (Information II) (1988), S. 609, Krcmar, H. (2003), S. 46 ff., Picot, A., Reichwald, R., Wiegand, R. T. (2001), S. 81 f. Zur Planung ist eine Informationsbedarfsanalyse durchzuführen. Den Prozess veranschaulicht das Lebenszyklusmodell nach PICOT/FRANCK – in Anlehnung an die Arbeit von LEVITAN – für die Produktion von Informationen. Vgl. Picot, A., Franck, E. (Information II) (1988), S. 611, Levitan, K. B. (1982).

3.3.5 Organisationsbezogener Aspekt

Dem instrumentellen Organisationsbegriff folgend sind mit der Organisation Regelmen- gen zu gestalten.³³¹ Sie beschreiben, wie spezifische *Aufgaben* durch das Zusammenwir- ken von *Menschen, Technik* und *Information* auszuführen sind.³³² Die Entitäten Aufgabe, Menschen, Technik und Information stellen im Sinne der Organisationslehre die kleinsten Gestaltungseinheiten dar.³³³ Arbeiten befassen sich maßgeblich mit der Entwicklung von Regeln zu ihrer Strukturierung, die aufbau- und ablauforientiert vorgenommen wird.

Im konzeptionellen Bezugsrahmen ist der Gestaltungsbereich der Organisation gegenüber den übrigen Aspekten abzugrenzen. Die spezifische Entität des Gestaltungsbereichs bildet hier der *Mensch*, der hinsichtlich seines Beitrags im Konstruktionsprozess zur Organisati- onseinheit des Akteurs abstrahiert wird.³³⁴ Der Begriff des Akteurs wird hier systemtech- nisch wie folgt konkretisiert:

Ein Akteur ist ein handlungsfähiges Element mit kognitiven und kommunikativen Fähigkeiten und eigenem Zielsystem.

Der Begriff des Akteurs lässt alternative Formen der Institutionalisierung zu und ermög- licht somit die Erfassung vielfältiger Arrangements.³³⁵ Im Sinne des Ein-Prozess-Falls sind Akteure Subjekte. Ebenso können sie Zusammenschlüsse von Subjekten kennzeich- nen, die verschiedenartig koordiniert und selbst wieder in Akteure dekomponiert sein kön- nen. Zu berücksichtigen ist somit ein potenziell heterogenes System an Akteuren. Hin- sichtlich ihrer individuellen Position in Bezug auf die Teilnahme am Konstruktionsprozess treten sie in den grundlegenden Rollen des Konstrukteurs oder Nutzers von Modellen auf.

Da die ablauforientierte Gestaltung im methodenbezogenen Aspekt erfolgt, konzentrieren sich die im organisationsbezogenen Aspekt zu gestaltenden Regeln auf Fragen der aufbau-

³³¹ In der Organisationslehre wird zwischen dem funktionellen, institutionellen und instrumentellen Organi- sationsbegriff unterschieden. Im funktionellen Organisationsbegriff nach GUTENBERG stellt Organisation die Realisierung der Planung dar. Vgl. Gutenberg, E. (1983), S. 235. Der institutionelle Begriff sieht vor, dass die Unternehmung eine Organisation *ist*. Organisation ist dann im systemtechnischen Sinne als ein zweckorientiertes offenes, dynamisches, sozio-technisches System zu interpretieren. Vgl. Hill, W., Fehl- baum, R., Ulrich, P. (1994), S. 20 ff. sowie Fn. 120. Etabliert erscheint der instrumentelle Organisations- begriff im Sinne NORDSIECKS und KOSIOLS, nach dem die Organisation – wie hier im Weiteren ausge- führt – die (Regel-)Struktur des Unternehmens ist. Vgl. Nordsieck, F. (1955), S. 23, Kosiol, E. (1976), S. 23 ff. Zu Einführungen der Organisationsbegriffe vgl. z. B. Schanz, G. (1992), Sp. 1459 f., Schulte- Zurhausen, M. (1999), S. 1 ff., Bühner, R. (1999), S. 1 ff.

³³² Vgl. Krüger, W. (1994), S. 15 ff., Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 36, Teubner, R. A. (1999), S. 35 f.

³³³ Der Begriff der Aufgabe ist in diesem Sinne abstrakt zu verstehen, sodass die Aussage auch bei Betrachtung von Aufgabendekompositionen gültig bleibt. Aufgabendekompositionen werden systematischerweise im *Analyse-Synthese-Konzept* nach KOSIOL vorgenommen, in dem Aufgaben bis zu elementaren Teilauf- gaben zerlegt werden. Vgl. Kosiol, E. (1976), S. 48 sowie die im Zusammenhang mit dem Begriff der *Verteilung* in Organisationen vorgenommenen Ausführungen in Kapitel 5.1.1.3 dieser Arbeit.

³³⁴ Der Begriff des *Akteurs* wird auch in anderen Teilgebieten der Wirtschaftsinformatik verwendet. So etwa in der objektorientierten Anwendungssystementwicklung, speziell interaktiver Systeme, vgl. Bomsdorf, B. (1999), S. 49 ff., im Workflow-Management, vgl. das Metamodell für die Definition der Aufbauorganisa- tion bei der Workflow-Modellierung nach Galler, J. (1995) sowie im Electronic Commerce, vgl. Klein, S., Szyperski, N. (1997). Die hier herausgestellten Merkmale stehen mit den dort gefundenen Bedeutungen in Einklang.

³³⁵ Auch wird vorgeschlagen, den Begriff des Subjekts stellvertretend ebenfalls für mehrere Subjekte zu ver- wenden, somit auch z. B. für Unternehmen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 60. Die Einführung des *Akteurs* macht jedoch den hier eingenenommenen Sichtwechsel auf den Menschen im Konstruktionsprozess deut- lich. Gerade die hieraus erwachsenden Implikationen für die Konstruktion von Referenzmodellen zeigen dieses. Auch in der Informatik wird einem konstruktionsorientierten Modellbegriff folgend der Begriff des Subjekts durch den des Akteurs ersetzt, um damit insbesondere die Handlungsorientierung zu beto- nen. Vgl. Floyd, C., Klischewski, R. (1998), S. 25 f.

organisatorischen Beziehungen zwischen Akteuren.³³⁶ Zu gestalten sind die Rahmenbedingungen, innerhalb derer die Koordination zwischen den am Konstruktionsprozess beteiligten Akteuren erfolgt.

*Die **Organisation** des Konstruktionsprozesses umfasst Regelmengen, die angeben, in welchem Rahmen die Abstimmung zwischen den Akteuren zur Ausführung des Konstruktionsprozesses erfolgt.*

Der aus diesem Begriff resultierende Gestaltungsbereich des organisationsbezogenen Aspekts wird durch den in Abb. 31 vorgestellten Teilbezugsrahmen konkretisiert.

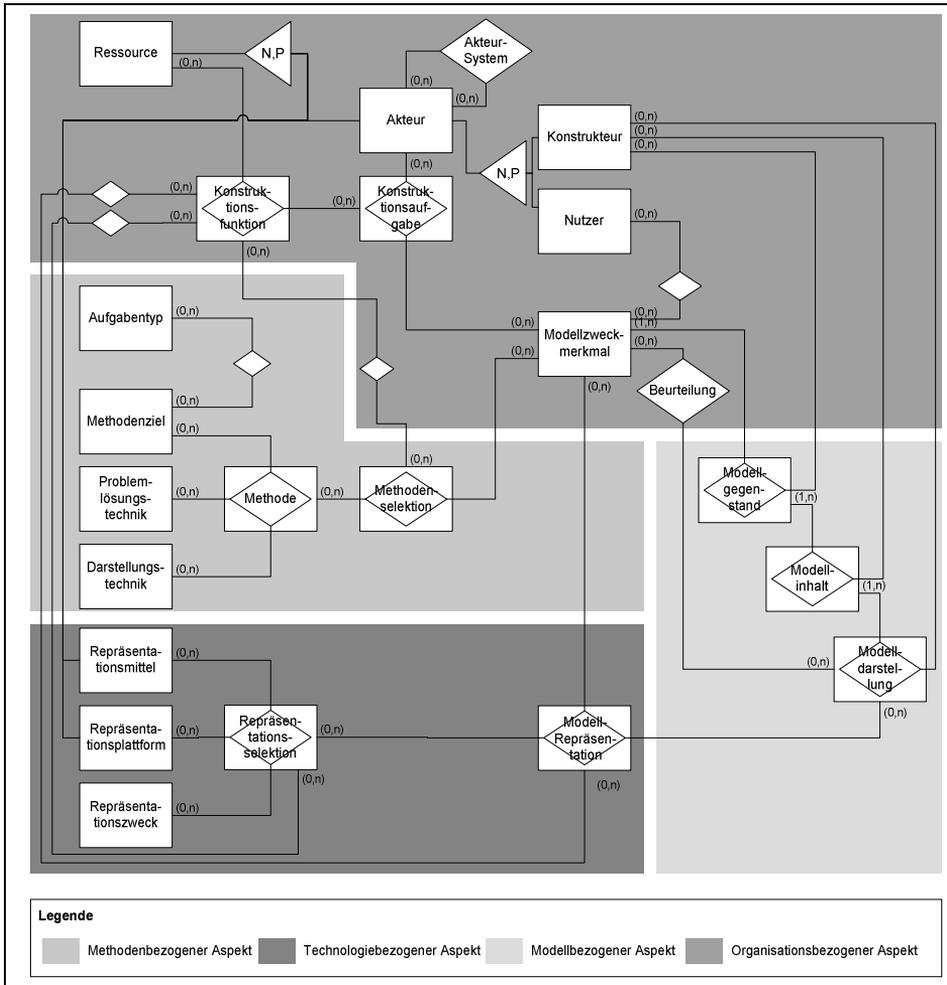


Abb. 31: Teilbezugsrahmen zum organisationsbezogenen Aspekt³³⁷

³³⁶ Eine Eingrenzung des Gestaltungsbereichs der Organisation ist auch in Methodensystemen zur Darstellung von Informationssystemen zu beobachten. So z. B. in der ARIS-Architektur, vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 41 oder im CIMOSA-Würfel, vgl. Vernadat, F. B. (1996), S. 45. Vgl. auch Kapitel 4.3 dieser Arbeit.

³³⁷ Das Modell steht im Kontext weiterer Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Zu den übrigen Modellen vgl. Abb. 16, Abb. 17, Abb. 18, Abb. 19, Abb. 21, Abb. 24, Abb. 27 und Abb. 29.

Als Gestaltungsbeitrag bieten sich Arbeiten der Organisationslehre sowie der Organisationstheorie³³⁸ an, die hier selektiv hinsichtlich ihres Beitrags im Kontext des Bezugsrahmens zu konkretisieren sind.³³⁹ Die Organisationslehre liefert Parameter zur zielorientierten Ausrichtung eines Akteurs (Innenverhältnis), hier speziell des Konstrukteurs, sowie der Abstimmung zwischen Konstrukteur und Nutzer (Außenverhältnis).

Die Austauschbeziehung zwischen Konstrukteur und Nutzer ist durch die für Prozesse typische Kunden-Lieferanten-Beziehung gekennzeichnet, die hier durch die Subjektivität besondere Anforderungen an die Abstimmung stellt. Ausgangspunkt ist eine nutzerseitige Spezifikation der Anforderungen an das zu konstruierende Modell. Sie erfolgt entweder durch Willensbildung des Nutzers oder wird – wie im Fall der Konstruktion von Referenzmodellen – durch den Konstrukteur geplant. Strukturell schlägt sich die Spezifikation im Modellzweck (Merkmal Modellzweck) nieder, der als Konstruktionsanforderung in sämtliche Gestaltungsbereiche hineingetragen wird. So sind sowohl die Modelltransformation (Modellgegenstand, -inhalt, -darstellung), die Methodenselektion als auch die Modellrepräsentation an jeweils entsprechenden Facetten des Modellzwecks auszurichten (z. B. Sachzweck, Verwendungszweck, subjektive Präferenzen). Zwar besitzt auch der Nutzer Vorstellungen über Gegenstand, Inhalt, Darstellung und Repräsentation des Modells, doch erfolgen Zustandsveränderungen allein durch den Konstrukteur.³⁴⁰ Entsprechend sind Beurteilungen von Modellzuständen notwendig, die strukturell durch Gegenüberstellung eines temporär erreichten Modellzustands mit dem Modellzweck erfolgen. Daraufhin sind iterativ so lange Zustandsveränderungen vorzunehmen, bis der Nutzer den Modellzustand als zweckadäquat akzeptiert oder die Konstruktion in einem nicht adäquaten Modellzustand abzubrechen ist (z. B. Budgetrestriktion).

Die Gestaltung der Organisation eines einzelnen Akteurs ist wesentlich durch das Strukturmuster zielgerichteter Systeme gekennzeichnet. Dabei ist der Akteur abstrakt als System zu interpretieren, dessen Aufgabe – als zielgerichtetes Verhalten – in der Ausführung des Konstruktionsprozesses zur Erreichung des Modellzwecks besteht. Die der Aufgabe bei der Funktionsbildung zuzuordnenden Ressourcen betreffen hier insbesondere Repräsentationsmittel und -plattform sowie zumindest einen Akteur.³⁴¹ Weitere Ressourcen werden hinzukommen, die über die im Bezugsrahmen dargestellten Entitäten hinausgehen. Zur Ausübung der Funktion sind adäquate Methoden- und Repräsentationsselektionen zu wählen und zu nutzen. Zugleich ist anhand der Modellrepräsentation die Nutzung verfügbarer Modelle zur Konstruktionsunterstützung zu prüfen.

Organisationstheorien erklären Wirkungszusammenhänge zwischen Entitäten und geben somit insbesondere Anhaltspunkte zur Ausführung der Gestaltung. Von grundlegender Bedeutung für sie sind hier Koalitionstheorien sowie situative Ansätze.³⁴²

³³⁸ Es besteht Konsens, dass eine ganzheitliche Organisationstheorie faktisch nicht existiert. Einzelne Organisationstheorien betrachten jeweils bestimmte Aspekte von Organisationen. Vgl. Scherer, A. G. (2001), S. 2 f.

³³⁹ Die Beiträge sind inhaltlich kaum zu separieren. So stehen etwa die Ausrichtung des Akteurs im Innenverhältnis insbesondere im Lichte der *Principal-Agent-Theorie* institutionenökonomischer Ansätze sowie systemtheoretisch-kybernetischer Ansätze. Vgl. auch Ropohl, G. (1979), S. 75 ff., Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 28. Zur Principal-Agent-Theorie vgl. z. B. Bamberg, G., Spremann, K. (Hrsg.) (1989). Die Differenzierung erfolgt hier aufgrund der unterschiedlichen Nähe zur Gestaltung des Konstruktionsprozesses.

³⁴⁰ Die rollenorientierte Betrachtung der Akteure gestattet auch, dass Konstrukteur und Nutzer in Personalunion besetzt sind.

³⁴¹ Besteht Identität zwischen Akteur und Subjekt, ist gerade dieses Subjekt selbst mit der Ausführung der Aufgabe zu beauftragen.

³⁴² Für spezielle Gestaltungsaspekte sind dezidierte Theorien zu selektieren. So werden etwa zur Entwicklung von Koordinationsformen der verteilten Organisation Erklärungsbeiträge der Transaktionskostentheorie geprüft.

Koalitionstheorien erklären Phänomene im Zusammenhang mit der Bildung und dem Erhalt von Koalitionen als freiwillige Zusammenschlüsse von Akteuren³⁴³ – hier also die Beteiligung von Akteuren an einem Konstruktionsprozess. Solche Koalitionen kommen nur dadurch zustande, dass Akteure mit ihrer Beteiligung einen spezifischen *Anreiz* verfolgen (z. B. Problemlösung, Anerkennung, Leistungsentgelt) und dafür bereit sind, der Koalition einen *Beitrag* zu leisten, der wiederum für den Erhalt der Koalition nachgefragt wird (z. B. Finanzmittel, Konstruktionsleistung). Durch Typisierung von Anreiz-Beitrags-Relationen werden sog. Anspruchsgruppen (Stakeholder) identifiziert. Grundlegende Stakeholder in Konstruktionsprozessen sind Konstrukteur und Nutzer, die je nach institutionellem Arrangement um Interessenten erweitert werden können. Unter der Annahme rationalen Verhaltens nehmen Interessenten nur dann bzw. nur so lange an der Koalition teil, wie sie die aus ihr erhaltenen Anreize für einen selbst gesetzten Planungshorizont größer bewerten als die von ihnen geleisteten Beiträge. Zum Erhalt der Koalition ist ein sog. *Anreiz-Beitrags-Gleichgewicht* zu gewährleisten. Dieses Gleichgewicht ist gegeben, solange die erhaltenen Beiträge ausreichen, hinreichende Anreize zu setzen, um Akteure für weitere existenznotwendige Beiträge zu motivieren.

Situative Ansätze der Organisationstheorie (engl.: contingency approach) bringen den Aspekt der Kontextabhängigkeit organisatorischer Gestaltung ein.³⁴⁴ In pragmatischen Ausrichtungen wird entsprechend empfohlen, eine Strukturvariante der Organisation zu wählen, die der individuellen Situation des Unternehmens – bestimmt durch Zielsetzung und situative Bedingungen – am besten entspricht („Fit“).³⁴⁵ Übertragen auf die Gestaltung von Konstruktionsprozessen ist diese Empfehlung aufgrund der normativen Positionierung des organisatorischen Aspekts in die anderen Aspekte hineinzutragen. Dieses erklärt den auf Gesamtbezugsebene herzustellen *Fit*, nach dem eine an den Zielen und Umfeldbedingungen der Konstruktion ausgerichtete Abstimmung aller Aspekte anzustreben ist.

Im Folgenden ist zu untersuchen, inwieweit die bisher in der Referenzmodellierung hervorgebrachten Beiträge geeignet sind, einen solchen Konstruktions-Fit zu erzielen.

³⁴³ Im Kern der Betrachtung steht die von BARNARD und später SIMON geprägte *Anreiz-Beitrags-Theorie*. Vgl. Barnard, C. H. (1938), Simon, H. A. (1949). Eine dezidierte *Koalitionstheorie* wird von CYERT/MARCH beschrieben. Vgl. Cyert, M. R., March, J. G. (1963).

³⁴⁴ Vgl. Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 47 ff., Frese, E. (1992), S. 112 ff. Einen Überblick gibt Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 23 ff. Ausgehend von dieser Grundbetrachtung existiert ein Spektrum verschiedener Schwerpunktsetzungen. KIESER/KUBICEK unterscheiden insbesondere eine analytische und eine pragmatische Variante. Vgl. Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 55 ff.

³⁴⁵ Die Zusammenhänge gehen auf das sog. *pragmatische Grundmodell* des *situativen Ansatzes* zurück. Vgl. Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 60.

4 Entwicklungsstand der Referenzmodellierung

4.1 Untersuchungsprofil

Der Ermittlung des Entwicklungsstands (State-of-the-Art) der Referenzmodellierung ist ein Untersuchungsprofil voranzustellen, das erklärt, aus welcher Perspektive der Bestand an Arbeiten betrachtet wird.³⁴⁶ Ausgehend von der Konkretisierung der verfolgten *Zielsetzung* ist das relevante *Untersuchungsfeld* auszugrenzen sowie die Kausalität der *Auswahl* von Arbeiten zu erklären. Aufgrund der Ergebnisse kann eine *Vorselektion* relevanter Untersuchungsteilbereiche erfolgen, deren Ergebnis als *Ordnungsrahmen* der State-of-the-Art-Betrachtung dient.

Die Zielsetzung der Untersuchung besteht darin, Erkenntnisse über mögliche Schwachstellen gegenwärtiger Gestaltungsansätze der Referenzmodellierung zu ermitteln. Sie sollen Anhaltspunkte zur Erklärung der aufgezeigten Probleme hinsichtlich Effektivität und Effizienz liefern und somit zugleich einen Ausgangspunkt zur Entwicklung von Verbesserungsansätzen bieten.

Das hierzu relevante Untersuchungsfeld wird durch den konzeptionellen Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen strukturiert. Demnach ist zu erfassen, welche Beiträge in den einzelnen Gestaltungsbereichen gegenwärtig vorliegen und inwiefern sich diese eignen, einen Konstruktions-Fit in Prozessen der Referenzmodellierung herzustellen

Bei der Auswahl von Arbeiten ist zwischen den in der Referenzmodellierung *vorgeschlagenen* und den in Konstruktionsprozessen tatsächlich *angewendeten* Gestaltungen zu unterscheiden. Da mit dieser Arbeit Erkenntnis- und Gestaltungsziele der Referenzmodellierung verfolgt werden, konzentrieren sich die Untersuchungen auf die dort vorgeschlagenen Beiträge. Aspekte der Anwendung können teilweise als Kriterien der Auswahl von Inhalten dienen, da sie die Akzeptanz der Gestaltungsvorschläge seitens der Referenzmodellkonstrukteure dokumentieren. Allerdings stellen sich – auch im Fall der Akzeptanz – sichtbare Wirkungen in vorliegenden Referenzmodellen erst zeitlich versetzt ein, sodass ein Time-Lag-Effekt zu berücksichtigen ist, der zumindest die Dauer eines Konstruktionsprozesses umfasst.

Aufgrund der Aktualität der Gestaltungsvorschläge hat die Auswahl auch deren Beachtung im Schrifttum zur Referenzmodellierung zu berücksichtigen.³⁴⁷ In dem verbleibenden Spielraum sind schließlich deduktive Beurteilungen von Ansätzen vorzunehmen, für die sowohl die Zielsetzung der Untersuchung als auch die Erkenntnisse über die Intention, das Umfeld und die Gestaltungsparameter des Konstruktionsprozesses von Referenzmodellen heranzuziehen sind. Der Umfang, in dem einzelne Beiträge untersucht werden, berück-

³⁴⁶ State-of-the-Art-Betrachtungen zur Referenzmodellierung sind aus verschiedenen Blickrichtungen ange stellt worden. Darstellungen als Bezugspunkt für Weiterentwicklungen liefern z. B. SCHÜTTE und SCHWEGMANN. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 80-86, Schwegmann, A. (1999), S. 59-61. Zu Arbeiten, die sich im Kern mit dem State-of-the-Art der Referenzmodellierung befassen vgl. Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R. (Hrsg.) (1999).

³⁴⁷ Während die sachliche Dimension nominal zu entscheiden ist, sind hinsichtlich der Beachtung kardinale oder zumindest ordinale Abschätzungen anzustellen. Zu Messvorschriften vgl. Backhaus, K. et al. (2000), S. XV ff., Bley Müller, J., Gehlert, G., Gülicher, H. (2000), S. 1-4, Hartung, J., Elpelt, B. (1995), S. 4 ff. u. S. 18 ff., Adam, D. (1996), S. 101 ff. u. S. 104 f. Beide Betrachtungen sind in hohem Ausmaß subjektiv und dürften daher intersubjektiv variieren. Zu behandeln sind sowohl Wirkungs-, Bewertungs- als auch Lösungsdefekte. Zu Defekten von Entscheidungssituationen vgl. z. B. Adam, D. (1996), S. 10-15.

sichtigt grundlegend deren relative Bedeutung im State-of-the-Art; darüber hinaus richtet er sich nach dem für die Schwachstellenanalyse und Weiterentwicklung erforderlichen Wissensbedarf.

Den Untersuchungen ist eine Vorselektion vorausgegangen, in der entsprechend der Zielsetzung, dem Untersuchungsfeld und den Auswahlkriterien die in Abb. 32 zusammengestellten Bereiche identifiziert wurden.

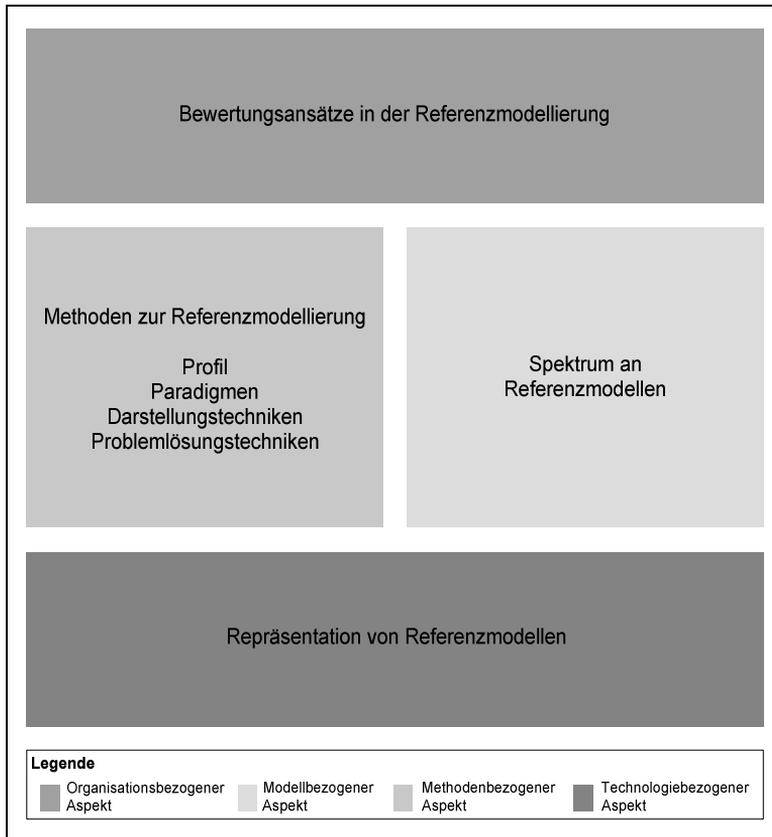


Abb. 32: Ordnungsrahmen der Untersuchung des Entwicklungsstands der Referenzmodellierung

Frühe Arbeiten zu Referenzmodellen konzentrieren sich auf die Konstruktion von Modellen zu spezifischen Gegenstandsbereichen, die zwar Rückschlüsse auf den Konstruktionsprozess zulassen, dessen Gestaltung selbst aber nicht thematisieren. Das Spektrum vorzufindender Referenzmodelle kennzeichnet den Entwicklungsstand im modellbezogenen Aspekt (Kapitel 4.2).

Erst mit der Ausweitung von Konstruktionsprozessen bei zugleich zunehmend kritischer Beurteilung ihrer Wirtschaftlichkeit kommen Beiträge zur Referenzmodellierung auf, die sich mit der Prozessgestaltung befassen. Bisherige Arbeiten nehmen hier eine klare Konzentration auf den methodenbezogenen Aspekt vor.³⁴⁸ Ausgehend von unterschiedlichen

³⁴⁸ So hebt auch die State-of-the-Art-Untersuchung zur Referenzmodellierung von SCHWEGMANN gerade hervor, dass „Beiträge zum Thema Referenzmodellierung [...] danach unterschieden werden, ob sie primär methodische oder inhaltlich-funktionale Aspekte betrachten.“ Schwegmann, A. (1999), S. 59.

Paradigmen werden Problemlösungstechniken und Anpassungen von Darstellungstechniken vorgeschlagen (Kapitel 4.3).

Zu den übrigen Aspekten fehlen weitgehend spezifische Gestaltungsvorschläge. Die in ihrer Anzahl geringen Beiträge konzentrieren sich auf die technische Umsetzung oder die organisatorische Wirkung methoden- und modellbezogener Gestaltungen. In technologischer Hinsicht werden aus den entwickelten Methoden Anforderungen an CASE-Werkzeuge abgeleitet, die hier im Kontext von Aspekten der Repräsentation von Referenzmodellen untersucht werden (Kapitel 4.4). Arbeiten, die den organisationsbezogenen Aspekt berücksichtigen, konzentrieren sich auf die Konzeption von Bewertungsaspekten in der Referenzmodellierung (Kapitel 4.5).

4.2 Spektrum von Referenzmodellen

Untersuchungen des Bestands an Referenzmodellen treffen auf das Problem, dass Modelle nicht objektiv als Referenzmodelle zu identifizieren sind. Die Orientierung an der *Bezeichnung* „Referenzmodell“ ist nur begrenzt hilfreich: Einerseits werden so nur die als Referenzmodell deklarierten Modelle gefunden, deren Akzeptanz jedoch nicht gesichert ist;³⁴⁹ andererseits bleiben gerade die zwar akzeptierten, jedoch nicht als Referenzmodell deklarierten Modelle unberücksichtigt.

Wird hingegen untersucht, welche Modelle der *Bedeutung* eines Referenzmodells entsprechen, werden auch Konstruktionsergebnisse gefunden, die sich hinsichtlich ihres Profils zum Teil stark von den üblicherweise als Referenzmodell bezeichneten Modellen unterscheiden.³⁵⁰ So sind etwa sehr implementierungsnahe Artefakte der Softwareentwicklung (z. B. Patterns, Business Objects) ebenso zu Referenzmodellen zu zählen wie eher gering formalisierte Konzepte des Wissensmanagements (z. B. Lessons Learned).³⁵¹

Insgesamt liegt somit ein umfangreicher und durchaus heterogener Bestand an Referenzmodellen vor, infolgedessen hier von einer Enumeration alternativer Modelle abgesehen wird.³⁵² Erkenntnisreicher ist hingegen die Betrachtung des Spektrums von Referenzmodellen anhand relevanter Unterscheidungsmerkmale sowie ausgewählter Beispiele. Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale von Referenzmodellen können in einer Typologie systematisiert werden (vgl. Abb. 33).

³⁴⁹ Hinzu kommt, dass gegenwärtig durchaus ein gewisser Trend zu beobachten ist, Konstruktionsergebnisse als Referenzmodelle zu deklarieren, auch wenn diese nicht immer den Eigenschaften eines Referenzmodells entsprechen. Die Verwendung wird dabei häufig an dem kritischen Aspekt der Empfehlung festgemacht. Somit werden z. B. Vorgehensmodelle, mit deren Vorschlag ein Autor bei normativer Ausrichtung der Arbeit per se Empfehlungen intendiert, als Referenzmodelle bezeichnet. Vgl. z. B. Speck, M. C. (2001), S. 163. Gegenüber der mit dieser Arbeit eingeführten Differenzierung zwischen Referenz- und Metamodellen kommt solchen Modellen (aus Sicht der nach diesem Modell ausgeführten Konstruktion) jedoch vielmehr die Bedeutung prozessbasierter Metamodelle zu.

³⁵⁰ Zu berücksichtigen ist insbesondere, dass keine besondere Form der Modelldarstellung vorzuliegen hat. Vgl. auch Zelewski, S., Schütte, R., Siedentopf, J. (2001), S. 194, die betonen, dass keine Festlegung erfolgt, mit welchen sprachlichen Mitteln Referenzmodelle zu formulieren sind.

³⁵¹ SCHWEGMANN nimmt z. B. einen Vergleich von Technologien zur Wiederverwendung von Know-how vor, indem er etwa *Patterns*, *Frameworks* und *Business Objects* explizit von Referenzmodellen abgrenzt. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 92 ff.

³⁵² Zu Überblicksdarstellungen vgl. die Aufzählungen bei Schütte, R. (1998), S. 83 ff., Schwegmann, A. (1999), S. 59 ff., Lang, K. (1997), S. 21 ff. Im Sinne der Intention dieser Arbeit sind entsprechende Kollektionen im verteilten Verbund relevanter Interessengruppen der Referenzmodellierung zu erstellen. Auf der VRM-Plattform referenzmodelle.de wird hierzu die Funktionalität geboten, Referenzmodelle dezentral zu deklarieren und explizit zu beurteilen.

Merkmal		Ausprägung				
Modell- bezogener Aspekt	Aspekt	Aspektspezifisch				Aspektübergreifend
		Eigenschaftsmodell	Verhaltensmodell	Erweitertes Modell		
	Formalität	Unformal		Semi-formal		Formal
	Fachbezug	Fachkonzept		DV-Konzept		Implementierung
	Zielperspektive	Organisationssystemmodell			Anwendungssystemmodell	
	Branche	Industrie	Handel	Öffentliche Verwaltung	Beratung	...
	Aufgabe	Unterstützungsbereich		Zweckbereich		Lenkungsbereich
Methoden- bezogen	Anforderungserfüllung	Referenzmodellunspezifisch			Referenzmodellspezifisch	
Technologie- bezogen	Repräsentation	Printmedien			Computergestützte Medien	
Organisations- bezogen	Verfügbarkeit	Unveröffentlicht			Veröffentlicht	
Legende						
 Typische Merkmalsausprägung in Beiträgen zur Referenzmodellierung im State-of-the-Art						

Abb. 33: Typologie von Referenzmodellen³⁵³

Zur Identifikation relevanter Merkmale dient der konzeptionelle Bezugsrahmen, in dem die gegenstands- und inhaltsbezogenen Merkmale des modellbezogenen Aspekts das „Wesen“ der Modelle prägen. Die methoden-, technologie- und organisationsbezogenen Aspekte liefern zusätzliche Merkmale, die insbesondere die Möglichkeiten und Konditionen des Einsatzes von Referenzmodellen in Konstruktionsprozessen beeinflussen.³⁵⁴

Die Unterscheidung von Referenzmodellen in gegenstands- und inhaltsbezogener Hinsicht wird anhand ausgewählter Beispiele veranschaulicht. Sie werden in einem *Aufgaben-B Branchen-Portfolio* positioniert, das aus der Typologie abzuleiten ist (vgl. Abb. 34).

Repräsentative branchenspezifische Referenzmodelle sind das *Y-CIM-* und *Handels-H-Modell*.³⁵⁵ Das Y-CIM-Modell von SCHEER liefert Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse.³⁵⁶ Differenziert werden primär betriebswirtschaftliche Funktionen der Produktionsplanung und Steuerung (PPS), die eher technischen Funktionen (CAX) strukturanalog gegenübergestellt und auf einer gemeinsamen Datenbasis integriert werden. Die industriellen Geschäftsprozesse werden in weitere Unternehmensbereiche eingebettet, z. B. Kosten- und Leistungsrechnung, Controlling und Executive Information Systems (EIS).

³⁵³ Zu modellbezogenen Unterscheidungsmerkmalen von Referenzmodellen vgl. auch Schlagheck, B. (2000), S. 62, Schwegmann, A. (1999), S. 54 f., Schütte, R. (1998), S. 71, Mertens, P. et al. (1997), S. 73-76.

³⁵⁴ Obgleich hier auf den modellbezogenen Aspekt zu fokussieren ist, sind die Merkmale wegen ihrer besonderen Relevanz in Konstruktionsprozessen (z. B. Verwertungskonditionen) selektiv aufgeführt worden. Eine umfassendere Darstellung findet sich in der VRM-Plattform referenzmodelle.de, auf der die multi-kriterielle Einordnung von Referenzmodellen in ihrem relevanten Kontext vorgesehen ist.

³⁵⁵ Die Architekturen beider Modelle sind als Beispiele zu Ordnungsrahmen aufgenommen worden, vgl. Kapitel 4.3.3.4 dieser Arbeit.

³⁵⁶ Vgl. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 92 ff.

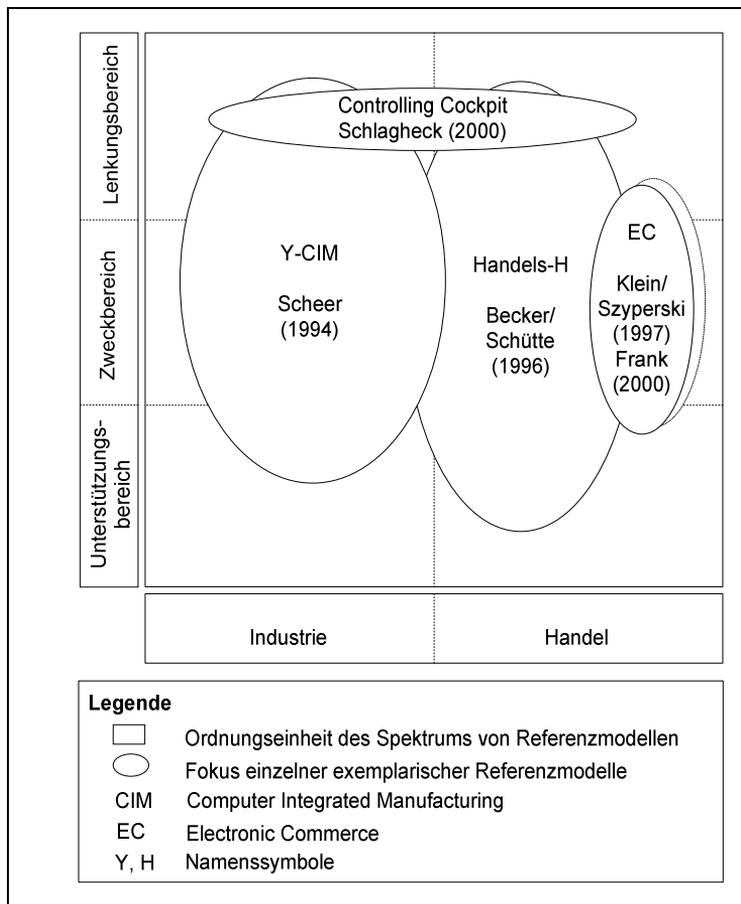


Abb. 34: Ausgewählte Referenzmodelle und deren Positionierung³⁵⁷

Das Handels-H-Modell von BECKER/SCHÜTTE bietet Referenzmodelle für Handelsinformationssysteme.³⁵⁸ Beschrieben wird ein Warenwirtschaftssystem, in dem die typischen Prozesse Beschaffung und Distribution strukturanalog aufgebaut und durch das Lager verbunden sind. Neben dem Lagergeschäft werden Anpassungen des Systems an andere typische Geschäftsarten des Handels beschrieben (z. B. an den Aktionsprozess). Ergänzt wird das Warenwirtschaftssystem um Führungsunterstützungssysteme, wie z. B. Controlling und EIS („Dach“), sowie betriebswirtschaftlich-administrative Systeme, wie z. B. Kostenrechnung und Personalwirtschaft („Sockel“).

Ein zunehmendes Interesse gilt der Entwicklung von Referenzmodellen für elektronische Formen des Handels. Das Referenzmodell für den Electronic Commerce von KLEIN/SZYPERSKI zielt auf eine Systematisierung des elektronischen Handels anhand von Dimensionen des Geschäftsverkehrs.³⁵⁹ FRANK hingegen entwickelt ein Referenzmodell für Han-

³⁵⁷ Die vorgestellten Beispiele vermitteln einen Eindruck vom Spektrum und Inhalt von Referenzmodellen. Ihre Auswahl orientiert sich mit dem Handels-H und Y-CIM-Modell zum einen am Standard. Die weiteren Modelle bieten jeweils unterschiedliche Vergleichsmöglichkeiten, aus denen Erkenntnisse für die Beurteilung des Entwicklungsstands der Referenzmodellierung gewonnen werden können.

³⁵⁸ Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 9 ff., Becker, J. (Architektur) (1996), Becker, J. (HIS) (1996), S. 42 ff., Schütte, R. (1996), S. 73 ff.

³⁵⁹ Vgl. Klein, S., Szyperski, N. (1997).

delsplattformen im Internet, das die Implementierung adäquater Infrastrukturen adressiert.³⁶⁰ Gerade im Bereich des Electronic Commerce mehren sich konkurrierende Vorschläge.³⁶¹

Als Vertreter eines aufgabenbezogenen und branchenneutralen Referenzmodells wird das Controllingcockpit von SCHLAGHECK aufgeführt, mit dem innerhalb eines allgemeinen Controllingsystems Referenzmodelle für das computergestützte Prozess- und Projektcontrolling vorgeschlagen werden.³⁶²

Trotz des weiten Spektrums alternativer Darstellungen für Referenzmodelle wird in Arbeiten zur Referenzmodellierung eine deutliche Konzentration auf spezielle Methoden der Informationsmodellierung vorgenommen. Ausgehend von einem typischen Profil dieser Methoden stellen die Untersuchungen im methodenbezogenen Aspekt repräsentative Gestaltungsvorschläge für Darstellungstechniken und Problemlösungstechniken zur Konstruktion von Referenzmodellen vor.

4.3 Methoden zur Referenzmodellierung

4.3.1 Profil der Methoden

In den Anfängen der Konstruktion von Referenzmodellen wird der Entwicklung spezieller Methoden kaum Beachtung geschenkt. Die *Vorgehensweise* orientiert sich stark am Erfahrungswissen und der Kreativität des Konstrukteurs, wird jedoch nicht anhand von Vorgehensmodellen in der Literatur thematisiert. Zur *Darstellung* werden allgemeine Sprachen der Informationsmodellierung verwendet, womit zugleich die Wiederverwendung des Referenzmodells in Konstruktionsprozessen von Anwendungsmodellen erleichtert wird. SCHEER und HARS betonen die *unveränderte* Anwendung des Modells als eine konstituierende Eigenschaft für Referenzmodelle (semantische Vollständigkeit und Korrektheit).³⁶³

Im Zuge von Arbeiten zur Referenzmodellierung, die auf die Steigerung der Effektivität und Effizienz der Konstruktion zielen, werden die verwendeten Methoden zunehmend reflektiert. Dabei wird auf spezielle Anforderungen an Darstellungstechniken und Problemlösungstechniken zur Konstruktion von Referenzmodellen hingewiesen, die unter den Stichworten des *Varianten-* und des *Subjektivitätsmanagements* thematisiert werden.

Variantenmanagement

Aus dem Verwendungszweck, Referenzmodelle in der Konstruktion von Anwendungsmodellen wieder zu verwenden, folgert SCHÜTTE die Notwendigkeit, die Darstellung von Anwendungsmodellen als *Varianten* eines Referenzmodells ableiten zu können.³⁶⁴

³⁶⁰ Das Referenzmodell ist mit einem CASE-Werkzeug beschrieben und in dieser Form in die Klassen der Programmiersprache JAVA und relationale Schemata transformiert worden. Vgl. Frank, U. (Referenzmodell) (2000), S. 5.

³⁶¹ Vgl. neben den hier skizzierten Arbeiten auch die Beiträge von Schmid, B. F., Lindemann, M. A. (1998) sowie die Sammlung von Referenzmodellen zum Electronic Commerce bei SPP ICS (2000).

³⁶² Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 157 ff.

³⁶³ Vgl. Scheer, A.-W. (1999), S. 8, der Hars, A. (1993) zitiert.

³⁶⁴ In der Terminologie bei SCHÜTTE wird die Funktion sinngemäß durch die Eigenschaft von Referenzmodellen vertreten, einen „Bezugspunkt für ein Informationssystem“ zu schaffen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 69. Zur Schlussfolgerung der Variantenableitung vgl. Schütte, R. (1998), S. 207. Zur Einführung des Variantenmanagements vgl. im Folgenden Schütte, R. (1998), S. 207-209, Schwegmann, A. (1999), S. 67-70, Schlagheck, B. (2000), S. 74-76. Zu konzeptionellen Beiträgen vgl. auch Scheer, A.-W. (1998), S. 129 ff., Remme, M., Scheer, A.-W. (1996), S. 9-17. Zu Grundlagen anpassungsfähiger Systeme im Kontext der Anwendungssystementwicklung vgl. Nietsch, M. (1996), S. 73-103 und die dort zitierte Literatur.

Als Varianten werden – in Analogie zum industriellen Variantenmanagement – spezifische Ausführungen eines Leistungstyps angesehen, die sich nur in wenigen Leistungsmerkmalen voneinander unterscheiden.³⁶⁵ Im übertragenen Sinne sind Anwendungsmodelle als Varianten zu interpretieren, die sich in Abhängigkeit spezifischer *Variantenmerkmale* aus Referenzmodellen ableiten.³⁶⁶ Variantenmerkmale bewegen sich in einem geplanten *Variantspielraum*. Während *Kannvarianten* optional sind, erzwingen *Mussvarianten* eine Konfiguration.³⁶⁷ Der *Variantenabdeckungsgrad* bemisst, in welchem Ausmaß die potenziell möglichen Varianten des Gegenstandsbereichs durch das Referenzmodell dargestellt sind.³⁶⁸ Einflussfaktoren bilden die Variantenbreite und -tiefe. Während die *Variantenbreite* die Anzahl unterschiedlicher Varianten angibt, kennzeichnet die *Variantentiefe* das Ausmaß, in dem das Referenzmodell den spezifischen Anforderungen einer Variante gerecht wird.

Methodisch wird das Variantenmanagement durch die Konstruktionstechnik der *Konfiguration* realisiert.³⁶⁹ Konfigurierbare Modelle beinhalten konditional alternative Modellbestandteile, die durch Auswahlentscheidungen eine Anpassung des Modells ermöglichen.³⁷⁰ Zur Ableitung von Varianten aus einem Referenzmodell sind Kombinationen von Auswahlentscheidungen zu treffen, durch die das Modell an die situativen Anforderungen angepasst wird. Für die Konstruktion der Modelle erwachsen hieraus zwei grundlegende Besonderheiten von Methoden zur Referenzmodellierung.³⁷¹

(1) **Modelle auf Build- und Runtime-Ebene:** Referenzmodelle werden auf einer speziellen Entwicklungsebene so modelliert, dass sie über Freiheitsgrade verfügen (Buildtime). Hierdurch sind die Modelle selbst zwar nicht konkret genug, um „lauffähig“ zu sein, bieten aber für die Konfiguration ausführbarer individueller Modelle (Runtime) den gewünschten Variantspielraum.³⁷² Die Unterscheidung beider Ebe-

³⁶⁵ Zum industriellen Variantenmanagement vgl. Steinhilper, W., Röper, R. (2000), S. 7. Zu Variantenstücklisten vgl. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 120-127.

³⁶⁶ Zur weiteren Betrachtung von Varianten und Anpassungen im Kontext der Informationsmodellierung vgl. Hellenack, L. J. (1997), S. 29 ff., Remme, M. (1995), S. 964-968, Allweyer, T. (Geschäftsprozesse) (1998), S. 104-114.

³⁶⁷ Zur Differenzierung in der Produktionsplanung und Steuerung vgl. Kurbel, K. (1993), S. 86. Zur Übertragung auf die Informationsmodellierung vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 68.

³⁶⁸ Zum Variantenabdeckungsgrad vgl. auch Schwegmann, A. (1999), S. 68, der allerdings nicht zwischen Einflussfaktoren der Breite und Tiefe differenziert.

³⁶⁹ Im Verlauf dieser Arbeit werden Konstruktionsprinzipien vorgeschlagen, die eine Entkopplung des Variantenmanagements von einzelnen Konstruktionstechniken – wie der Konfiguration – vorsehen. In bisherigen Arbeiten herrscht jedoch die Auffassung einer einwertigen Beziehung vor, was nicht nur durch die methodischen Ausarbeitungen, sondern auch terminologisch belegt wird. So bezeichnet etwa SCHÜTTE eine Variante als konfigurierte Leistung. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 207.

³⁷⁰ Die Bedeutung des Begriffs der Konfiguration im Sinne des Variantenmanagements in Referenzmodellen ist der bei SCHÜTTE beschriebenen Vorgehensweise zu entnehmen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 207 ff., insbes. S. 246. Zur Fokussierung einer automatisierten Anpassung vgl. Schütte, R. (1998), S. 318. Das Merkmal der vorgedachten Adaption wird betont bei Schütte, R. (1998), S. 317. Die Terminologie zum Customizing im Kontext der Anpassung von Anwendungssystemen ist indes unterschiedlich, vgl. Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 303 f., Thome, R. (1998), S. 52, Tolkmitt, G., Teusch, W. (1998), S. 16 f., Brehm, L., Heinz, A., Markus, M. L. (2001).

³⁷¹ Die hier herausgearbeiteten Prinzipien legen den derzeitigen Stand der Referenzmodellierung zugrunde. Sie sind vor dem Hintergrund der *Einheit zwischen Variantenmanagement und Konfiguration* zu interpretieren. Vgl. die Einführungen bei Schütte, R. (1998), S. 225 ff., Schwegmann, A. (1999), S. 72 ff. Eine getrennte Einführung des Variantenmanagements und der Konstruktion auf Build- und Runtime-Ebene findet sich hingegen bei SCHLAGHECK. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 66.

³⁷² Die Unterscheidung beider Ebenen geht konzeptionell auf die Differenzierung von Typoperatoren in der Prozessmodellierung mit Ereignisgesteuerten Prozessketten zurück, wie sie von ROSEMANN eingeführt wurde. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 245 ff. Der Ansatz wird von SCHÜTTE – wie hier vorgestellt – auf das Variantenmanagement in Referenzmodellen ausgeweitet. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 225 ff. Eine entsprechende Unterscheidung treffen auch REMME/SCHAEER, die anstelle von Buildtime-Operatoren ein Organisations-Order verwenden. Vgl. Remme, M. (1995), Remme, M., Scheer, A.-W. (1996), S. 9 f.

nen betrifft damit weniger die Zeit, als vielmehr die intendierte Verwendung des Konstruktionsergebnisses, entweder ein Modell zur Ausführung (Runtime) oder zur Wiederverwendung in Konstruktionen (Buildtime) hervorzubringen.

- (2) **Regeln zur Variantenableitung:** Zur Ableitung von Varianten sind Regeln vorzusehen, die angeben, wie Modelle der Runtime-Ebene für spezifische Kontexte aus denen der Buildtime-Ebene abgeleitet werden können. Neben darstellungstechnischen Transformationsregeln wird die Konfiguration merkmalsgesteuert vorgenommen. Variantenmerkmale operationalisieren die für die Konfiguration des Modells relevanten Kontextmerkmale. Die Ableitung einzelner Varianten erfolgt nach Maßgabe der Variantenmerkmalsausprägungen.

Im Anschluss an die Konfiguration wird eine Phase der *Anpassung* vorgesehen. Da davon ausgegangen wird, dass das durch Konfiguration abgeleitete Modell die situativen Anforderungen nicht hinreichend erfüllt, sind in dieser Phase manuelle Modelländerungen vorgesehen. Da die Änderungen stark an situativen Faktoren auszurichten ist, setzt sie weitgehend auf die Kreativität des Konstrukteurs.³⁷³

Subjektivitätsmanagement

Während das Variantenmanagement die Anpassung des Referenzmodells an den Anwendungskontext aus primär sachlichen Erwägungen behandelt, berücksichtigt das Subjektivitätsmanagement dessen Anpassung an Aspekte der subjektiven Wahrnehmung der Nutzer.³⁷⁴ Den Ausschlag hierfür gibt die Erkenntnis, dass die (Kunden-)Zufriedenheit der Modellnutzer wesentlich davon abhängt, inwieweit das Modell ihren individuellen Präferenzstrukturen entspricht. Relevante Einflussfaktoren sind z. B. Interessen, Kompetenzen sowie kognitive Stile.³⁷⁵ Ausgehend von dem konstruktionsorientierten Modellbegriff ist die Berücksichtigung der Subjektivität eine grundlegende Anforderung an Konstruktionsprozesse. In der Referenzmodellierung sind hiermit jedoch aufgrund der Anonymität der Nutzer besondere Probleme verbunden.

Den Ausgangspunkt der Berücksichtigung subjektspezifisch variierender Anforderungen an Modelle in der Gestaltung von Methoden bilden Arbeiten zur multiperspektivischen Informationsmodellierung von FRANK und später ROSEMAN. Sie betonen, dass Modelle für spezielle *Perspektiven* aufzubereiten sind, in die nicht allein der Systemaspekt (Eigenschaften oder Verhalten), sondern auch der verfolgte Verwendungszweck (z. B. Zertifizierung oder Softwareentwicklung) sowie die persönliche Präferenzstruktur des Modellnutzers einfließen.³⁷⁶ Erkenntnisleitend ist in diesen Arbeiten die Gestaltung von Werkzeugen, die auf Basis benutzerindividueller Perspektiven (z. B. Organisationssystem- oder Anwendungssystemgestalter) eine weitgehend automatisierte Einstellung des Abstraktionsniveaus sowie eine Filterung von Sprachaussagen in Modellen bieten. Eine Übertra-

³⁷³ Zu einem Vorgehensmodell zur manuellen Referenzmodellierung vgl. Schütte, R. (1998), S. 319.

³⁷⁴ Vgl. auch Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 2 f.

³⁷⁵ In der Kognitionspsychologie ist die von DÖRNER vorgenommene Unterteilung der kognitiven Struktur in eine *epistemische* und eine *heuristische* Teilstruktur etabliert. Vgl. Dörner, D. (1976), S. 26 ff. Die epistemische Struktur enthält (Fach-)Wissen über einen Gegenstandsbereich und konstituiert die Begriffe der Fachkompetenz sowie Fähigkeiten. Die heuristische Struktur enthält hingegen Methoden zur Findung von Problemlösungen und wird in den Begriffen der Methodenkompetenz und der Fertigkeiten berücksichtigt. Im *Three-Skills-Approach* von KATZ wird zudem die Sozialkompetenz berücksichtigt. Vgl. Katz, R. L. (1974), S. 90 ff.

³⁷⁶ Vgl. Frank, U. (1994), S. 164 f., Rosemann, M. (Multiperspektivisch) (1996), S. 230. ROSEMAN/VON UTHMANN formulieren diesen Aspekt als Subjekt-Verwendungszweck-Modell-Relation. Vgl. Rosemann, M., von Uthmann, C. (1998), S. 2. Vgl. auch Rohloff, M. (1995), S. 88, Reiter, C., Wilhelm, G., Geib, T. (1997), S. 5 ff. Diese Arbeiten liefern Beiträge für die Methodenentwicklung zur multiperspektivischen Informationsmodellierung. Ebenfalls als multiperspektivisch sind sichtenstufenorientierte Methodensysteme zu kennzeichnen, wie insbesondere die ARIS-Architektur. Vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 41.

gung der Überlegungen auf die Referenzmodellierung nehmen ROSEMANN/SCHÜTTE vor. Sie betonen dabei den Zweckaspekt der Multiperspektivität und behandeln die Aufbereitung von Referenzmodellen für mehrere Einsatzfelder.³⁷⁷ In dem von SCHÜTTE/BECKER thematisierten Subjektivitätsmanagement, das BECKER ET AL. auf die Referenzmodellierung übertragen haben,³⁷⁸ wird zusätzlich der Aspekt subjektiv variierender Präferenzstrukturen behandelt. Ihren Niederschlag finden die Erkenntnisse in der Konstruktion von Methodensystemen, in denen adäquate perspektivenspezifische Darstellungsmöglichkeiten geboten werden.

Analog zum Variantenmanagement sind zur Beschreibung des Subjektivitätsmanagements der *Perspektivenabdeckungsgrad*, die *Perspektivenbreite* sowie die *Perspektiventiefe* zu unterscheiden. Der *Perspektivenabdeckungsgrad* bemisst, in welchem Ausmaß die potenziell präferierten Perspektiven der Modellnutzer im Referenzmodell umgesetzt werden. Die *Perspektivenbreite* kennzeichnet die Anzahl unterschiedlicher Perspektiven, die *Perspektiventiefe* hingegen das Ausmaß, in dem das Referenzmodell die spezifischen subjektbedingten Präferenzen pro Perspektive berücksichtigt.

Innerhalb des hier herausgestellten generellen Profils unterscheiden sich Beiträge zur methodenbezogenen Gestaltung der Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen grundlegend hinsichtlich des verfolgten Paradigmas. Ausgehend von jeweils unterschiedlichen Darstellungstechniken aus der Anwendungsmodellierung werden auch Problemlösungstechniken sowie methodische Erweiterungen zur Referenzmodellierung – speziell für das Variantenmanagement – weitgehend getrennt voneinander thematisiert. Im Folgenden werden relevante Paradigmen eingeführt und darauf hin untersucht, welche Gestaltungsbeiträge zu ihnen im State-of-the-Art vorliegen.

4.3.2 Paradigmen zur Referenzmodellierung

Paradigmen werden in der Wirtschaftsinformatik ursprünglich im Kontext von Programmiersprachen betrachtet.³⁷⁹ In der Informationsmodellierung werden sie nachhaltig erst durch das Aufkommen des *objektorientierten* Paradigmas eingebracht. Auch in der Referenzmodellierung hat sich eine entsprechende Entwicklung vollzogen: Während frühe Arbeiten unabhängig von speziellen Paradigmen formuliert werden, grenzen sich Beiträge zur Objektorientierung explizit ab.³⁸⁰ Die nicht-objektorientierten Ansätze erhalten dabei nur komparativ den Stellenwert eines Paradigmas, ohne aber über eigene konstituierende Einschränkungsprinzipien zu verfügen.

Das damit einhergehende unscharfe Profil von Ansätzen, die nicht zur Objektorientierung zu zählen sind, zeichnet sich auch in Problemen ihrer terminologischen Abgrenzung ab. Häufig werden sie angesichts der geschilderten Entwicklung als *klassisch*, *konventionell*

³⁷⁷ ROSEMANN/SCHÜTTE beschreiben das Konzept der multiperspektivischen Referenzmodellierung. Multiperspektivität kennzeichnet bei ihnen explizit den sog. Zweckpluralismus. Vgl. Rosemann, M., Schütte, R. (1999), S. 25.

³⁷⁸ Zum Subjektivitätsmanagement in der Informationsmodellierung vgl. Schütte, R., Becker, J. (1998) sowie speziell für die Übertragung auf die Referenzmodellierung vgl. Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001).

³⁷⁹ Paradigmen fassen hier jeweils spezifische Prinzipien für die Beschreibung von Programmen zusammen. Unterschieden wird insbesondere zwischen funktionalen, logischen und imperativen sowie hinsichtlich der letzteren wiederum zwischen prozeduralen und objektorientierten Paradigmen. Ihre Einteilung wird unterschiedlich vollzogen. Vgl. Balzert, H. (2000), S. 40. Zur historischen Entwicklung von Programmiersprachen und deren Paradigmen vgl. z. B. Oestereich, B. (2001), S. 19 ff., Alpar, P. et al. (2000), S. 357 ff.

³⁸⁰ Die Deutlichkeit, mit der eine Abgrenzung von Paradigmen in der Referenzmodellierung vollzogen wird, zeigen insbesondere jüngere Forschungsarbeiten, die sich explizit mit sog. objektorientierter Referenzmodellierung oder -modellen auseinandersetzen. Vgl. Schwegmann, A. (1999), Schlagheck, B. (2000).

oder *traditionell* bezeichnet.³⁸¹ Der damit zur Unterscheidung herangezogene Evolutionsunterschied begrenzt jedoch nicht nur die Erweiterbarkeit der Terminologie, sondern erweist sich auch dahingehend als unpassend, als dass eine Ablösung der Ansätze – gerade in der Referenzmodellierung – nicht zu beobachten ist. Mit anderen Bezeichnungen wird versucht, gemeinsame Merkmale der Ansätze zu treffen, wonach sie z. B. als *strukturiert* abgegrenzt werden.³⁸² Allerdings ist auch objektorientierten Modellen eine Strukturiertheit nicht abzusprechen. Da die Abgrenzung faktisch dahingehend getroffen wird, ob Merkmale des objektorientierten Paradigmas vorliegen, werden hier *objektorientierte* und *nicht-objektorientierte* Ansätze unterschieden.³⁸³

Nicht-objektorientierte Ansätze

In nicht-objektorientierten Ansätzen werden keine prinzipiellen Einschränkungen der Gestaltungsfreiheit in Konstruktionsprozessen vorgenommen. Gleichwohl hat sich aus Sicht des Profils von Referenzmodellen ein typisches Grundmuster dieser Ansätze etabliert. Zur Komplexitätsreduktion des Konstruktionsprozesses werden aus dem Modellzweck relevante *Sichten* abgeleitet.

Eine Sicht ist ein inhaltlicher Aspekt, hinsichtlich dessen ein Gegenstand in der Modellkonstruktion beschrieben wird.

Jedes Modell liegt somit faktisch in einer spezifischen Sicht vor, die in Informationsmodellen durch die mit der Darstellung explizierten Inhalte gegeben ist. Gegenüber dem Subjektivitätsmanagement beschreiben Sichten somit ein Spektrum an Perspektiven, in denen zusätzlich subjektspezifische Präferenzen berücksichtigt werden, die über den Inhalt des Modells hinaus auch dessen Darstellung betreffen.³⁸⁴

Ein Potenzial zur Komplexitätsreduktion des Konstruktionsprozesses erwächst, wenn eine planmäßige Ableitung modellzweckspezifischer Sichten vorgenommen wird, deren Inhalte nach dem sog. *Teile-und-Herrsche-Prinzip* („divide and conquer“)³⁸⁵ in separaten Teilprozessen konstruiert wird. Während analysierende Sichten gezielt Verbindungen zu anderen Aspekten ignorieren („Teile“), werden zu deren Abstimmung auf den gemeinsamen Modellzweck synthetisierende Sichten gebildet („Herrsche“).

In nicht-objektorientierten Ansätzen besteht Optionalität hinsichtlich der Wahl und Strukturierung von Perspektiven. Dieses eröffnet Gestaltungspotenziale zur Ausrichtung von Methoden auf spezifische Ziele und Adressaten der Referenzmodellierung. Mit einzelnen Methoden werden Standardisierungsvorschläge zu relevanten Sichten und deren Ordnun-

³⁸¹ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 87, Schlagheck, B. (2000), S. 41 u. S. 44. Insbesondere im Vorfeld des Aufkommens der Objektorientierung sind funktions- und datenorientierte Ansätze unterschieden worden, mit denen der Fokus auf Verhaltens- oder Eigenschaftsaspekte ausgedrückt wurde. Einige Arbeiten unterscheiden daher zwischen einem funktions-, daten- und objektorientierten Ansatz. Vgl. Meyer, B. (1990), S. 44.

³⁸² Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 105. Die Bezeichnung steht in Analogie zur Differenzierung eines objektorientierten, strukturierten und wissensbasierten Paradigmas in der Softwareentwicklung. Vgl. Balzert, H. (2000), S. 40 f. An anderer Stelle verwendet SCHWEGMANN auch die Bezeichnung funktions- bzw. datenorientiert, vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 165.

³⁸³ Da – wie ausgeführt – typische Einschränkungsprinzipien geradezu fehlen, wird folglich auch die Bezeichnung des *Paradigmas* vermieden.

³⁸⁴ Während durch Sichten Zweck-Inhalt-Relationen gebildet werden, sind Perspektiven als Subjekt/Zweck-Inhalt/Darstellung-Relationen zu interpretieren. Zur Abgrenzung der Begriffe *Perspektive* und *Sicht* vgl. auch Rosemann, M. (Multiperspektivisch) (1996), S. 230, Rosemann, M., von Uthmann, C. (1998), S. 2.

³⁸⁵ Das *Teile-und-Herrsche-Prinzip* wird in der Wirtschaftsinformatik in mehreren Gestaltungsbereichen zur Komplexitätsreduktion verwendet. Vgl. z. B. Wirth, N. (1971), S. 221 ff., Witten, I. H., Frank, E. (2000), S. 95 ff.

gen unterbreitet.³⁸⁶ Eine spezifische Strukturierung der Beschreibung auf einem prinzipiellen methodenübergreifenden Niveau wird mit dem objektorientierten Paradigma eingebracht.

Objektorientierte Ansätze

Wie in nicht-objektorientierten Ansätzen erfolgt die Konstruktion auch im objektorientierten Paradigma anhand von Sichten. Empfohlen werden jedoch besondere Regeln ihrer Auswahl, Anordnung und Spezifikation, die durch Orientierung am Strukturmuster eines *Objekts* gekennzeichnet sind. Einem solchen Objekt wird in der Informatik und Wirtschaftsinformatik eine spezielle Bedeutung beigemessen,³⁸⁷ die über die etymologische Herkunft und umgangssprachliche Bedeutung des Wortes³⁸⁸ sowie dessen Verwendung in angrenzenden Wissenschaftsgebieten hinausgeht.³⁸⁹ In der Terminologie des Strukturmusters für Systemaspekte ist diese Bedeutung wie folgt zu konkretisieren:

*Ein Objekt ist ein Teilsystem, das hinsichtlich der für einen bestimmten Zweck relevanten Verhaltensweisen und Eigenschaften betrachtet wird.*³⁹⁰

Konstituierend ist damit grundsätzlich die Wahl zweier Sichten: der Eigenschafts- und Verhaltenssicht. Sie werden zudem so in Beziehung gesetzt, dass das Verhalten an einem spezifischen Zweck ausgerichtet wird und Eigenschaften gerade in dem hierzu erforderlichen Ausmaß betrachtet werden. Dieser Beziehungszusammenhang wird in der Informatik durch das Konzept der *Kapselung* konkretisiert. Unter Kapselung wird hier die Kombination von Verhalten (Methoden) und Eigenschaften (Attributen) in einer Einheit verstanden, die alle Implementierungsdetails verbirgt (information hiding) und das angebotene Verhalten nach außen über eine Schnittstelle bekannt gibt.³⁹¹ Durch die hiermit erreichte

³⁸⁶ Populäre Ansätze sind ARIS, CIMOSA und IFIP. Zur *Architektur Integrierter Informationssysteme* (ARIS) vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 41 und die Ausführungen in Kapitel 4.3.3.2, S. 112. Zur *Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture* (CIMOSA) vgl. ESPRIT Consortium AMICE (Hrsg.) (1989), CIMOSA (1996), Vernadat, F. B. (1996), S. 45 sowie zu einem Überblick zu den CIMOSA-Publikationen CIMOSA (1997). Zur Architektur der *International Federation for Information Processing* (IFIP-Architektur) vgl. Olle, T. W. et al. (1991), S. 13. Einen Überblick über Ansätze geben auch Scheer, A.-W. (1998), S. 132 ff., Schütte, R. (1998), S. 89 ff.

³⁸⁷ Einige Arbeiten suchen hingegen einen in gewisser Weise allgemeinen oder grundständigen Objektbegriff, der aus der Alltagssprache oder der Wissenschaftstheorie entnommen wird. SCHMITZ führt Objekte ein als „den allgemeinsten und daher nicht mehr zur Unterscheidung geeigneten Prädikator“ und lehnt sich damit an WEDEKIND an. Vgl. Schmitz, H. (1997), S. 126, zit. Wedekind, H. (1992), S. 9 f.

³⁸⁸ Im allgemeinen Sprachgebrauch wird das Wort *Objekt* im Wesentlichen als allgemeine Bezeichnung für Gegenstände, Inhalte und Ziele von Wahrnehmungen verwendet (z. B. Erkenntnisobjekt, Diskursobjekt).

³⁸⁹ In weiter gehenden Betrachtungen können unterschiedliche Objektbegriffe gefunden werden, so etwa ein technischer, situativer, organisationstheoretischer und intuitiver Objektbegriff. Zu entsprechenden Untersuchungen in den Gebieten der Informatik und Betriebswirtschaftslehre vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 8-21, Schwegmann, A. (1999), S. 27-33. Gerade in der Betriebswirtschaftslehre findet sich vielfach der hier als intuitiv bezeichnete Begriff, etwa in der Organisationslehre, vgl. z. B. Becker, J. (1991), S. 136 ff., Alpar, P. et al. (2000), S. 25 wie auch im Rechnungswesen und Controlling als Kalkulations- oder Bezugsobjekt. Vgl. Holten, R. (1999), S. 78 ff. und die dort zitierte Literatur. Eine redundante Vorstellung erfolgt hier nicht, zumal der Objektbegriff in der Wirtschaftsinformatik als durchaus stabil anzusehen ist.

³⁹⁰ Inhaltlich in Anlehnung an LUTZ, der herein die Essenz der in der Literatur angegebenen Erklärungen sieht. Vgl. Lutz, W.-G. (1997), S. 9 sowie aus den von ihm zugrunde gelegten Arbeiten, insbesondere Rumbaugh, J. et al. (1991), S. 1 sowie Coad, P., Yourdon, E. (1991), S. 1 u. S. 53. LUTZ spricht von Komponenten und Operatoren, die vollständig zu beschreiben seien. Diese Begriffsmerkmale finden sich auch bei Alpar, P. et al. (2000), S. 250. Die hier gefundene Bedeutung gilt auch für die Informatik als Ausgangspunkt. WEGNER fasst Objekte z. B. auf als „collections of operations that share a state“, vgl. Wegner, P. (1987), S. 168, Wegner, P. (1990), S. 8.

³⁹¹ Vgl. Rumbaugh, J. et al. (1991), S. 7, Balzert, H. (2000), S. 156, Schmitz, H. (1997), S. 128, Lutz, W.-G. (1997), S. 9, Schlagheck, B. (2000), S. 11 f., Alpar, P. et al. (2000), S. 251. Im Kontext wird auch von Datenabstraktion gesprochen. In diesem Sinne ist nur über Methoden auf Daten zuzugreifen. Vgl. Wegner, P. (1987), S. 170.

Ganzheitlichkeit und Abgeschlossenheit der Beschreibung wird insbesondere die Flexibilität der Konstruktion im Sinne der Änderbarkeit und Erweiterbarkeit gefördert.³⁹²

Eine weitere Konkretisierung des objektorientierten Paradigmas erfolgt in der Literatur auf implementierungsnäherem Niveau.³⁹³ Vor dem Hintergrund objektorientierter Programmiersprachen haben sich sowohl eine spezielle Terminologie als auch besondere Gestaltungsmerkmale etabliert:³⁹⁴ Objekte interagieren über den Austausch von *Nachrichten*. Gleichartige Objekte werden zu *Klassen* zusammengefasst, die sie als *Instanzen* ausprägen. Sammlungen von Klassen werden in *Klassenbibliotheken* vorgehalten.

In der Tradition programmiersprachlicher Paradigmen stellen einige Autoren die Erfüllung der Merkmale des objektorientierten Paradigmas unter die Bedingung der Unterstützung spezieller Mechanismen, wie *Vererbung*, *Nebenläufigkeit*, *Persistenz* und *Polymorphie*.³⁹⁵ Diese einschränkende Sicht ist bei Übertragung des Paradigmas auf die Konstruktion von Informationsmodellen aufzugeben.³⁹⁶ Als konstituierend wird hingegen die Ausrichtung der Konstruktion an dem hier eingeführten Muster des Objekts angesehen, aus der sich Konsequenzen für die methodische Gestaltung ableiten.³⁹⁷

Im Folgenden sind die im State-of-the-Art der Referenzmodellierung vorgeschlagen Beiträge zur Gestaltung von Methoden vorzustellen. Wegen ihrer bislang getrennten Behandlung in beiden Ansätzen wird angestrebt, Gemeinsamkeiten der Beiträge herauszustellen. Sie werden in Profilen der Darstellungs- und Problemlösungstechnik beschrieben, die aus dem allgemeinen Profil der Methoden der Referenzmodellierung abgeleitet und für den objektorientierten und nicht-objektorientierten Ansatz konkretisiert werden.

4.3.3 Darstellungstechniken zur Beschreibung von Referenzmodellen

4.3.3.1 Profil der Darstellungstechniken

Entsprechend dem Profil von Methoden zur Referenzmodellierung ist die Verwendung proprietärer Darstellungstechniken eher unüblich.³⁹⁸ Hingegen wird der Strategie gefolgt, geeignete Sprachen zur Informationsmodellierung auszuwählen und bei Bedarf anzupas-

³⁹² Vgl. Schmitz, H. (1997), S. 128, Schlagheck, B. (2000), S. 11 f., Scheer, A.-W. (1998), S. 99 f.

³⁹³ Die Nähe zur Implementierung ist auch historisch bedingt, da die Objektorientierung aus dem Bereich der Programmierung stammt. Zu einer historischen Einführung vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 8-10. Typische Anwendungen sind objektorientierte Programmiersprachen und Datenbanken. Zu Einführungen informatischer Konzepte vgl. insbesondere Wegner, P. (1990), S. 8 ff.

³⁹⁴ Vgl. Balzert, H. (2000), S. 156 ff., Schwegmann, A. (1999), Alpar, P. et al. (2000), S. 250 f. u. S. 30 ff., Schlagheck, B. (2000), S. 10 ff.

³⁹⁵ Auch andere Merkmalskataloge sind zu finden, die aber im Wesentlichen die hier dargestellten Aspekte treffen. Vgl. Wegner, P. (1987), S. 168. Bei Nichterfüllung aller Mechanismen werden – wiederum merkmalspezifisch – differenzierte Bezeichnungen gefunden (z. B. objektbasiert, klassenbasiert). Zu strikten Abgrenzungen in diesem Sinne vgl. Wegner, P. (1987), S. 169 f., Wegner, P. (1990), S. 26 ff.

³⁹⁶ Die Merkmale der Persistenz und Nebenläufigkeit sind für Informationsmodelle wegen fehlenden Laufzeitverhaltens irrelevant. Die anderen Merkmale stellen Gütemerkmale dar, die allerdings nicht essenziell mit der Orientierung am Strukturmuster des Objektes verknüpft sind.

³⁹⁷ Populär ist die *Unified Modelling Language (UML)*, in der als Standardisierungsinitiative auch anfänglich heterogene Strömungen zusammenlaufen sowie insbesondere im deutschsprachigen Raum die *SOM-Architektur*, die einen umfassenden Ansatz zur objektorientierten Unternehmensmodellierung bietet. Zu UML vgl. Balzert, H. (2001), S. 1 f. und die Ausführungen in Kapitel 4.3.3.3, S. 122. Zur *SOM-Architektur* vgl. Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (1993), Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (1995), S. 216.

³⁹⁸ Als *proprietär* sind Sprachen zu bezeichnen, die eigens für die Referenzmodellierung entwickelt wurden. Als ein Beispiel sind die von LANG vorgeschlagenen Referenzprozessbausteine zu nennen, vgl. Lang, K. (1997), insbes. S. 32 ff.

sen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Verwendung von Sprachen in der Referenzmodellierung auf eine – gegenüber der Konstruktion von Anwendungsmodellen – besondere Situation trifft: Einerseits besteht aufgrund der Unabhängigkeit von einer einzelnen empirischen Bedarfssituation eine vergleichsweise hohe Wahlfreiheit hinsichtlich der zu verwendenden Sprache; andererseits ist eine Sprache zu wählen, die nach Möglichkeit sowohl sämtlichen im Einzelfall anzutreffenden individuellen Anforderungen gerecht wird (Subjektivitätsmanagement) als auch Techniken zur Unterstützung der Wiederverwendung des Referenzmodells bietet (Variantenmanagement).

Diese Ausgangssituation erklärt, dass Darstellungstechniken der Referenzmodellierung durchaus typische Profilmerekmale aufweisen. Darüber hinaus zeigen auch die zum Varianten- und Subjektivitätsmanagement vorgeschlagenen Techniken in objektorientierten und nicht-objektorientierten Ansätzen ein gemeinsames Grundmuster auf.

Typische Profilmerekmale

Für die Konstruktion von Referenzmodellen besteht grundsätzlich ein differenzierter Bedarf an Darstellungstechniken. Zu gestalten sind damit Methodensysteme, in denen spezifische Sprachen zusammengestellt werden, die z. B. auf die Beschreibung einzelner Sichten (z. B. Eigenschafts-, Verhaltenssicht), Abstraktionsniveaus und Schichten (Gegenstands-, Inhalte-, Darstellungsschicht) hin konstruiert sind. Innerhalb dieses Spektrums konzentrieren sich Darstellungstechniken zur Referenzmodellierung im State-of-the-Art maßgeblich auf die Darstellungsschicht. Thematisiert werden Sprachen der Informationsmodellierung sowie ergänzende Darstellungstechniken (vgl. Abb. 35).³⁹⁹

Merkmal	Ausprägung		
	Aspektspezifisch		Aspektübergreifend
Formalität	Formal	Semi-formal	Unformal
Erweiterbarkeit	Nicht erweiterbar	Kontrolliert erweiterbar	Frei erweiterbar
Ebenenbezug	Fachkonzept	DV-Konzept	Implementierung

Legende
 Verstärkt zutreffende Merkmalsausprägung

Abb. 35: Typisches Profil von Sprachen zur Referenzmodellierung

Die verwendeten Sprachen der Informationsmodellierung bewegen sich auf Fachkonzeptebene und sind als semi-formal und (system-)aspektspezifisch zu kennzeichnen. Die Orientierung an der *Fachkonzeptebene* sichert ein kritisches Maß an Technologieunabhängigkeit (Essenz vs. Inkarnation) und fördert damit sowohl die Übertragung des Modells auf wechselnde Kontextfaktoren als auch dessen Robustheit gegenüber zeitlichen Änderungen. Die Verwendung formaler Darstellungen kann zwar die Exaktheit des Referenzmodells erhöhen, grenzt jedoch zugleich den Adressatenkreis auf diejenigen Nutzer ein, die eine entsprechend formale Darstellung präferieren. Um einen Ausgleich beider Interessen zu schaffen, werden Referenzmodelle überwiegend mit *semi-formalen* Sprachen beschrieben. Da allerdings Nutzer von Referenzmodellen selbst die Rolle eines Konstrukteurs aus-

³⁹⁹ Vgl. auch Zelewski, S., Schütte, R., Siedentopf, J. (2001), S. 194, die ebenfalls feststellen, dass aufgrund der mangelnden Festlegung von Sprachen zumeist formale und natürlichsprachliche Ausdrucksmittel miteinander kombiniert werden, ohne dass jedoch Regeln für die Wahl der Typen erkennbar wären.

üben, ist ihrerseits eine – gegenüber Nutzern von Anwendungsmodellen – höhere Methodenkompetenz vorauszusetzen.⁴⁰⁰ Für Zwecke der Anpassung sollten Sprachen kontrolliert erweiterbar sein. Spezifischer Anpassungsbedarf ergibt sich zum einen zur Erhöhung der allgemeinen Modellqualität. Zum anderen wird in Methodensystemen zur Komplexitätsreduktion zumeist eine Dekomposition der Darstellung vorgenommen, sodass sich die Sprachanwendung auf einzelne Sichten konzentriert.

Mit der Auswahl relevanter Sichten eines Referenzmodells ist zu gewährleisten, dass der Gegenstand hinsichtlich der Zweckerfüllung möglichst vollständig beschrieben wird. Ein Standard kann diesbezüglich aus dem Strukturmuster für Systemaspekte abgeleitet werden, das unter Berücksichtigung des Sprachprofils von Referenzmodellen einen Anhaltspunkt über die Vollständigkeit⁴⁰¹ gegenüber der Systemtechnik liefert.⁴⁰²

*Die Darstellung eines Referenzmodells ist **gegenüber der Systemtechnik vollständig**, sofern es einen Gegenstand zumindest hinsichtlich der als relevant erachteten Eigenschafts- und Verhaltensdeklarationen und -strukturen beschreibt.*

Die Verwendung mehrerer Darstellungstechniken erfordert deren Integration, die auf Basis der zugrunde liegenden Metamodelle herzustellen ist:⁴⁰³

*Die Darstellungstechniken eines Referenzmodells sind **integriert**, sofern ihre Metamodelle so miteinander verbunden sind, dass einzelne Darstellungen zu einem Ganzen aufeinander abgestimmt werden.*

Auch Beiträge zur Entwicklung von Darstellungstechniken zur Referenzmodellierung konzentrieren sich auf Sprachen zur Beschreibung von Verhaltens- und Eigenschaften auf Typebene und entwickeln Techniken für das Variantenmanagement. Für das Subjektivitätsmanagement wird zudem die Erweiterung der Darstellungstechniken nach Maßgabe subjektbedingter Bedarfe vorgenommen. In beiden Bereichen können grundlegende Gestaltungsprinzipien identifiziert werden.

Variantenmanagement

Für das Variantenmanagement werden Techniken benötigt, die eine Darstellung von Modellen unter Berücksichtigung von Konstruktionsbeziehungen zwischen Build- und Runtime ermöglichen (Variantendarstellung).⁴⁰⁴ Die eingeführten Grundprinzipien des Variantenmanagements prägen auch die hierzu erforderlichen sprachlichen Erweiterungen (vgl. Abb. 36).

⁴⁰⁰ Zum Kompetenzbegriff vgl. Fn. 375.

⁴⁰¹ Der Begriff der Vollständigkeit konkretisiert sich hier vor dem Hintergrund des Strukturmusters von Systemaspekten einerseits und dem hier identifizierten Sprachprofil andererseits. Wegen letzterem ist die Vollständigkeit anhand der Merkmalsstruktur festzumachen.

⁴⁰² Dementgegen werden Referenzmodelle stellenweise auch bereits terminologisch auf Verhaltensmodelle, speziell Geschäftsprozesse, eingeschränkt. Vgl. GiPP (Vorhaben) (1998), Jung, J., Kirchner, L. (2001), S. 8.

⁴⁰³ Vgl. z. B. Nissen, H. W. et al. (1996), S. 39–46, Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 5.

⁴⁰⁴ Die Erweiterungen der Darstellungstechniken im State-of-the-Art gehen von der Umsetzung des Variantenmanagements auf Basis der Konstruktionstechnik der Konfiguration im Sinne SCHÜTTES aus. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 207. Im methodenbezogenen Aspekt der verteilten Referenzmodellierung wird indes eine Entkopplung des Variantenmanagements von der Konstruktionstechnik vollzogen.

		Entscheidungslogik		
		Junktoren	Antivalenz (XOR)	Disjunktion (IOR)	Entscheidungstabelle (ET)
Entscheidungsebene	Buildtime (B)	XOR _B	IOR _B	ET _B
	Runtime (R)	XOR _R	IOR _R	ET _R
	Buildtime oder Runtime (BR)	XOR _{BR}	IOR _{BR}	ET _{BR}

Abb. 36: Dimensionen der Wahlfreiheit von Beziehungen zwischen Informationsobjekten in der Variantendarstellung

Referenzmodelle werden auf Buildtime-Ebene beschrieben, wobei zur Kennzeichnung der Optionalität von Modellteilen sprachspezifisch *Junktoren*⁴⁰⁵ eingeführt werden.⁴⁰⁶ Diese Junktoren stellen Sprachkonstrukte dar, die andere Sprachkonstrukte so verbinden, dass Aussagen formuliert werden, hinsichtlich deren Konfiguration Wahlfreiheit besteht. Zugleich spezifizieren sie den Typ und den Zeitpunkt der Wahlentscheidung, sodass folgende Fälle vorliegen:

- (1) **Entscheidungslogik:** Die Entscheidungslogik gibt an, nach welcher aussagenlogischen Beziehung die Entscheidung zu erfolgen hat. Die Operatoren werden in Anlehnung an die Junktoren der Logik als Disjunktion IOR und Antivalenz XOR unterschieden.⁴⁰⁷ Komplexere Entscheidungsregeln sind in Entscheidungstabellen ET auszulagern.⁴⁰⁸

⁴⁰⁵ Junktoren (syn. Konnektive) sind Verknüpfungszeichen der Logik. Da sie in der Literatur uneinheitlich bezeichnet werden, sind die verwendeten Junktoren explizit einzuführen. Grundformen von Junktoren sind die *Konjunktion* (logisches UND, „ \wedge “), die *Disjunktion* (logisches ODER, „ \vee “) und die *Implikation* (logische Folgerung, „ \rightarrow “) als zweistellige Verknüpfung sowie die *Negation* (logische Verneinung, „ \neg “) als einstellige Verknüpfung. Vgl. z. B. Czermak, J. (1980), S. 44. Für die Verknüpfung von Aussagen in Informationsmodellen ist eine Differenzierung zwischen einem *inklusive* und *exklusiven* Oder von Bedeutung. Diesbezüglich divergiert die verwendete Terminologie. SCHÜTTE bezeichnet den speziellen Fall des *exklusiven* Oders als *Disjunktion* und grenzt das *inklusive* Oder als *Adjunktion* ab. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 261, gefolgt von Schwegmann, A. (1999), S. 73, Schlagheck, B. (2000), S. 66. Auch in Arbeiten zur Wissenschaftstheorie finden sich Einführungen der Disjunktion als exklusives Oder und der Adjunktion als inklusives Oder. Vgl. Lorenzen, P. (2000), S. 57 f., Kamlah, W., Lorenzen, P. (1996), S. 154 ff. In der Booleschen Algebra wird hingegen die Bezeichnung *Disjunktion* zur Kennzeichnung des inklusiven Oders (IOR) verwendet und im Fall des exklusiven Oders (XOR) von einer *Antivalenz* gesprochen. Vgl. z. B. Stöcker, H. (Hrsg.) (1993), S. 704 f., S. 707. Da die Symbole IOR und XOR in der Informationsmodellierung im Sinne logischer Verknüpfungoperatoren verwendet werden, erscheint es angemessen, die in der Booleschen Algebra gebräuchliche Terminologie zu verwenden.

⁴⁰⁶ Zur Einführung von Junktoren in Datenmodellen vgl. z. B. Kurbel, K. (1993), S. 54 ff. Zu ihrer Einführung für das Variantenmanagement vgl. Schütte, R. (1998), S. 261 und die dort zitierte Literatur.

⁴⁰⁷ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 261 ff., Schwegmann, A. (1999), S. 73 ff., Schlagheck, B. (2000), S. 66 ff. Da in der Variantendarstellung Alternativen zu repräsentieren sind, ist dem logischen UND keine Bedeutung beizumessen.

⁴⁰⁸ Entscheidungstabellen für die Variantendarstellung in Datenmodellen werden von SCHÜTTE vorgeschlagen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 267 ff. Zu bemerken ist, dass sie einen Sonderfall darstellen, der nicht von allen Autoren gesehen wird. SCHWEGMANN führt sie lediglich in IOR- und XOR-Beziehungen ein. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 73 ff. SCHLAGHECK grenzt seine Ausführungen explizit vom ET-Operator bei SCHÜTTE ab, nimmt allerdings keine Wertung vor. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 66.

- (2) **Entscheidungsebenen:** Für jedes einzelne Informationsobjekt ist anzugeben, wann über die Beteiligung im Verbindungsobjekt zu entscheiden ist. Ein B signalisiert, die Entscheidung auf Buildtime-Ebene, ein R auf Runtime-Ebene und ein BR entweder auf Build- oder auf Runtime-Ebene zu fällen.
- (3) **Ableitungsregeln:** Über die Beschreibung optionaler Aussagen auf Buildtime-Ebene hinaus sind auch die Regeln darzustellen, nach denen eine Ableitung von Modellen auf die Ebene der Runtime zu erfolgen hat. Diese haben eine Vorschrift zu liefern, die exakt angibt, wie ein spezifisches Modell als Variante des Referenzmodells zu gewinnen ist. Vorgeschlagen wird eine merkmalsorientierte Vorgehensweise, in der Konfigurationen in Abhängigkeit von Merkmalsausprägungen vorzunehmen sind.

Subjektivitätsmanagement

Für das Subjektivitätsmanagement sind Techniken zur integrierten Darstellung alternativer Perspektiven bereitzustellen, für die drei Ausgangssituationen zu unterscheiden sind: (a) Die Darstellung einer Perspektive erfolgt unter Anwendung einer bereits im Methodensystem integrierten Darstellung (z. B. durch perspektivenspezifisches Abstraktionsniveau), (b) sie erfordert die Selektion und Integration einer weiteren Darstellungstechnik in das Methodensystem (z. B. Organigramm) oder (c) sie verlangt die Entwicklung einer zusätzlichen Darstellungstechnik (z. B. RMK-Diagramm⁴⁰⁹).

Die in Fall (a) vorzunehmende perspektivenspezifische Aufbereitung kann standardisiert werden, indem zu einzelnen Darstellungstechniken perspektivenspezifische Metamodelle konstruiert werden. Werden unter Berücksichtigung von Fall (b) zugleich mehrere dieser Metamodelle in – ebenfalls perspektivenspezifischen – zusammengestellten Methodensystemen integriert, entstehen (perspektivenspezifische) Darstellungsselektionen von (perspektivenspezifischen) Darstellungstechniken.⁴¹⁰

Die Konstruktion entsprechender Metamodelle leistet sowohl die Integration von Darstellungstechniken als auch deren perspektivenspezifische Aufbereitung. Dabei wird zwar der Spielraum der Aufbereitung einer Perspektive auf die zwischen den Metamodellen auszudrückenden Beziehungen begrenzt, es entfällt aber die Notwendigkeit der expliziten Kennzeichnung einzelner Aussagen hinsichtlich ihrer Perspektivenzugehörigkeit. Im Fall (c) kann darüber hinaus ein für die Referenzmodellierung spezifischer Gestaltungsbedarf erwachsen. Da sich Darstellungstechniken der Referenzmodellierung aber prinzipiell an herkömmlichen Ausführungen zur Informationsmodellierung orientieren, ist dieser Fall eher selten.⁴¹¹

In der Konkretisierung dieses Profils beziehen sich einzelne Beiträge zur Referenzmodellierung auf spezielle Methodensysteme. In nicht-objektorientierten Ansätzen dominieren Arbeiten zur *Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS)*, in objektorientierten Ansätzen hingegen solche zur *Unified Modelling Language (UML)*. Beide Methodensysteme bieten sichtenspezifische Darstellungstechniken, die in der Referenzmodellierung jeweils selektiv genutzt und für die geschilderten Konstruktionsanforderungen angepasst werden.

⁴⁰⁹ Das *Referenzmodellkomponenten-Diagramm (RMK-Diagramm)* wird zur Strukturierung der im methodenbezogenen Gestaltungsbereich der verteilten Referenzmodellierung eingeführten Referenzmodellkomponenten vorgestellt. Vgl. Kapitel 6.2.2.3 dieser Arbeit.

⁴¹⁰ BECKER ET AL. verwenden in diesem Zusammenhang den Begriff der *Metamodellprojektion*. Vgl. Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 5.

⁴¹¹ Vgl. die von BECKER ET AL. vorgestellten Perspektiven für das Subjektivitätsmanagement in der Referenzmodellierung. Die Darstellungstechniken umfassen Organigramme, Fachbegriffsmodelle, Anwendungsarchitekturen, Ereignisgesteuerte Prozessketten und Entity-Relationship-Modelle, vgl. Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 6.

Die folgenden Ausführungen stellen den Entwicklungsstand relevanter Darstellungstechniken beider Methodensysteme in der Referenzmodellierung vor. Den Ausgangspunkt bildet die Selektion relevanter Darstellungstechniken innerhalb der Systeme, der sich eine knappe Einführung ihrer originären Syntax anschließt.⁴¹² Zu vertiefen sind – neben der Vorstellung grundlegender Anpassungen zur Förderung der Modellqualität – spezielle Erweiterungen zur Variantendarstellung. Ihre detaillierte Untersuchung dient sowohl zur Identifikation von Schwachstellen als auch zur Weiterentwicklung der Darstellungstechniken, die für Maßnahmen zur Steigerung der Effektivität und Effizienz der Konstruktionsprozesse vorzunehmen sind. Als Beispiel für ergänzende Darstellungstechniken wird der Einsatz von Ordnungsrahmen untersucht.

4.3.3.2 Entity-Relationship-Diagramm und Ereignisgesteuerte Prozesskette der Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS)

Die Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) ist ein Methodensystem⁴¹³ zur sichten- und entwicklungsebenenspezifischen Darstellung von Informationssystemen. In der ursprünglichen Version⁴¹⁴ werden als analysierende Sichten die (Aufbau-)Organisations-, Funktions- und Datensicht unterschieden, die in der *Steuerungssicht* synthetisiert werden. Die Darstellung erfolgt ausgehend von der betriebswirtschaftlichen Problemstellung je Sicht auf den Ebenen des *Fachkonzepts*, *DV-Konzepts* und der *Implementierung* (vgl. Abb. 37).⁴¹⁵

Entsprechend des Sprachprofils werden in der Referenzmodellierung Sprachen der Fachkonzeptebene genutzt. Das *Y-CIM-Modell* von SCHEER wird auf dieser Ebene in allen Sichten beschrieben.⁴¹⁶ Die Konstruktion der Organisationssicht anhand von Organigrammen ist jedoch für die mit Referenzmodellen avisierte Wiederverwendung eher wenig geeignet: Erstens setzt die in der aufbauorganisatorischen Gestaltung vorzunehmende Institutionalisierung die inhaltlich-funktionale Aufgabengestaltung voraus und ist daher als ergänzende Beschreibung einzustufen, deren eigenständiger Beitrag begrenzt ist; zweitens ist die Institutionalisierung besonders stark von situativen Kontextfaktoren abhängig⁴¹⁷ und daher – auch unter Berücksichtigung eines Variantenmanagements – nur auf einem hohen Abstraktionsniveau repräsentativ zu beschreiben.⁴¹⁸

⁴¹² Die Darstellungstechniken sind im Schrifttum der Wirtschaftsinformatik bereits umfassend dargestellt. Ihre Einführung wird daher hier auf die für die Referenzmodellierung relevanten Aspekte konzentriert.

⁴¹³ Der Begriff des Methodensystems ist in den Grundlagen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 3.3.2.1 dieser Arbeit.

⁴¹⁴ Erweiterungen betreffen etwa die Hinzunahme einer Leistungssicht sowie die Aufnahme zusätzlicher Sprachen in einzelnen Sichten. Vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 33 ff.

⁴¹⁵ Vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 41 sowie Scheer, A.-W. (2001), S. 21 ff.

⁴¹⁶ Vgl. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 92 ff.

⁴¹⁷ Die Kontextabhängigkeit betonen *situative Ansätze* der Organisationstheorie. Vgl. Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 47 ff. sowie die Ausführungen in Kapitel 3.3.5, S. 90. Die Auffassung, dass aufbauorganisatorische Gestaltungen der Aufgabenbildung nachgelagert sind, wird z. B. durch das *Analyse-Synthese-Konzept* von KOSIOL gestützt, vgl. Kosiol, E. (1976), S. 42-99 sowie die Ausführungen in Kapitel 5.1.1.3 dieser Arbeit.

⁴¹⁸ Ein Beispiel hierzu liefert das „Referenzmodell einer funktionsorientierten Aufbauorganisation“ von SCHEER. Vgl. Scheer, A.-W. (Referenzmodelle) (1997), S. 30. Der Abstraktionsgrad kann im Einzelfall derart zu steigern sein, dass Nutzer in der Wiederverwendung des Referenzmodells einen unwesentlichen Beitrag zur Unterstützung ihres Konstruktionsprozesses sehen und daher von der Nutzung absehen.

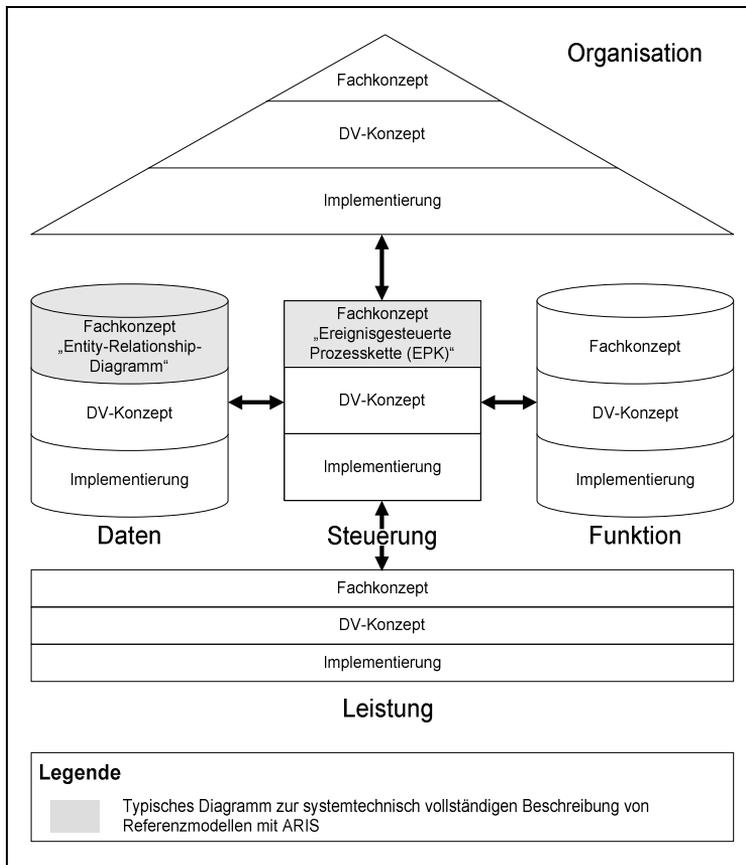


Abb. 37: Darstellungstechniken der Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) für die Referenzmodellierung

Das *Handels-H-Modell* von BECKER/SCHÜTTE verwendet entsprechend Darstellungen für die Funktions-, Daten- und Steuerungssicht.⁴¹⁹ Die in der Steuerungssicht anzufertigenden Prozessmodelle und die Funktionsmodelle beschreiben jeweils Verhaltensaspekte des Systems. Während in Funktionsdekompositionsdiagrammen eine hierarchische Strukturierung von Verhaltensdeklarationen vorgenommen wird, erfolgt diese in Prozessmodelldarstellungen entsprechend ihrer zeitlich-sachlogischen Abfolge. Zudem stehen Funktion und Prozess zueinander in einem durch das hierarchische Systemkonzept zu erklärenden perspektivischen Verhältnis. Demnach kann jede Funktion verfeinert als Prozess und jeder Prozess verdichtet als Funktion betrachtet werden.

Notwendig zur vollständigen Beschreibung gegenüber der Systemtechnik sind damit Darstellungstechniken der Steuerungs- und Datensicht. Methodenbezogene Arbeiten zur Referenzmodellierung liegen in der Steuerungssicht zu *Ereignisgesteuerten Prozessketten* (EPK-Diagrammen) und in der Datensicht zu *Entity-Relationship-Diagrammen* (ER-Diagrammen) vor.

⁴¹⁹ Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 12.

ER-Diagramm

Das ER-Diagramm dient der Beschreibung von Eigenschaften auf Typebene.⁴²⁰ Die grundlegenden Sprachkonstrukte werden in Abb. 38 zusammengefasst und anhand eines Beispiels demonstriert.

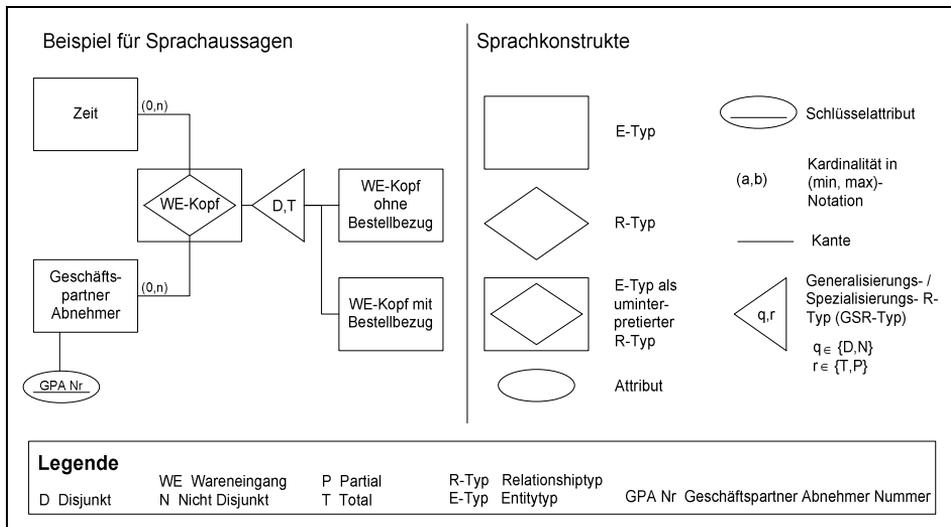


Abb. 38: Sprachkonstrukte eines Entity-Relationship-Diagramms⁴²¹

Relevante Sprachkonstrukte für die Referenzmodellierung sind *Entitytypen* (E-Typen) als Abstraktionen von Gegenständen (Entities) und *Relationshiptypen* (R-Typen) als Abstraktionen von den zwischen den Gegenständen bestehenden Beziehungen (Relationships).⁴²² Darstellungen mit ER-Diagrammen werden als Entity-Relationship-Modelle (ER-Modelle) bezeichnet. E-Typen und R-Typen werden über *Kanten* miteinander verbunden und hinsichtlich der minimalen und maximalen Beteiligungshäufigkeit von Entities im Relationshipstyp spezifiziert (Kardinalität).⁴²³ R-Typen können zu E-Typen uminterpretiert werden und selbst über R-Typen mit anderen E-Typen in Beziehung stehen. *Generalisie-*

⁴²⁰ Die Darstellungsweise ist auf CHEN zurückzuführen. Vgl. Chen, P. P. (1976). ER-Diagramme liegen heute in einer stark geänderten Form vor. So werden in früheren Arbeiten etwa auch uminterpretierte R-Typen sowie GSR-Typen als Erweiterungen diskutiert, die heute zum Standard zählen. Vgl. Jarke, M. (1992), S. 167. Zu Erweiterungsvorschlägen vgl. auch Webre, N. W. (1983), S. 173 ff. Heute haben sich unterschiedliche sprachliche Varianten entwickelt. Zu nennen sind z. B. das *Structured-Entity-Relationship-Modell (SERM)*, vgl. Sinz, E. J. (1987), sowie die in der Standardsoftware SAP verwendete Form des *SAP-SERM*. Vgl. hierzu Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 37 ff. Zu einer Einführung in dem hier verfolgten Sinne vgl. maßgeblich Vossen, G. (2000), S. 80 ff., Becker, J. (1996), S. 99 ff., Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 31 ff.

⁴²¹ Das Beispiel ist Teil des Datenmodells Wareneingang im Referenzmodell für Handelssysteme von BECKER/SCHÜTTE, vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 214. Das Modell wurde zur Veranschaulichung um ein exemplarisches Schlüsselattribut erweitert.

⁴²² Weitere Informationsobjekte sind die *Domäne*, *Attribute* und *Schlüsselattribute*, denen allerdings für die Referenzmodellierung eine geringere Bedeutung beigemessen wird. Zu einer Bewertung von Konstrukten zur Referenzdatenmodellierung vgl. Schütte, R. (1998), S. 96 ff.

⁴²³ Kardinalitäten werden in ER-Diagrammen unterschiedlich angegeben. Die Angabe der minimalen und maximalen Beteiligungshäufigkeit entspricht der sog. *(min-max)-Kardinalität*. Vgl. hierzu Schlageter, G., Stucky, W. (1983), S. 50 f. Die hier durch die Beteiligungshäufigkeit konkretisierte *Leserichtung* wird in einigen Arbeiten auch gerade komplementär verwendet. Zum hier verfolgten Ansatz vgl. auch Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 33. Allerdings ist die Beteiligungshäufigkeit des Entities an einem Relationshipstyp und nicht an einem Relationship zu bemessen, da diese höchstens den Wert eins annehmen kann.

rungs-/Spezialisierungsbeziehungen (GSR-Typen) werden syntaktisch besonders behandelt.

Allgemeine Anpassungen der ER-Diagramme in der Referenzmodellierung werden zur Layoutgestaltung vorgeschlagen. Im Folgenden werden Regeln zur Schreibrichtung sowie die Einführung „kleiner R-Typen“ berücksichtigt:

- (1) **Schreibrichtung:** In Anlehnung an die Empfehlung von SINZ, ER-Modelle zu strukturieren, wird eine horizontale Anordnung der Informationsobjekte von links nach rechts mit zunehmender Existenzabhängigkeit vorgenommen.⁴²⁴
- (2) **Kleine R-Typen:** In der Darstellung von Referenzmodellen besitzen einige R-Typen eine tragende Bedeutung („große R-Typen“)⁴²⁵, während andere primär zur Verknüpfung von E-Typen eingefügt werden, selbst aber aus zweckspezifischer Sicht im Kontext keine wesentliche Identität erlangen („kleine R-Typen“). Als Namenskonvention wird eingeführt, einen solchen R-Typen zwischen n Entitytypen E_1, \dots, E_n als $E_1\text{-}E_2\text{-}\dots\text{-}E_n\text{-}ZuO$ zu bezeichnen. Wegen der Standardisierung kann somit auf die Nennung des Namens verzichtet und die Raute verkleinert gezeichnet werden. Die Entscheidung, Relationstypen als *klein* oder *groß* zu klassifizieren, ist perspektiven-spezifisch zu treffen und kann somit auch zwischen Modellen wechseln.⁴²⁶

Für die Variantendarstellung wird Wahlfreiheit hinsichtlich der Beteiligung von E-Typen an R-Typen geboten, wobei sämtliche allgemein abgeleiteten Junktoren zu berücksichtigen sind. Für die Darstellung schlägt SCHÜTTE die Einführung eines spezifischen R-Typen vor, der zusätzlich zur Speicherung der Relationen auch die Optionalität der Beziehung ausdrückt (vgl. Abb. 39).⁴²⁷

Bei der Anwendung der Sprachkonstrukte sind Regeln zu beachten: (a) Die Kante, die einen E-Typen mit einem R-Typen verbindet ist hinsichtlich der Ebene zu beschriften, auf der über ihre Gültigkeit zu entscheiden ist (BR, R, B); (b) E-Typen, die optional in einen R-Typen eingehen, werden mit diesem durch eine gestrichelte Kante verbunden. Ist der Typ der Wahlfreiheit implizit einwertig, so wird auf dessen Angabe verzichtet.⁴²⁸

⁴²⁴ Vgl. hierzu Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 77. Kritisch anzumerken ist indes, dass hierin keine allgemeine Regel zu sehen ist. Mit zunehmendem Umfang des Datenmodells folgt eine Tendenz zur Linearisierung der Darstellung. Zudem wird die Möglichkeit einer kontextsensitiven Clusterung von Informationsobjekten genommen. Die Modellklarheit wird insgesamt stark reduziert. In den für die verteilte Referenzmodellierung einzuführenden Referenzmodellkomponenten (RMK) tendiert die Darstellung zu semantisch abgeschlossenen kleineren Modellen. Die Layoutempfehlung erhöht daher die Klarheit.

⁴²⁵ Hierzu sind z. B. Relationstypen zu zählen, die eine spätere Uminterpretation erfahren. Die Umkehrung ist allerdings nicht zu treffen, da die Uminterpretation nur mittelbar auf die wahrgenommene Relevanz eines Relationstypen deutet. Auch andere Relationstypen, denen eine vergleichbare Bedeutung beizumessen ist, auf denen aber selbst keine Beziehung modelliert wird, sind zu großen Relationstypen zu zählen.

⁴²⁶ Die Differenzierung der Darstellung wird als vorteilhaft angesehen, da die durch die Klarheit erzielten Vorteile die mit der Komplexitätserhöhung verbundenen Nachteile überkompensieren. Auch die Modellierungspraxis belegt diese Einschätzung. Zur intuitiven Verwendung kleiner Relationstypen vgl. z. B. die Entity-Relationship-Modelle bei Becker, J., Schütte, R. (1996). Sehr deutlich wird der Nutzen z. B. im Datenmodell „Belegstruktur im Distributionsprozess“, vgl. Becker, J., Schütte, R., S. 291. Das Konstrukt findet sich auch bei den Arbeiten von Schütte, R. (1998), z. B. S. 193. Durchweg große Relationstypen verwenden Wiese, J. (2000), S. 149 ff., Holten, R. (1999), S. 71 ff. Teilweise wird auch nur von einer Namensgebung abgesehen, vgl. Allweyer, T. (Geschäftsprozesse) (1998), z. B. S. 137. Die Verwendung wird daher hier expliziert.

⁴²⁷ Zur Technik der Konfiguration von ER-Modellen im Variantenmanagement vgl. im Folgenden Schütte, R. (1998), S. 261-276.

⁴²⁸ Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 74, der Beispiele aufzeigt, in denen sowohl die Optionalität einer Kante, deren Kennzeichnung als B, R oder BR als auch die Kennzeichnung des R-Typs als XOR, IOR oder ET entfällt. Letzteren Fall sieht auch SCHÜTTE, rät aber im Gegensatz zu SCHWEGMANN aus Gründen der Einheitlichkeit dazu, die Kennzeichnung vorzunehmen.

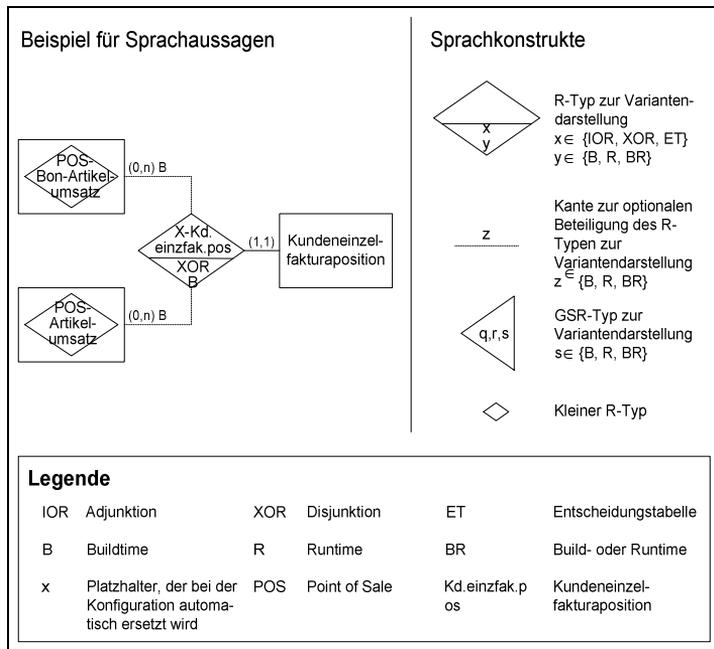


Abb. 39: Erweiterungen der ER-Diagramme für die Referenzmodellierung⁴²⁹

Zur Abstimmung der im R-Typen und an der Kante spezifizierten Entscheidungsebene werden Integritätsbedingungen vorgesehen: (a) Existiert nur eine optionale Beziehung und sind mindestens zwei weitere, nicht fakultative E-Typen an der Beziehung beteiligt, muss die Kennzeichnung dieser Kante mit der des R-Typen übereinstimmen; (b) bei einem n-ären mit BR gekennzeichneten R-Typen, der zwei eingehende Kanten besitzt, kann eine der beiden durch ein R oder BR und die andere durch ein B markiert sein; (c) in einem mit B gekennzeichneten R-Typen darf keine beteiligte Kante eine andere Notation als die eines B besitzen.

Für Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehungen ist nicht nur die Beteiligung von E-Typen im R-Typen wahlfrei zu gestalten; auch mit der Art der Spezialisierung (D/N, T/P) werden unterschiedliche Beteiligungsverhältnisse der E-Typen konstruiert. Zusätzliche Möglichkeiten zur Konfiguration bestehen in einem Wechsel von nicht-disjunkter zu disjunkter ($N \rightarrow D$) sowie von partieller zu totaler ($P \rightarrow T$) Generalisierung/Spezialisierung. Bei der Variantenbildung kann die Anzahl der spezialisierten E-Typen (Subtypen) so weit reduziert werden, bis im Grenzfall – sofern nicht zur Buildtime eine totale Spezialisierung vorliegt⁴³⁰ – die Spezialisierungsbeziehung selbst eliminiert wird.

Ableitungsregeln werden unterschiedlich behandelt. Im Fall des ET-Operators dient die Entscheidungstabelle als Vorschrift. Ansonsten werden sie als Anmerkungen in das Modell hineingeschrieben, wobei angestrebt wird, eine Vereinheitlichung der Struktur zu erreichen.⁴³¹ Aussagen innerhalb dieser Struktur werden natürlichsprachlich formuliert. Wei-

⁴²⁹ Zum Beispiel vgl. Schütte, R. (1998), S. 271, das hier um die Kennzeichnung des R-Typen als XOR, B erweitert wurde.

⁴³⁰ In diesem Fall muss sich jedes Element des Supertypen in mindestens ein Element des Subtypen spezialisieren lassen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 269 f.

⁴³¹ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 276, der in Bedingungen und Aktionen gliedert. In anderen Modellen werden Beispiele und Bedingungen abweichend notiert und nummeriert. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 279.

tere Zusammenhänge werden durch Matrizen und Schattierungen in Modellen vorgenommen; teilweise unterbleibt die Angabe von Ableitungsregeln.⁴³²

Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK)

Die Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) wird zur Darstellung von Prozessmodellen verwendet.⁴³³ Die elementaren Sprachkonstrukte werden in Abb. 40 eingeführt und anhand eines Beispiels in der Anwendung veranschaulicht.

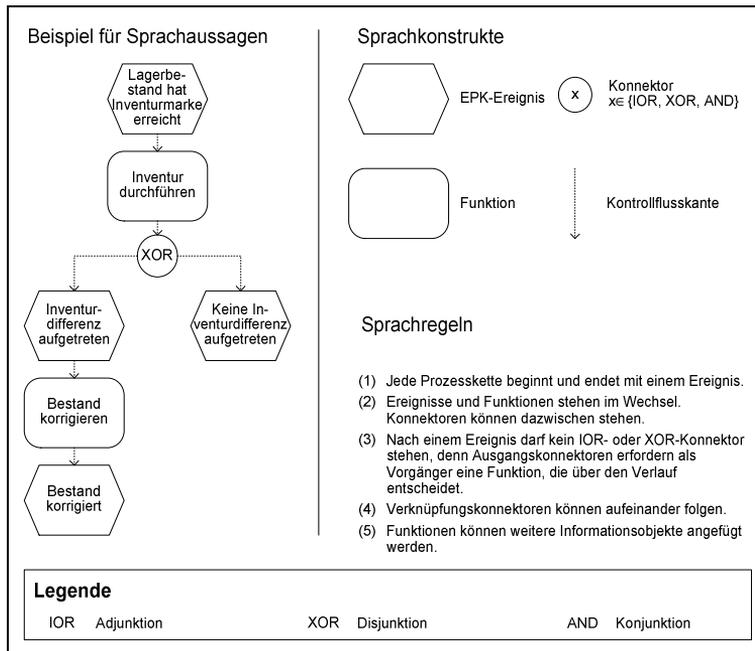


Abb. 40: Sprachkonstrukte und Regeln einer Ereignisgesteuerten Prozesskette

Sprachkonstrukte in der Grundform sind *EPK-Ereignisse* und *Funktionen*, die mit *Kontrollflusskanten* und logischen *Verknüpfungsoperatoren* in zeitlich-sachlogischer Abfolge angeordnet werden.⁴³⁴ EPK-Ereignisse sind das passive Element der EPK und beschreiben zugleich deren Zustände wie auch den Kontrollfluss.⁴³⁵ Funktionen hingegen sind das aktive Element, führen Zustandsveränderungen aus und sind demnach systemtechnisch als

⁴³² Vgl. Schütte, R. (1998), S. 263 f. sowie Schütte, R. (1998), S. 289.

⁴³³ Vgl. Keller, G., Nüttgens, M., Scheer, A.-W. (1992), Hoffmann, W., Kirsch, J., Scheer, A.-W. (1993). Zu Einführungen vgl. auch Grob, H. L., Volck, S. (1995), S. 604 ff. sowie Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 55 ff.

⁴³⁴ Zur Entwicklung eines sprachbasierten Metamodells zur EPK vgl. Rosemann, M. (1996), S. 106 ff., zur Darstellung des Modells speziell S. 122 f. In der Terminologie der Graphentheorie sind EPK als bipartite Graphen einzustufen, deren Knoten Ereignisse und Funktionen sind, die durch Kanten und Konnektoren als Verknüpfungsoperatoren verbunden werden. EPK sind auch als vereinfachte Form von Petri-Netzen zu interpretieren, für die Junktoren expliziert werden. Zur Abgrenzung vgl. Chen, R., Scheer, A.-W. (1994), Langner, P., Schneider, C. (1997), S. 479 ff., Schütte, R. (1998), S. 99 f., Wehler, J. (2000), S. 2.

⁴³⁵ Vgl. Keller, G., Nüttgens, M., Scheer, A.-W. (1992), S. 1, Priemer, J. (1995), S. 230 ff., Chen, R., Scheer, A.-W. (1994), S. 6 ff. Die Bezeichnung des EPK-Ereignisses wird von SCHÜTTE übernommen, zit. bei Schütte, R. (1998), S. 102. Sie steht im Kontext der Abgrenzung zwischen Ereignissen und Zuständen gegenüber den eingeführten Systemaspekten.

Verhaltensdeklarationen zu interpretieren.⁴³⁶ Eine kontrollierte Erweiterbarkeit der EPK ist dahingehend gegeben, dass zu jeder Funktion zusätzliche Aussagen angebracht werden können (eEPK).⁴³⁷ Hierzu sind adäquate Sprachkonstrukte für zusätzliche Aussagen (z. B. Organisationseinheit) einzuführen und hinsichtlich ihres Verbindungstyps zu Funktionen zu definieren.⁴³⁸ So wird in der ARIS-Architektur durch Verknüpfung von E- und R-Typen und Organisationseinheiten an die Funktionen der EPK die Integration der Sichten geleistet. Die in der Anwendung der EPK erzeugten Darstellungen werden in Analogie zu ER-Modellen als *EPK-Modelle* bezeichnet.

Für die Referenzmodellierung sind Erweiterungen von Bedeutung, die der Strukturierung von EPK dienen und damit zur Komplexitätsreduktion der Darstellung beitragen.⁴³⁹

Funktionsverfeinerungen und Prozesswegweiser: Mit zunehmender Größe der dargestellten Prozesse⁴⁴⁰ steigt der Bedarf an Konstrukten zur Strukturierung der Darstellung. Mit der *Funktionsverfeinerung* wird eine funktionale Dekomposition dargestellt, mit der eine Hierarchisierung der Prozessmodelle vorgenommen wird. *Prozesswegweiser* hingegen verketteten End- und Startereignisse verschiedener EPK und dienen damit der Partitionierung von Prozessen auf der gleichen Hierarchieebene.

Sequence- (SEQ) und Entscheidungstabellen (ET)-Operator: Je komplexer die Steuerungslogik des Prozessverlaufs ist, desto aufwändiger erweist sich deren Darstellung mit den als Grundelementen bereitgestellten Verbindungsoperatoren. Zur Vereinfachung sind spezielle Operatoren entwickelt worden. Der *SEQ-Operator* dient der Darstellung einer Situation, in der Funktionen unabhängig voneinander in beliebiger Reihenfolge, aber insgesamt vollständig auszuführen sind.⁴⁴¹ Eine Verallgemeinerung dieses Prinzips bietet der *ET-Operator*, der die Ablaufsteuerung gemäß einer separat dargestellten Entscheidungstabelle steuert.⁴⁴²

Die besondere Eigenschaft der EPK besteht in ihrer Einfachheit, die zum Teil durch Reduktion formaler Exaktheit geschaffen wird. Während sich das Ausmaß an Formalisierung für die Verwendung im breiten Einsatzspektrum der Informationsmodellierung als adäquat erweist, ist zur Konstruktion von Referenzmodellen tendenziell eine höhere formale Exaktheit angebracht. Die im Folgenden verwendeten Veränderungsvorschläge für die Referenzmodellierung werden in Abb. 41 zusammengefasst und in einem Beispiel für entsprechende Sprachaussagen veranschaulicht.

⁴³⁶ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 101 f.

⁴³⁷ Das „e“ steht für *erweitert* und kennzeichnet die Aufnahme optional zu verwendender Informationsobjekte in den Sprachumfang der EPK. Vgl. Fn. 433.

⁴³⁸ Typische Erweiterungen betreffen Nachrichten, Ziele, Umfelddaten, Anwendungssoftware, Organisationseinheiten, Maschinen und Computerhardware. Vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 18 ff. In der Leistungssicht werden insbesondere auch Sachleistungen aufgenommen, z. B. Material, geborgtes Material, gefrästes Material. Vgl. Scheer, A.-W. (2001), S. 166 ff. Für Reorganisationsprojekte können durch Beschreibung von Repräsentationsformen, wie Dokumenten, Speichermedien und Anwendungssystemen, oder Kommunikationsmedien, wie Telefon, E-Mail und Post, Optimierungspotenziale aufgezeigt werden. Für das Wissensmanagement werden Sprachkonstrukte für Wissensmerkmale, vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 63, und Wissensrepräsentationen, vgl. Grob, H. L., vom Brocke, J., Lahme, N. (2001), S. 6. eingeführt.

⁴³⁹ Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 82 ff., Schütte, R. (1998), S. 99 ff.

⁴⁴⁰ Die Größe ist hier auf Ebene der Modellrepräsentation zu verstehen. Auch wenn ein Gegenstandsbereich G1 größer als ein anderer G2 empfunden wird, kann G1 unter Anwendung von Selektions- oder Abstraktionsmechanismen durch ein Informationsmodell dargestellt werden, das über weniger Informationsobjekte verfügt als eines zu G2.

⁴⁴¹ Vgl. Priemer (1995), S. 270 f. Zu Interpretationen des SEQ-Operators vgl. auch Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 241 f., Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 89 f., Schütte, R. (1998), S. 247 f.

⁴⁴² Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 140-147 zum ET-Operator mit einfachen Entscheidungstabellen sowie Schütte, R. (1998), S. 248-250 zur Verwendung bei Verbundsituationen von Entscheidungstabellen.

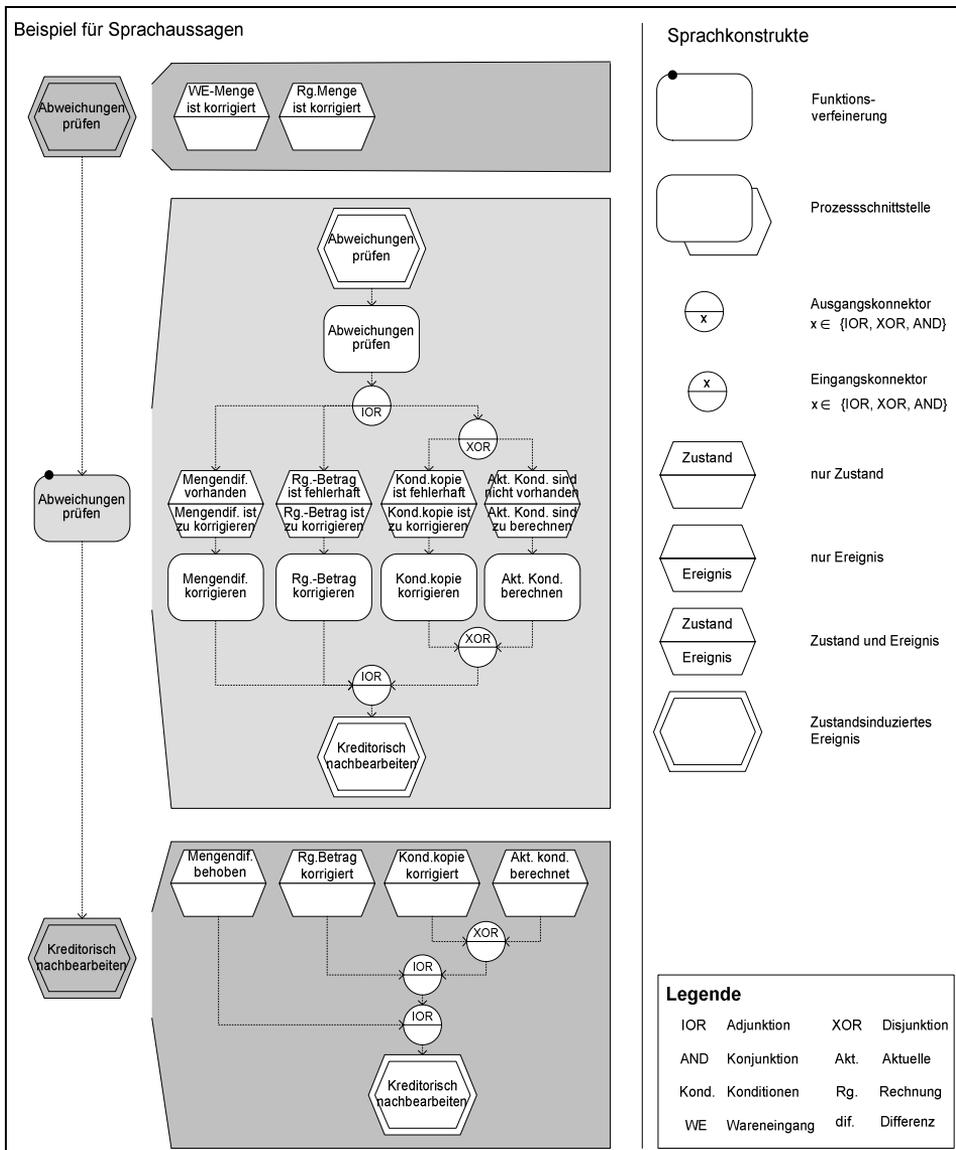


Abb. 41: Erweiterungen der Ereignisgesteuerten Prozesskette⁴⁴³

Eingangs- und Ausgangsoperatoren: Logische Operatoren besitzen eine Doppelbedeutung: Spalten sie einen Prozessverlauf in mehrere Teilstränge auf, dienen sie als Ausgangsoperatoren, fügen sie diese hingegen zusammen, liegen Eingangsoperatoren vor. Während der Eingangsoperator UND gerade der Synchronisation dient und den Prozessablauf damit restringiert, eröffnet das UND als Ausgangsoperator die Parallelisierung der

⁴⁴³ Das Beispiel erweitert den Prozess der Abweichungsprüfung auf hoher Abstraktionsebene (im oberen Teil der Abbildung) bei Schütte, R. (1998), S. 107.

Auszug aus: **Brocke, J. vom**, Referenzmodellierung, Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen, Berlin 2003.

Originalformat von: <http://www.wi.uni-muenster.de/aw/brocke/referenzmodellierung.pdf>.

Ausführung von Prozesssträngen. Die Bedeutungsunterschiede werden durch Einführung spezieller Sprachkonstrukte dargestellt (vgl. Abb. 41).⁴⁴⁴

Zustände und Ereignisse: EPK-Ereignisse werden zur Darstellung systemtechnisch unterschiedlicher Aspekte verwendet. Sie kennzeichnen sowohl den Zustand *nach* Ausführung einer Funktion (Bereitstellungsaspekt) als auch das ihr vorausgehende auslösende Ereignis (Auslöseaspekt).⁴⁴⁵ Der mit dieser Doppelbedeutung gegebene Interpretationsspielraum reduziert nicht nur die Klarheit der Darstellung, sondern führt auch zu Inkonsistenzen, die insbesondere dann vorliegen, wenn innerhalb einer Darstellung ein Bedeutungswechsel stattfindet. Zudem ist die Prozessbeschreibung systematischerweise lückenhaft, da mit jedem Ereignis nur entweder der Zustand oder der Zustandsübergangsauslöser dargestellt wird, jedem Zustandsübergang aber *beide* Aspekte vorausgehen. EPK-Ereignisse sind daher zweigeteilt in Zustände und Ereignisse zu differenzieren (vgl. Abb. 41), sodass ein Zustand-Ereignis-Konstrukt vorliegt.

Ereigniskumulierung: Während im linearen Prozessverlauf Zustände und Ereignisse – bis auf das Start- und End-EPK-Ereignis – im Wechsel folgen, kommt es bei Eingangsoperatoren zu einer Kumulierung von Zuständen, die differenziert zu betrachten ist: SCHÜTTE behandelt den Sonderfall, in dem das Ereignis gerade durch Vorliegen aller Zustände herbeigeführt wird bzw. gerade hierin besteht.⁴⁴⁶ Zur Darstellung dieses Sachverhalts wird ein doppelt umrandetes Ereignis als neues Informationsobjekt eingeführt.⁴⁴⁷ Grundsätzlich sind aber die kumulierten Zustände als bereitgestellter Zustand darzustellen, in dem auslösende Ereignisse erwartet werden. In diesem Fall entspricht die Struktur der Ablauflogik dem linearen Fall, insofern kein neues Symbol einzuführen ist. Das Ereignis ist in dem unteren Teil des Zustand-Ereignis-Konstrukts darzustellen.

Ereignishierarchisierung: Der Wirkungskreis konstruierter Zustände und Ereignisse ist nicht auf die Ablauflogik eines einzelnen Prozesses zu beschränken. Die eingeführten Konstrukte sind auch dahingehend zu verwenden, Hierarchisierungen von Ereignissen vorzunehmen. Die Darstellungstechnik ist analog auf den hier erweiterten Fall von Zuständen zu übertragen. Insbesondere sind auch Kombinationen von Zustands- und Ereignishierarchien möglich.⁴⁴⁸

Für die Variantendarstellung in EPK-Modellen liegt – im Vergleich zu ER-Modellen – eine andere Ausgangssituation vor: Zur Konstruktion der den Prozessen immanenten Ablauflogik gehören Sprachkonstrukte zur Darstellung von Wahlfreiheit bereits zum Standard des Sprachumfangs. Zur Variantendarstellung in EPK-Modellen werden daher Konstrukte benötigt, die zusätzliche Wahlfreiheit hinsichtlich des Prozessablaufs auf Ebene

⁴⁴⁴ Hinsichtlich der Kombinationsmöglichkeiten logischer Verknüpfungsoperatoren in Ein- und Ausgangsoperatoren herrschen unterschiedliche Auffassungen. Während ROSEMANN die durch Kombination unterschiedlicher logischer Verknüpfungen erreichten Modellierungsfreiheiten begrüßt, werden diese von SCHÜTTE abgelehnt. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 110 ff. und Schütte, R. (1998), S. 259-260. Hier wird der Empfehlung entsprochen, identische Typen zu verwenden.

⁴⁴⁵ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 102 ff. und die dort zitierte Literatur.

⁴⁴⁶ SCHÜTTE selbst konzipiert den Fall für „[...] Verknüpfungen von Zuständen, die über Junktoren [...] verbunden eine Funktion auslösen [...]“. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 104. Nicht nachvollziehbar ist hierbei aber, wie Zustände Funktionen auslösen sollen. Dieses ist umso kritischer zu sehen, da den Ausführungen sehr differenzierte Auseinandersetzungen mit den Begriffen des Zustands und des Ereignisses in Prozessen vorausgehen. Die auslösende Bedeutung ist gerade Ereignissen, nicht aber Zuständen zuzusprechen.

⁴⁴⁷ Anzumerken ist auch, dass das Objekt nur vorbedingend durch die Ansammlung von Zuständen, ursächlich aber durch die unmittelbare Auslösung eines Ereignisses geprägt wird. Auch im Fall eines Zustandes könnte eine entsprechende Uminterpretation stattfinden.

⁴⁴⁸ Eine Kombinationsform von Zuständen und Ereignissen in Hierarchien findet sich auch bei Schütte, R. (1998), S. 245. Werden Zustände kumuliert und als neue Zustände deklariert, folgen Zustandsobjekte aufeinander. Dieses ist zulässig, da die beschriebenen Hierarchisierungen keine EPK, sondern Nebenbetrachtungen darstellen. Hier ist der Bedarf zur Darstellung kumulierter Zustände als typisch anzusehen.

der Buildtime bieten.⁴⁴⁹ Eingeführt werden daher Buildtime-Operatoren, die sich grundsätzlich an den korrespondierenden logischen Operatoren des Standardsprachumfangs orientieren, jedoch durch eine doppelte Umrandung hinsichtlich ihrer besonderen Bedeutung kenntlich gemacht werden.

In der Konfiguration sind aus den Buildtime-Operatoren die auf Ebene der Runtime vorzusehenden (Standard-)Operatoren abzuleiten, womit variantenspezifische (wahlfrei auszuführende) Prozessverläufe abgeleitet werden. Die Konsistenz zwischen Operatoren auf den Ebenen der Build- und Runtime wird durch Regeln für Ableitungsbeziehungen gesichert: (a) Der Runtime-Operator hat restriktiver zu sein, als der Buildtime-Operator (vgl. Abb. 42); (b) die aus einem Buildtime-Operator ableitbaren Runtime-Operatoren sind explizit anzugeben; (c) bei der Ableitung von IOR- und XOR-Operatoren auf Runtime-Ebene ist zu sichern, dass eine Funktion vorgesehen ist, die die Auswahl der alternativen Prozessstränge leistet;⁴⁵⁰ (d) bei Verwendung des SEQ_B-Operators ist anzugeben, wie die Auswahlsequenz bei Konfigurationen des Modells eingeschränkt wird.⁴⁵¹

		Buildtime-Operatoren			
		IOR _B	XOR _B	SEQ _B	ET _B
Runtime-Operatoren	Ableitungsregeln				
	IOR	x			x
	XOR	x	x	x	x
	UND				x
	SEQ			x	x
	Prozessstrang	x	x	x	x
ET				x	

Abb. 42: Mögliche Buildtime-Operatoren und ableitbare Runtime-Operatoren⁴⁵²

Die Darstellung von Ableitungsregeln entspricht weitgehend den Ausführungen zur Variantendarstellung im ER-Diagramm. Regeln werden natürlichsprachlich formuliert und durch Verbindungslinien in den Darstellungen eingezeichnet; zur Kennzeichnung von

⁴⁴⁹ Die Schaffung von Konfigurationsmöglichkeiten in der Prozessdarstellung ist auch unabhängig von der Referenzmodellierung untersucht worden. Hinsichtlich einer methodischen Konkretisierung sind insbesondere die Arbeiten von REMME und ROSEMANN zu nennen. Vgl. Remme, M. (1995), S. 963 ff., Remme, M. (1996), S. 111 ff., Remme, M., Scheer, A.-W. (1996), S. 9 f., Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 245 ff. Der von SCHÜTTE für die Variantendarstellung entwickelte Ansatz nutzt insbesondere die Vorarbeiten von ROSEMANN, vgl. im Folgenden Schütte, R. (1998), S. 244-260.

⁴⁵⁰ Hiermit ist die Regel (3) in Abb. 40 des allgemeinen Sprachumfangs der EPK zu sichern. Auf Buildtime-Ebene ist eine entsprechende Funktion nicht zu fordern, da die EPK nicht ausführbar zu sein hat und auch z. B. in einen einfachen Prozessstrang transformiert werden kann. Anzumerken ist allerdings, dass SCHÜTTE selbst diese Regel bereits in dem für deren Veranschaulichung konzipierten Beispiel missachtet. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 247.

⁴⁵¹ SCHÜTTE weist darauf hin, dass andernfalls bei der Konfiguration ein NP-vollständiges Problem vorliegen kann. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 254 f.

⁴⁵² Schütte, R. (1998), S. 251.

Konfigurationsbereichen werden die Linien mit den Buildtime-Operatoren verknüpft, die den Bereich entlang der Prozessstruktur eröffnen und schließen.⁴⁵³

4.3.3.3 Klassendiagramm und Aktivitätsdiagramm der UML

Die Unified Modelling Language (UML) ist – in der hier eingeführten Terminologie – als ein Methodensystem zu kennzeichnen, mit dem Darstellungstechniken zur Informationsmodellierung nach dem objektorientierten Ansatz zusammengefasst werden. Die UML ist das Ergebnis einer Standardisierungsinitiative verschiedener Darstellungstechniken von BOOCH, RUMBAUGH und JACOBSON.⁴⁵⁴ Seitdem sie 1997 in der Version 1.1 durch die Object Management Group (OMG) akzeptiert wurde, gilt sie als faktischer Standard der objektorientierten Informationsmodellierung.

Entgegen der ARIS-Architektur liegt der UML kein fester Ordnungsrahmen zugrunde, innerhalb dem eine eindeutige Zuordnung von Darstellungstechniken hinsichtlich der mit ihr avisierten Sicht und der Entwicklungsebene vorgenommen werden könnte.⁴⁵⁵ Charakteristisch für die Zusammenstellung der Darstellungstechniken ist ihre Erweiterung und Anpassung in Versionierungen, in denen – aus systemtechnischer Sicht – auch alternative Techniken zur Beschreibung gleicher Systemaspekte aufgenommen werden, aus denen der Konstrukteur entsprechend des jeweils verfolgten Konstruktionszwecks wählen kann. Der in der gegenwärtigen Version 1.4 vorliegende umfangreiche Bestand an Darstellungstechniken wird in Abb. 43 strukturiert.⁴⁵⁶

Als Elemente der UML sind Diagrammtypen und Sprachkonstrukte, die diagrammübergreifend verwendet werden können, zu unterscheiden. Obwohl mit Objekten – wie auch mit ihren Abstraktionen zu Klassen – prinzipiell Eigenschaften und Verhaltensweisen gekapselt werden, bietet die UML Diagrammtypen mit denen das Gewicht der Beschreibung auf die Eigenschaften oder die Verhaltensweisen gelegt wird. Da in objektorientierten Entwicklungen eine möglichst durchgängige Darstellung von Gegenständen über die Entwicklungsphasen hinweg angestrebt wird, sind Darstellungselemente von der Ebene des Fachkonzepts bis zur Implementierung verfügbar.

Dem Sprachprofil der Referenzmodellierung entsprechen grundsätzlich Elemente der UML auf fachkonzeptioneller Ebene. Zudem sind differenzierte Untersuchungen ange stellt worden, in denen die – ursprünglich für die Anwendungssystementwicklung konzipierten – Diagrammtypen hinsichtlich ihrer Einsatzpotenziale zur Konstruktion von Mo-

⁴⁵³ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 253 u. S. 255. Teilweise werden die Anmerkungen in Kästen gefasst. Hier wird davon ausgegangen, dass den zum Teil abweichenden Benennungen der Rubriken *Bedingung* und *Aktion* im Singular und Plural kein signifikanter Bedeutungsunterschied entspricht. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 253 u. S. 276.

⁴⁵⁴ Die ersten Ergebnisse der in 1994 gestarteten Initiative werden 1995 als Version 0.8 vorgestellt. Zu ausführlichen Entwicklung der Standardisierung von UML vgl. Balzert, H. (2001), S. 1 f., Oestereich, B. (2001), S. 20 f.

⁴⁵⁵ In der Literatur finden sich unterschiedliche Systematisierungsansätze, in denen auch differenzierte Sichten vorgeschlagen werden: Benutzersicht, Verhaltenssicht, Aktivitätssicht, Interaktionssicht, statische Sicht, Implementierungssicht und Gliederungssicht. Vgl. Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1999), S. 23 f. Sie werden hier in einer für die State-of-the-Art-Untersuchung der Referenzmodellierung relevanten Struktur zusammengestellt.

⁴⁵⁶ Zur Einführung der einzelnen Darstellungstechniken vgl. Booch, G., Jacobson, I., Rumbaugh, J. (1999), Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1999), Fowler, M., Scott, K. (1998). Eine komprimierte Einführung der aktuellen Version 1.3 geben Balzert, H. (2001), S. 3-29, Dumke, R. R. (2002). Vgl. im Kontext der Referenzmodellierung auch Schwegmann, A. (1999), S. 114 ff., Schlagheck, B. (2000), S. 213 ff.

dellen zu Organisationssystemen sowie speziell zur Referenzmodellierung beurteilt wurden.⁴⁵⁷

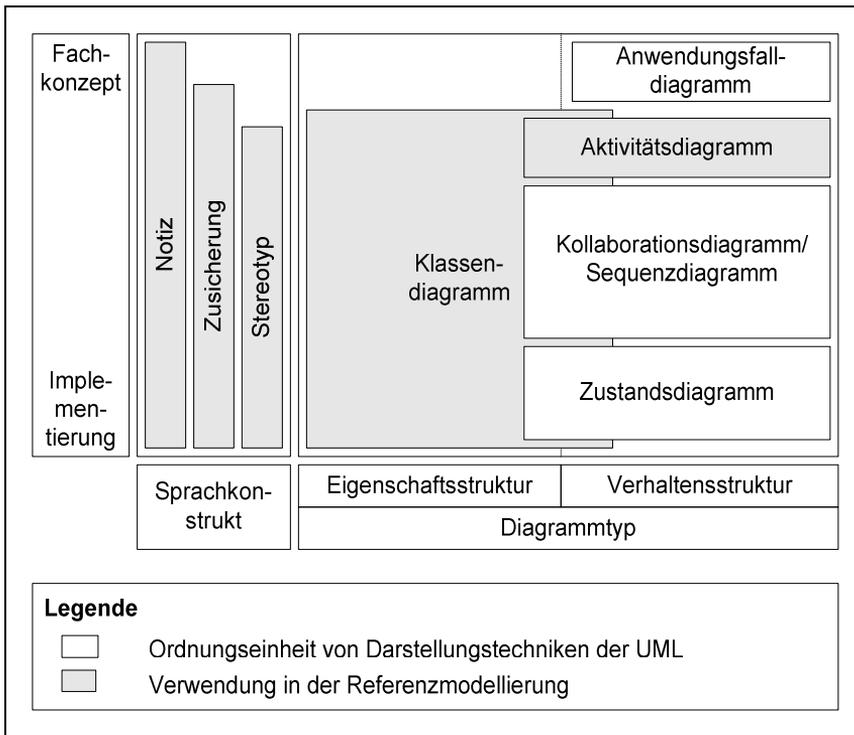


Abb. 43: Elemente der UML in Version 1.4 für die Referenzmodellierung

Als Kernbestandteil objektorientierter (Referenz-)Modelle gelten *Klassendiagramme*,⁴⁵⁸ mit denen – wie zu konkretisieren sein wird – im weitesten Sinne die Beziehungen zwischen Klassen beschrieben werden. Bei ihrer Erstellung wird auf fachkonzeptioneller Ebene sowie speziell in der Referenzmodellierung die Angabe von Methoden, die den Verhaltensaspekt von Klassen repräsentieren, aus Gründen der Vereinfachung oft ausgespart.⁴⁵⁹ In diesem Fall tritt die in Klassendiagrammen durch Benennung von Methoden ohnehin nur schwach vertretene Verhaltensbeschreibung weiter in den Hintergrund, sodass Klassendiagramme auf Darstellungsebene zum Teil weitreichende Strukturanalogie zu Datenmodellen aufweisen. Zwar reflektieren die Relationen zwischen Klassen Verhaltensauffufe, doch resultieren hieraus in Referenzmodellen auf fachkonzeptioneller Ebene kaum strukturelle Unterschiede gegenüber den in Datenmodellen zu konstruierenden Re-

⁴⁵⁷ Eine Bewertung fachkonzeptioneller UML-Diagramme für Zwecke der Referenzmodellierung findet sich bei Schwegmann, A. (1999), S. 114 ff., insbes. S. 130. Anzumerken ist, dass in der Literatur auch die Integration der Darstellungstechniken verschiedener Sichten kritisiert wird. Vgl. Frank, U., Prasse, M. (1997).

⁴⁵⁸ Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 214, Schwegmann, A. (1999), S. 114.

⁴⁵⁹ Die Analogie wird auch dadurch verstärkt, dass auch im Fall der Darstellung von Methoden sich diese auf die Nennung ihrer Deklaration reduziert. Eine Konkretisierung der Struktur im Innen- erfolgt nicht, im Außenverhältnis wird sie teilweise durch die Relationen zwischen Klassen reflektiert. Zur Nutzung dieser Vereinfachung in der Referenzmodellierung vgl. etwa die Referenzmodelle von SCHWEGMANN zur Lagerhaltung, vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 185 ff. oder die zum computergestützten Prozess- und Projektcontrolling von SCHLAGHECK, vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 93 ff.

lationen. Entsprechend werden Klassendiagramme als (eigenschafts-)strukturorientierte Diagrammtypen klassifiziert.⁴⁶⁰

Für die Darstellung von Verhaltensweisen, wie sie in der Referenzmodellierung zur Beschreibung von Unternehmensprozessen vorzunehmen ist, wird den Diagrammtypen der UML allgemein eine geringe Eignung zugesprochen. Ursächlich ist ihre Orientierung an Klassen und dem damit einhergehenden geringen Abstraktionsniveau.⁴⁶¹ Das *Aktivitätsdiagramm* kommt dabei den Anforderungen der Referenzmodellierung am nächsten:⁴⁶² Einerseits ist es – anders als das Sequenz- und Kollaborationsdiagramm – für die Darstellung geschlossener Abläufe konzipiert, die sich über mehrere Klassen hinweg erstrecken können;⁴⁶³ andererseits werden aber – entgegen dem Anwendungsfalldiagramm – hinreichende Integrationsmöglichkeiten zu anderen Diagrammen und Abstraktionskonzepten geboten.⁴⁶⁴

Unter den Sprachkonstrukten sind die *Notiz*, die *Zusicherung* und der *Stereotyp* von besonderem Interesse für die Referenzmodellierung, da mit ihnen individuelle Ausdrucksmöglichkeiten geschaffen werden können, die über den Standardsprachumfang hinausgehen. Da sie damit die Grundlage zur Erweiterung der – ansonsten Standardisierungsbedingungen unterliegenden – UML für die Referenzmodellierung darstellen, werden die Sprachkonstrukte im Folgenden eingeführt. Im Anschluss ist in die Notation des Klassen- und Aktivitätsdiagramms einzuführen und dabei jeweils der Stand spezifischer Anpassungen für die Referenzmodellierung zu erheben.

Diagrammtypübergreifende Sprachkonstrukte

Notizen stellen standardisierte Sprachkonstrukte dar, mit denen unreglementierte Annotationen in Modelldarstellungen vorgenommen werden können.⁴⁶⁵ Als Zeichen wird für sie ein Rechteck mit einer geknickten Ecke eingeführt, innerhalb dem die Anmerkungen gekapselt werden und das durch eine Kante mit der referenzierten Aussage verbunden wird.

Sind Kommentierungen auf einer höheren Verdichtungsebene anzubringen, können *Zusicherungen* verwendet werden. Sie eignen sich insbesondere dann, wenn auch die zu trefenden Aussagen einer standardisierten Struktur folgen. So werden insbesondere integrierte

⁴⁶⁰ Vgl. z. B. Schwegmann, A. (1999), S. 114, Schlagheck, B. (2000), S. 214.

⁴⁶¹ In der Anwendungssystementwicklung ist hingegen eine Konzentration auf die Interaktionen von Objekten vorzunehmen, sodass Aktivitätsdiagramme hier gegenüber z. B. Sequenz- und Kollaborationsdiagrammen eine untergeordnete Bedeutung besitzen. Sequenz- und Kollaborationsdiagramme nehmen gerade einen solchen Fokus ein. Zu diesen Diagrammtypen vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 220 ff., S. 125 ff. Die vergleichsweise geringe Bedeutung des Aktivitätsdiagramms betonen auch Schlagheck, B. (2000), S. 218, Fowler, M. (1997), S. 129.

⁴⁶² Zu entsprechenden Untersuchungen der Prozessmodellierung mit UML vgl. Bungert, W., Heß, H. (1995), S. 55, Frank, U., Prasse, M. (1997), S. 3, Nüttgens, M., Zimmermann, V. (1998), S. 2, Loos, P., Allweyer, T. (1998), S. 8 f. Auch Untersuchungen dezidierter ablaforientierter Modelltypen, wie sie in UML mit dem Anwendungsfall-, Kollaborations-, Sequenz-, Zustands- und Aktivitätsdiagramm gegeben sind, haben dies gezeigt. Zu Untersuchungen von UML Version 1.1 vgl. Schwegmann, A., Schlagheck, B. (1997), Schwegmann, A. (1999), S. 121 ff. Vgl. auch Scheer, A.-W. (1998), S. 134.

⁴⁶³ Vgl. auch Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1999), S. 135, Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1998), S. 257 ff., Fowler, M. (1997), S. 129, Oestereich, B. (2001), S. 326, Fowler, M., Scott, K. (1998), S. 131.

⁴⁶⁴ Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 34. Die Unterscheidung in struktur- und verhaltensorientierte Aspekte wird hier übernommen. SCHLAGHECK weist auch auf die Verwendung von Anwendungsfalldiagrammen hin. Diese beschreiben die zur Durchführung einer bestimmten, zeitlich und inhaltlich abgegrenzten Aufgabe erforderliche Interaktion zwischen Anwendern und dem darzustellenden System. Schwegmann, A. (1999), S. 122. Zur Einführung vgl. auch Jacobson, I. et al. (1992), S. 159 ff. Wegen ihrer formalen Schwächen und der mangelnden methodischen Integration werden sie hier für die Referenzmodellierung nicht als repräsentativ ausgewählt. Vgl. auch Schwegmann, A. (1999), S. 130.

⁴⁶⁵ Vgl. Oestereich, B. (2001), S. 249.

ons- und konsistenzfördernde Restriktionen oder Konditionen mit Zusicherungen ausgesagt.⁴⁶⁶ Zu ihrer Kennzeichnung sind Anmerkungen in geschweifte Klammern einzuschließen. Obwohl darstellungstechnisch keine Regeln hinsichtlich Schreibweise der Anmerkung vorliegen, werden sie zumeist in Varianten eines Pseudocodes notiert, z. B. {t=1..n} oder {Werkzeugherkunft (Markt)}.⁴⁶⁷

Eine weitere Formalisierung bieten *Stereotypen*. Sie klassifizieren Sprachaussagen, die unter Verwendung anderer Sprachkonstrukte formuliert werden.⁴⁶⁸ Durch die Möglichkeit der Einführung neuer Stereotypen werden somit zusätzliche Ausdrucksmöglichkeiten geschaffen. Stereotypen erhalten eine Bezeichnung, die in französischen Anführungszeichen (guillemets) mit nach außen gerichteten Spitzen notiert wird, z. B. <<interface>>.⁴⁶⁹ Notizen, Zusicherungen und Stereotypen werden in der Referenzmodellierung sowohl in Klassendiagrammen als auch in Aktivitätsdiagrammen verwendet, um dort insbesondere Anmerkungen für das Variantenmanagement vorzunehmen.

Klassendiagramme

Klassendiagramme dienen der Darstellung von *Klassen* und deren statischen Beziehungen zueinander.⁴⁷⁰ In Abb. 44 wird eine Auswahl der im State-of-the-Art der Referenzmodellierung relevanten Sprachkonstrukte zusammengestellt und anhand eines Beispiels demonstriert.⁴⁷¹

Das elementare Sprachkonstrukt stellt – entsprechend der Beschreibungszielsetzung – die *Klasse* dar, mit der Abstraktionen von Objekten deklariert und hinsichtlich relevanter Eigenschaften und Verhaltensweisen beschrieben werden. Eigenschaften werden durch Auflistung der Bezeichnungen von Attributen, Verhaltensweisen durch Angabe der Signaturen von Methoden dargestellt. Typischerweise kennzeichnen Attribute und Methoden die Eigenschaften und Verhaltensweisen von Instanzen der Klasse und stellen somit exakter *Instanzattribute* und -methoden dar. Zudem können Eigenschaften und Verhaltensweisen der Klasse beschrieben werden, die als *Klassenattribute* und -methoden differenziert werden. Für sie wird im Sprachkonstrukt ein separater Verzeichnisbereich eingerichtet.

Beziehungen zwischen Klassen werden durch allgemeine *Assoziationen* dargestellt. Besondere Sprachkonstrukte werden für solche Beziehungen eingeführt, in denen *Aggregations-*, *Kompositions-* oder *Vererbungsbeziehungen* beschrieben werden. Die Aggregation

⁴⁶⁶ Sie beschreiben etwa Mengen von Attributen, Vor- und Nachbedingungen von Nachrichten oder Struktureigenschaften. Vgl. Oestereich, B. (2001), S. 233 ff., Balzert, H. (2001), S. 5.

⁴⁶⁷ Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 117. Zu Beispielen vgl. z. B. Oestereich, B. (2001), S. 236 ff., Balzert, H. (2001), S. 5 ff., Schwegmann, A. (1999), S. 193 ff., Schlagheck, B. (2000), S. 166 ff.

⁴⁶⁸ Auch der Standardsprachumfang arbeitet bereits mit Stereotypen zur Kennzeichnung von Elementen. Diese können im hier vorgestellten Sinn um eigene Elemente erweitert werden. Vgl. Balzert, H. (2001), S. 5. Vgl. Oestereich, B. (2001), S. 246.

⁴⁶⁹ Der Stereotyp <<interface>> kennzeichnet Klassen, die als Schnittstellen nur die Signaturen von Methoden enthalten. Vgl. Balzert, H. (2001), S. 6 f. Zu Beispielen vgl. auch Schwegmann, A. (1999), S. 193 ff., Schlagheck, B. (2000), S. 166 ff.

⁴⁷⁰ Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 214 ff., Schwegmann, A. (1999), S. 114 ff.

⁴⁷¹ Insgesamt bietet die UML ein weiteres Spektrum an Sprachkonstrukten zur Darstellung von Klassendiagrammen. Vgl. Oestereich, B. (2001), S. 256 ff., Balzert, H. (2001), S. 19. SCHWEGMANN stellt in seiner Arbeit die für die Referenzmodellierung wichtigsten Konstrukte heraus. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 114. Anzumerken ist, dass der Sprachumfang der Klassendiagramme der UML weitere Modellierungskonstrukte anbietet, z. B. (a) gerichtete, (b) mehrgliedrige Assoziationen, (c) assoziative Klassen für Assoziationen, die selbst wieder Attribute oder Beziehungen zu anderen Klassen besitzen, (d) die Qualifikationsangabe als spezielles Attribut der Assoziation, dessen Wert ein oder mehrere Objekte auf der anderen Seite der Assoziation selektiert und (e) die Navigation, die im Entwurf festlegt, ob eine Assoziation uni- oder bidirektional implementiert wird. Vgl. Balzert, H. (2001), S. 10 ff. Die von SCHWEGMANN fokussierten Informationsobjekte sind im Folgenden um weitere Konstrukte der UML zu ergänzen, die für die Referenzmodellierung gerade zur Erhöhung der Modellqualität einen Beitrag leisten.

entspricht der im konzeptionellen Bezugsrahmen für Abstraktionsbeziehungen eingeführten Bedeutung. Mit der Komposition wird eine spezielle Form der Aggregation geboten, bei der Objekte der Subklassen nur als Bestandteil von Elementen der Superklasse existieren können und damit nicht eigenständig sind. Die Vererbung entspricht dem allgemeinen Beziehungstyp der Spezialisierung, die auf die Terminologie der Objektorientierung übertragen wird.

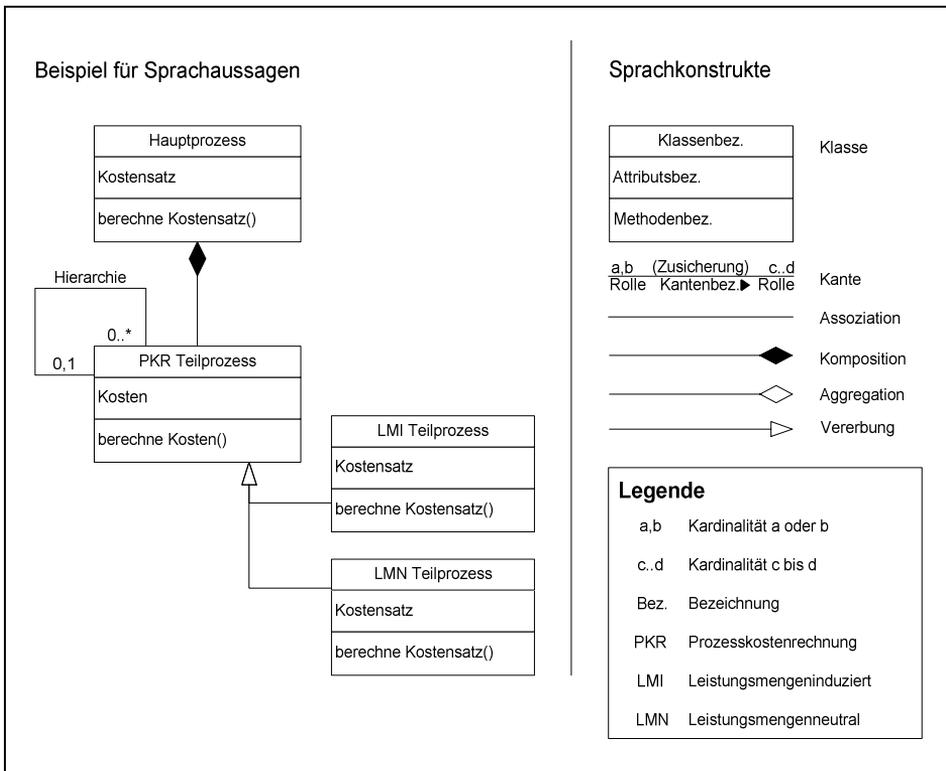


Abb. 44: Sprachkonstrukte eines Klassendiagramms der UML⁴⁷²

Assoziationen können hinsichtlich ihrer Kardinalität sowie hinsichtlich weiterer Spezifikationen beschrieben werden. Die *Kardinalität* seitens der Klasse A in einer Relation zur Klasse B gibt an, mit wie vielen Objekten der Klasse B ein Objekt der Klasse A zur Laufzeit assoziiert sein kann. Die Leserichtung ist damit gegenüber der für ER-Diagramme in der Referenzmodellierung üblichen Form entgegengesetzt. Auch die Notation ist abweichend. Zu den weiteren Beschreibungsmöglichkeiten zählt die Angabe von *Rollen*, mit denen die relationenspezifische Bedeutung einer Klasse gekennzeichnet werden kann. In Vererbungsbeziehungen⁴⁷³ können relevante Unterscheidungsmerkmale, nach denen die Spezialisierung vorgenommen wird, durch *Diskriminatoren* (discriminator) angegeben werden. Jede Assoziation kann durch *Pfeile* gerichtet und durch *Beschriftungen* benannt werden.

⁴⁷² Das Beispiel ist Teil des Klassendiagramms Prozesskostenrechnung im Referenzmodell für das Prozesscontrolling von SCHLAGHECK, vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 182.

⁴⁷³ Als Vererbungsbeziehungen werden in der Terminologie der Objektorientierung *Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehungen* bezeichnet. Vgl. Oestereich, B. (2001), S. 257 ff., Balzert, H. (2001), S. 15 ff.

Um die Konstruktion wiederverwendungsorientierter Modelldarstellungen zu unterstützen, werden besondere Klassen gebildet. *Abstrakte Klassen* (abstract) sind unvollständig implementiert und können durch Vererbungsbeziehungen die Gemeinsamkeiten einer Gruppe von Unterklassen spezifizieren. *Schnittstellen* (interface) sind besondere abstrakte Klassen, zu denen lediglich die Signaturen der Methoden festgelegt werden, deren Implementierung aber vollständig offen bleibt. Klassen, die eine solche Schnittstelle realisieren, werden ihr über Vererbungsbeziehungen zugeordnet und implementieren ihre Methoden oder sind selbst abstrakte Klassen.

Vorschläge zu allgemeinen Anpassungen von Klassendiagrammen für die Referenzmodellierung betreffen insbesondere Konventionen zur Einschränkungen des Sprachumfangs. SCHWEGMANN kommt in seinen Untersuchungen zu folgenden Gestaltungsempfehlungen:⁴⁷⁴ (a) Verzicht auf die Modellierung von Konstruktionsmethoden; (b) Vermeidung der Darstellung von Klassenmerkmalen; (c) Verzicht auf die Beschreibung abgeleiteter Attribute oder Methoden; (d) Absehen von der Kennzeichnung der Sichtbarkeit von Methoden, z. B. als public, protected, private oder package.

Für das Variantenmanagement werden Techniken zur Darstellung der Optionalität von Konstruktionsergebnissen im Referenzmodell erörtert. Als Sprachkonstrukt werden Zusicherungen verwendet, mit denen sowohl die Entscheidungslogik (XOR, IOR) als auch die Entscheidungsebene (BR, R, B) angegeben wird.⁴⁷⁵ Als vorteilhaft erweist es sich, dass die Darstellung innerhalb des Standards der UML erfolgt;⁴⁷⁶ nachteilig ist jedoch, dass Konventionen zur Standardisierung der Schreibweise von Aussagen der Variantendarstellung fehlen. Darüber hinausgehende Regeln zur Variantendarstellung werden für Klassendiagramme nicht beschrieben.⁴⁷⁷

Aktivitätsdiagramme

Aktivitätsdiagramme dienen zur Beschreibung von Verhaltensweisen, die sich zeitlich-sachlogisch über mehrere Klassen erstrecken. Die grundlegenden Sprachkonstrukte werden in Abb. 34 eingeführt und mit einem Anwendungsbeispiel verdeutlicht.

Als zentrales Sprachkonstrukt wird die *Aktivität* eingeführt. In der Anwendung werden Aktivitäten mit Kanten über Gabelungen entsprechend ihrer zeitlich-sachlogischen Abfolge verbunden. Die der Darstellung zugrunde liegende Logik erklärt sich dadurch, dass das Aktivitätsdiagramm als spezielles Zustandsdiagramm konzipiert ist.⁴⁷⁸ Somit werden mit Aktivitäten Zustandsübergänge dargestellt, die über Gabelungen aufgesplittet oder synchronisiert werden. Disjunktionen zwischen Aktivitäten (IOR-Logik) sind demnach originär nicht vorgesehen, können jedoch anhand von Entscheidungsrauten eingebaut werden.⁴⁷⁹

⁴⁷⁴ Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 115 f.

⁴⁷⁵ In der von SCHWEGMANN vorgeschlagenen Darstellung werden bis zu drei Parameter angegeben, die die Entscheidungslogik, -ebene und -optionalität anzeigen. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 117 f. Die Kritik hinsichtlich der Einführung eines Parameters zur Kennzeichnung der Optionalität – wie sie zur Variantendarstellung mit ER-Diagrammen angeführt wurde – gilt hier analog.

⁴⁷⁶ Von einer zusätzlichen Kennzeichnung optionaler Beziehungen durch gestrichelte Kanten ist daher gegenüber der Variantendarstellung im ER-Diagramm abzusehen.

⁴⁷⁷ Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 117 f., Schlagheck, B. (2000), S. 66 ff. Es ist zu prüfen, inwieweit die für ER-Diagramme vorliegenden Untersuchungsergebnisse übertragen werden können.

⁴⁷⁸ Sie werden als Verknüpfung von *Ereignisdiagrammen* nach MARTIN/ODELL, von *Zustandsdiagrammen* und von *Petri-Netzen* klassifiziert. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 128.

⁴⁷⁹ SCHLAGHECK weist darauf hin, dass es nicht möglich sei, eine Disjunktion (in seiner Terminologie: Adjunktion) zwischen zwei Aktivitäten direkt darzustellen. *Entscheidungsrauten* ermöglichen allerdings die konditionale Steuerung von Zustandsübergängen, indem die Raute in Abhängigkeit spezifischer Bedingungen „schaltet“, vgl. Fowler, M., Scott, K. (1998), S. 131-135.

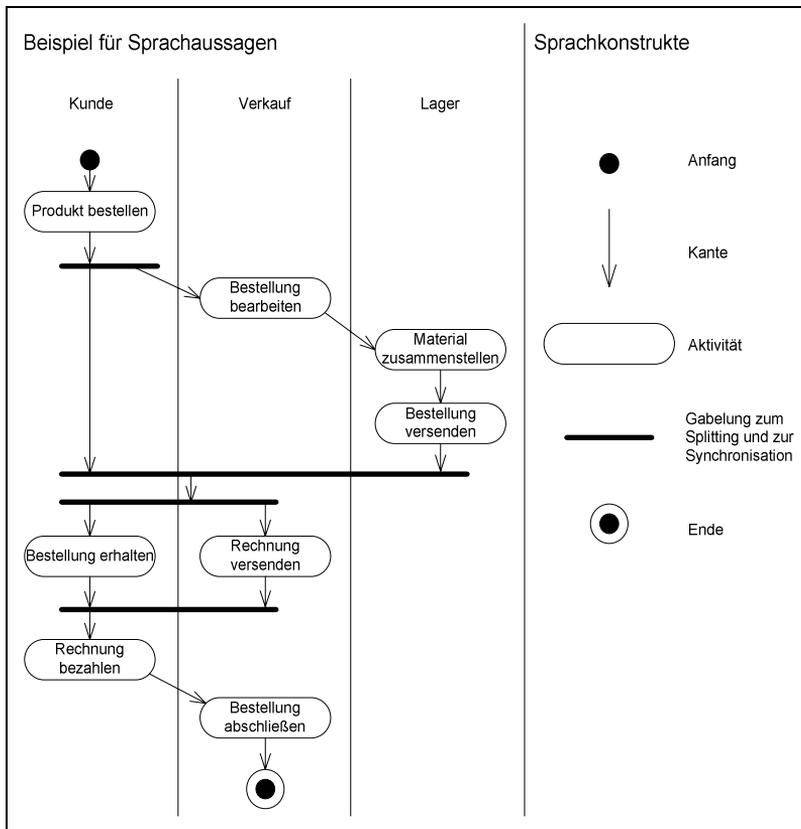


Abb. 45: Sprachkonstrukte eines Aktivitätsdiagramms der UML⁴⁸⁰

Zusätzliche Konventionen betreffen die Strukturierung der Darstellung. Eine Hierarchisierung erfolgt durch Verfeinerung einer Aktivität in einem separaten Aktivitätsdiagramm.⁴⁸¹ Eine weitere Ordnung kann über die Positionierung von Aktivitäten in vertikale Bahnen („swimlanes“) erreicht werden.⁴⁸² Die zusätzliche Abbildung von Objektflüssen ermöglicht die Integration von Zustandsveränderungen relevanter Objekte.⁴⁸³

Die Variantendarstellung in Aktivitätsdiagrammen ist nicht im gleichen Umfang wie für EPK thematisiert.⁴⁸⁴ Wie in Klassenmodellen sind Buildtime-Operatoren durch Zusicherungen darstellbar. Als Operator können hier auch Disjunktionen zwischen Aktivitäten

⁴⁸⁰ Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1998), S. 267. Vgl. auch Booch, G., Jacobson, I., Rumbaugh, J. (1999), S. 301.

⁴⁸¹ Vgl. Fowler, M. (1997), S. 140 f. Terminologisch werden indes zur Verfeinerung von Aktivitäten *Aktionen* unterschieden, mit denen atomare Verhaltensdeklarationen bezeichnet werden. Vgl. Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1999), S. 81.

⁴⁸² Der Begriff der *Swimlanes* (engl. für Schwimmbahnen) wird unterschiedlich interpretiert. SCHLAGHECK bezeichnet sie etwa als Verantwortungsbereiche. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 219. Hier wird ein allgemeinerer Begriff gefunden, um das Ordnungskriterium nicht auf Aspekte der Verantwortlichkeit zu reduzieren.

⁴⁸³ Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 220. Zur Abbildung von Objektflüssen vgl. z. B. Oestereich, B. (2001), S. 293 ff.

⁴⁸⁴ Zum Teil liegt dieses daran, dass das Aktivitätsdiagramm bereits per se zur Darstellung von Geschäftsprozessen abgelehnt wird, wie dieses bei SCHWEGMANN der Fall ist. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 130. SCHLAGHECK verwendet eine Variantendarstellung in Aktivitätsdiagrammen, führt diese aber nur durch ein Beispiel in Analogie zur Ereignisgesteuerten Prozesskette ein.

konstruiert werden, sofern in den Ableitungsregeln sichergestellt wird, dass auf der Runtime-Ebene eine deterministische Zustandsfolge abgeleitet wird. Zur Gestaltung der allgemeinen Ableitungsregeln sind die zu EPK-Diagrammen in Abb. 42 vorgestellten Regeln analog zu übertragen.⁴⁸⁵

4.3.3.4 Ordnungsrahmen zur Strukturierung der Darstellung

Mit zunehmendem Umfang der in Konstruktionen zu behandelnden Gegenstände und Inhalte steigt der Bedarf nach Beschreibungen, die einzelne Eigenschafts- und Verhaltensmodelle – in der bisher vorgestellten Form – ergänzen. Von zentraler Bedeutung für Referenzmodelle sind Darstellungen, die auf höherer Abstraktionsebene die Strukturen des Referenzmodells beschreiben. Im State-of-the-Art werden hierzu *Ordnungsrahmen* thematisiert, mit denen unterschiedliche Aspekte von Konstruktionsprozessen angesprochen werden: Ordnungsrahmen sind Modelle, zu ihrer Konstruktion können Methoden verwendet werden, in ihrer Nutzung kommt ihnen wiederum eine methodische Bedeutung zu. Die einzelnen Arbeitsfelder zu Ordnungsrahmen sind im Folgenden zu konkretisieren und hinsichtlich ihres Stands in der Referenzmodellierung zu untersuchen.

Ein Ordnungsrahmen ist ein spezielles Modell⁴⁸⁶, dessen Konstruktion Verzeichnisbereiche liefert, die der Zuordnung anderer Modelle dienen.

Die Definition drückt aus, dass Ordnungsrahmen in Relation zu anderen Modellen stehen, denen gegenüber sie eine ordnende Rolle einnehmen. Diesen Modellen gegenüber gehen sie eine Abstraktionsbeziehung ein, in der eine Verdichtung ihrer Inhalte nach ordnenden Merkmalen (Relictum) erfolgt.⁴⁸⁷ Die Bezeichnung eines Modells als Ordnungsrahmen sollte die relative Bedeutung der ordnenden Wirkung des Modells am Modellzweck berücksichtigen. So ist zu beachten, dass bereits mit der Verwendung der als Abstraktionskonzepte eingeführten Sprachkonstrukte (z. B. Prozessschnittstellen in EPK) regelmäßig eine Ordnung von Modelldarstellungen erzielt wird. Mit der Bereitstellung von Denkstrukturen und Verzeichnisbereichen liefern Ordnungsrahmen durch ihre Nutzung eine *methodische* Unterstützung in Konstruktionsprozessen. Insbesondere die Entwicklung von Darstellungstechniken kann von Ordnungsrahmen profitieren, in denen standardisierte Verzeichnisbereiche vorgesehen sind.⁴⁸⁸

Um die Konstruktion von Ordnungsrahmen zu standardisieren, werden Methoden entwickelt. Sie liefern Regeln, nach denen Ordnungsrahmen bestimmten Prinzipien folgend zu formieren und darzustellen sind.

⁴⁸⁵ Nicht definiert ist der SEQ-Operator. Ableitungen sind so vorzunehmen, dass im konfigurierten Modell kein IOR-Operator enthalten ist.

⁴⁸⁶ Die Abstützung auf den Modellbegriff fasst auch die als relevant erachteten Merkmale, die Ordnungsrahmen in der Literatur zugesprochen werden. So definiert etwa MEISE unter Zugrundelegung des Modellbegriffs von SCHÜTTE: „Ein Ordnungsrahmen gliedert als relevant deklarierte Elemente und Beziehungen eines Originals auf einer hohen Abstraktionsebene nach einer gewählten Strukturierungsweise in einer beliebigen Sprache.“ Meise, V. (2001), S. 62. Wann eine Abstraktionsebene als hoch zu bezeichnen ist, wird indes nicht thematisiert.

⁴⁸⁷ In Anlehnung an die Baukunst werden Ordnungsrahmen in der Bedeutung eines Modells auch als Architekturen bezeichnet. Sie werden dann als ein „Generalbebauungsplan verstanden, der die Elemente des gesamten Unternehmens-Informationssystems und deren Beziehungen untereinander darstellt.“ Becker, J. (Architektur) (1996), S. 4, Alpar, P. et al. (2000), S. 312 f.

⁴⁸⁸ Vgl. hierzu z. B. die entwickelte Darstellungstechnik zur Konstruktion von Referenzmodellkomponenten in Kapitel 6.1 dieser Arbeit.

Eine Methode zur Konstruktion von Ordnungsrahmen ist eine spezielle Methode, die Regeln liefert, nach denen Darstellungsergebnisse anderer Darstellungstechniken strukturiert verzeichnet werden.

Methoden zur Konstruktion von Ordnungsrahmen legen zumeist Gliederungsprinzipien zugrunde, nach denen gesonderte Verzeichnisbereiche für zu differenzierende Typen von Konstruktionsergebnissen gebildet werden. Die Problemlösungstechnik der Methode liefert Regeln, die beschreiben, wie vorzugehen ist, um eine zweckgerechte ordnende Struktur aufzubauen. Die Darstellungstechnik zeigt auf, wie Ordnungseinheiten der Struktur in Verzeichnisbereiche zur Modelldarstellung umzusetzen sind. Verzeichnisbereiche sind durch spezifische Merkmalsausprägungen gekennzeichnet (z. B. Verhaltensmodell), anhand derer über die Zuordnung von Darstellungsergebnissen zu entscheiden ist.⁴⁸⁹

Im State-of-the-Art der Referenzmodellierung liegen sowohl Arbeiten zu Ordnungsrahmen als zu Methoden ihrer Konstruktion vor. Anfänglich werden Ordnungsrahmen entwickelt, die der Darstellung der Gesamtstruktur eines Referenzmodells dienen.⁴⁹⁰ Als Beispiele werden in Abb. 46 das *Y-CIM-Modell* und das *Handels-H-Modell* angegeben.

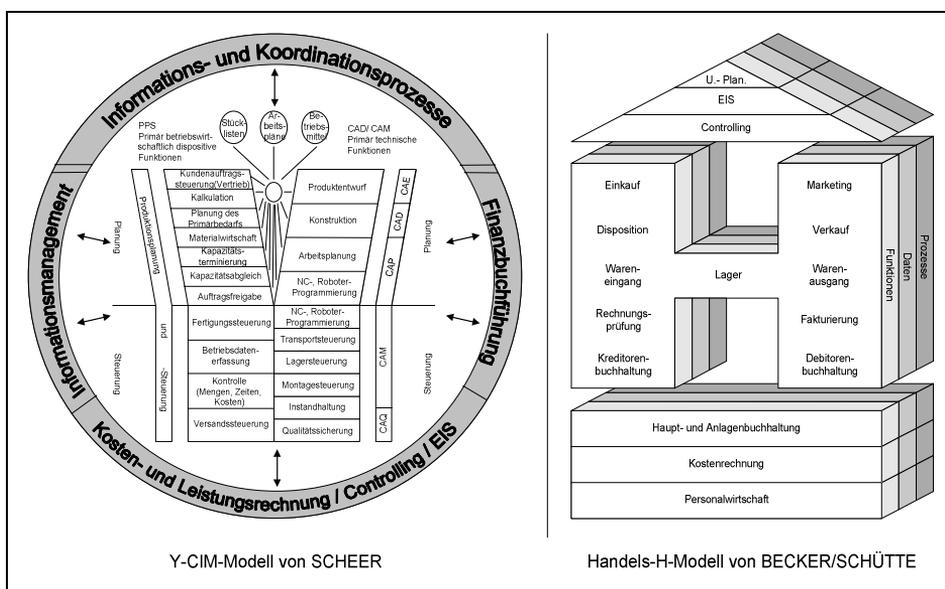


Abb. 46: Y-CIM-Modell und Handels-H-Modell als Ordnungsrahmen spezieller Referenzmodelle⁴⁹¹

Ordnungsrahmen bilden den Ausgangspunkt einzelner Referenzmodelle und dienen neben ihrer strukturgebenden Wirkung auch als Markenzeichen des Modells.⁴⁹² Stellvertretend für das Referenzmodell wird ein repräsentativer Ordnungsrahmen entwickelt, der als

⁴⁸⁹ Ausschließende Bedingungen sind insbesondere gegeben, wenn das Gliederungskriterium Merkmale der Darstellungsschicht nutzt. Auf Inhaltsschicht können durch Gliederungen anhand von Sichten Typen von Darstellungstechniken eingegrenzt werden (z. B. Datensicht). Auch von dem mit dem Gegenstand eingegrenzten Fachgebiet oder Abstraktionsniveau können entsprechende Wirkungen ausgehen.

⁴⁹⁰ Vgl. z. B. Scheer, A.-W. (1990), S. 2, Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 11, Schlagheck, B. (2000), S. 158 f.

⁴⁹¹ Zum Ordnungsrahmen des Y-CIM-Modells vgl. Scheer, A.-W. (1990), S. 2, zu dem des Handels-H-Modells vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 11.

⁴⁹² Vgl. zur kritischen Reflektion auch Becker, J. (Architektur) (1996), S. 16.

„Top-Modell“ sämtliche Teilmodelle verdichtet und dabei typische Strukturen des Gesamtmodells aufzeigt. Die Konstruktionen werden zumeist unabhängig von einer formalisierten Darstellungstechnik erstellt. Sie nutzen die hierdurch gegebenen Gestaltungsfreiräume, um eine zur (marktlichen) Differenzierung des Modells beitragende Struktur zu finden. So werden z. B. Ordnungsrahmen gebildet, deren verwendeten Symbole oder Strukturmuster in Analogie zum Gegenstandsbereich des Modells stehen. Diese Vorgehensweise erhöht die domänenspezifische Subjektivierung des Modells und fördert zudem die modellbezogene Kommunikation.

Mit zunehmender Reflektion der Gestaltung des Konstruktionsprozesses rückt auch die methodenbezogene Betrachtung von Ordnungsrahmen in das Interesse. In methodenbezogenen Arbeiten werden in der Referenzmodellierung Regeln vorgeschlagen, nach denen Ordnungsrahmen von Referenzmodellen zu konstruieren sind. Die Methoden bieten insbesondere die Möglichkeit, qualitätssichernde Standards zu formulieren, hemmen jedoch tendenziell die Differenzierungsmöglichkeiten der Darstellung.

Ein speziell auf das Variantenmanagement in Referenzmodellen zugeschnittener Ordnungsrahmen ist die *Prozessobjektauswahlmatrix*, die von SCHÜTTE in Anlehnung an *Prozessauswahlmatrizen* der Standardsoftware SAP entwickelt wurde.⁴⁹³ Ihre Struktur wird in Abb. 47 anhand eines Beispiels vorgestellt und nachfolgend beschrieben.

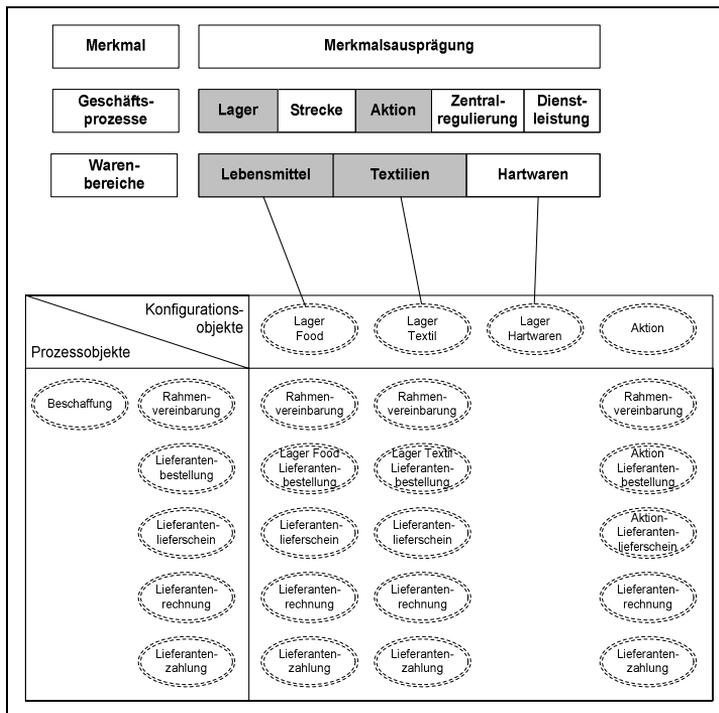


Abb. 47: Prozessobjektauswahlmatrix als Methode zur Konstruktion von Ordnungsrahmen für Referenzmodelle⁴⁹⁴

⁴⁹³ In *Prozessauswahlmatrizen* werden relevante Prozesse anhand von Szenarioprozessen ausgewählt. Vgl. z. B. Scheer, A.-W. (1998), S. 63. Zu Prozessobjektauswahlmatrizen vgl. Schütte, R. (1998), S. 220-231.

⁴⁹⁴ Schütte, R. (1998), S. 228. Die Abbildung ist hinsichtlich der Rechtschreibung angepasst worden.

Prozessobjektauswahlmatrizen stellen die Prozessobjekte und Konfigurationsobjekte eines konfigurierbaren Referenzmodells gegenüber. Das Konstrukt des *Prozessobjekts* wird von ROSEMANN entwickelt und von SCHÜTTE zur Strukturierung von ER- und EPK-Modellen verwendet.⁴⁹⁵ Die Strukturierung kommt durch Zuordnung von einerseits E-Typen und andererseits der Deklaration von Prozessen zum Ausdruck: So sind jedem E-Typ ein oder mehrere, und jedem Prozess genau ein Prozessobjekt zugeordnet; demgegenüber können E-Typen mehreren Prozessobjekten und diese selbst mehreren Prozessen zugeordnet sein. Prozessobjekte sind somit ein Ordnungsmerkmal für E-Typen und Prozesse und können als solches zur Verdichtung von Darstellungen dienen.⁴⁹⁶

Für das Variantenmanagement werden den Prozessobjekten *Konfigurationsobjekte* gegenübergestellt, die Wissen über die Konfiguration von Prozessobjekten in einzelnen Varianten repräsentieren.⁴⁹⁷ Durch die Zuordnung von Variantenmerkmalen zu Konfigurationsobjekten ist somit die für einen situativen Kontext relevante Auswahl von ER- und EPK-Modellen vorgesehen.⁴⁹⁸

Ausgehend von dem allgemeinen Profil von Methoden zur Referenzmodellierung ist mit dem objektorientierten und nicht-objektorientierten Ansatz aufgezeigt worden, dass zwei prinzipiell unterschiedliche Herangehensweisen an die methodenbezogene Gestaltung des Konstruktionsprozesses von Referenzmodellen bestehen. Die Untersuchung der Darstellungstechniken hat bereits gezeigt, dass Gestaltungsbeiträge zwar auf unterschiedlichen Regelsystemen aufsetzen und auch weitgehend getrennt voneinander behandelt werden, dennoch gemeinsame Problemstellungen und Lösungsstrukturen aufweisen. Entsprechend den Erkenntnissen zur Prozessgestaltung ist weiterhin zu untersuchen, welche Problemlösungstechniken zur Konstruktion von Referenzmodellen vorgeschlagen werden.

4.3.4 Problemlösungstechniken zur Konstruktion von Referenzmodellen

4.3.4.1 Profil der Problemlösungstechniken

Problemlösungstechniken zur Konstruktion von Informationsmodellen sind ursprünglich in umfassendere Methodensysteme zur Softwareentwicklung eingebettet. Ihr Einsatz wird auf die Beschreibung von Sprachanwendungen zur Erstellung von Ergebnismodellen der Analyse- und Designphase begrenzt.⁴⁹⁹ Die Entwicklung umfassenderer Problemlösungs-

⁴⁹⁵ Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 76 ff. sowie Schütte, R. (1998), S. 223 ff. Zum Metamodell zur Kopplung von Daten- und Prozessmodellen mithilfe von Prozessobjekten vgl. Schütte, R. (1998), S. 222.

⁴⁹⁶ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 223 ff. Nicht gefolgt wird der Interpretation, „Prozessobjekte kapseln Struktur und Verhalten.“ Schütte, R. (1998). Der in SCHÜTTES Terminologie als „Struktur“ beschriebene Systemaspekt wird hier als „Eigenschaften“ bezeichnet. Zur Kapselung hätten Prozessobjekte eine abgeschlossene Struktureinheit zu bilden, die im Außenverhältnis lediglich über eine dezidierte Schnittstelle auftritt. Einem solchen Strukturmuster entsprechen Prozessobjekte aber nicht: So kann sowohl ein E-Typ zu verschiedenen Prozessobjekten als auch ein Prozessobjekt zu mehreren Prozessen zugeordnet sein. Die Kardinalitäten werden auch durch den angegebenen Metamodellausschnitt zur Struktur- und Verhaltenssicht belegt. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 222.

⁴⁹⁷ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 226 ff., Scheer, A.-W. (1998), S. 63.

⁴⁹⁸ Wie die Repräsentation im Innenverhältnis einzelner Konfigurationsobjekte vorgenommen wird, bleibt offen. Dieses gilt darüber hinaus auch für die Darstellung der Wirkungsbeziehungen zwischen Konfigurations- und Prozessobjekt, für die Konfigurationen auf Darstellungsebene zu beschreiben sind.

⁴⁹⁹ Als klassisch ist das von ROYCE vorgestellte *Wasserfallmodell* anzusehen. Vgl. Royce, W. (1970). Von diesem haben sich weitere Vorgehensmodelle gebildet, wie das *Spiralmodell*, das *Fountain-Modell* sowie das *Prototyping*. Vgl. Balzert, H. (1998), S. 97 ff. Jüngere Arbeiten befassen sich insbesondere mit Vorge-

techniken zur Konstruktion von Informationsmodellen erfolgt erst mit zunehmender Verwendung von Informationsmodellen in Einsatzgebieten außerhalb der Anwendungssystementwicklung. Problemlösungstechniken der Informationsmodellierung werden hier auf jeweils spezifische Ziele hin konzipiert, die zumeist aus betriebswirtschaftlichen Aufgabenstellungen abgeleitet werden.⁵⁰⁰

Eine eigenständige Bedeutung erlangen auch Problemlösungstechniken der Referenzmodellierung, in denen – in enger Anlehnung an den Methodenbegriff – Regeln zu beschreiben sind, die das zur Konstruktion von Referenzmodellen auszuführende Verhalten betreffen.⁵⁰¹ Die im State-of-the-Art vorliegenden Beiträge lassen dabei ein typisches Profil dieser Problemlösungstechniken erkennen. In Abb. 48 wird dieses Profil in der eingeführten Typologie von Problemlösungstechniken⁵⁰² eingetragen.⁵⁰³

Merkmal	Ausprägung	
	Ergebnissicherung	Ungesichert	Gesichert
Wiederholung	Wasserfallartig	Iterativ
Richtung	Unidirektional	Rückgekoppelt
Dekomposition	Linear	Parallelisiert
Technologiebezug	Technologiespezifisch	Technologieneutral

Legende
 Zutreffende Merkmalsausprägung

Abb. 48: Typisches Profil von Problemlösungstechniken zur Konstruktion von Referenzmodellen

hensmodellen für spezielle Entwicklungsbereiche, wie multimedialen (Lern-)Softwareprodukten, vgl. z. B. Seufert, S. (1996), S. 87 ff. oder Web Engineering. Einen Überblick geben z. B. GAEDKE/GRÄF. Verglichen werden z. B. das Hypertext Design Model (HDM), die Object Oriented Hypermedia Design Method (OOHDM), die Relationship Management Method (RMM) und die Web Site Design Method (WSDM). Vgl. Gaedke, M., Gräf, G. (2000), S. 23-26.

⁵⁰⁰ Zu nennen sind insbesondere Beispiele, in denen Informationsmodelle zur Unterstützung betriebswirtschaftlicher Aufgaben konstruiert werden. Ein besonderes Potenzial wird Informationsmodellen diesbezüglich als Basis organisatorischer Reorganisationsmaßnahmen beigemessen. Vgl. z. B. die ARIS-Vorgehensmodelle zur Geschäftsprozessoptimierung bei Heib, R. (1998), S. 149-153, zur ISO 9000-Zertifizierung bei Helling, K. (1998), S. 155-161 und zum Knowledge Process Reengineering bei Allweyer, T. (Wissensmanagement) (1998), S. 164-168. Zu weiteren Vorgehensmodellen vgl. z. B. das Modell zum prozessmodellbasierten Change Management bei vom Brocke, J. (2000). Vgl. auch Schütte, R., Pettkoff, B. (1997), Kugeler, M. (2000).

⁵⁰¹ In den theoretischen Grundlagen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen sind Methoden als Regelmengen eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 3.3.2 dieser Arbeit.

⁵⁰² Die Typologie von Problemlösungstechniken ist im methodenbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens eingeführt worden. Sie zeigt mögliche Strukturmerkmale des durch das Regelwerk gestalteten Problemlösungsverhaltens auf. Vgl. hierzu Kapitel 3.3.2.2 dieser Arbeit.

⁵⁰³ Die identifizierten Merkmalsausprägungen werden sowohl durch vorliegende Vorgehensmodelle als auch durch einzelne Abschätzungen von Anforderungen an die Modelle belegt. Zu Vorgehensmodellen vgl. Schütte, R. (1998), S. 184 ff., Maicher, M. (1998), S. 116, Schwegmann, A. (1999), S. 165 ff., Schlagheck, B. (2000), S. 77. Abschätzungen von Anforderungen finden sich bei Schütte, R. (1998), S. 313 ff., Schlagheck, B. (2000), S. 85, Schwegmann, A. (1999), S. 183 f.

Wegen des fachlichen und subjektiven Abstimmungsbedarfs wird ein *iteratives* Vorgehen nahe gelegt. Vorgehensmodelle beschreiben daher ineinander greifende Zyklen der Konstruktion und Anwendung von Referenzmodellen. Je nach Umfang der in einem Iterationszyklus zu durchlaufenden Phasen werden zudem *Rückkopplungen* vorgesehen. Aufgrund der zahlreichen Dekompositionsmöglichkeiten des Konstruktionsprozesses sind Parallelisierung von Abläufen typisch. Durch Ergebnismodelle einzelner Phasen sowie dezidiert Phasen der Qualitätssicherung und Evaluation wird auf ein *gesichertes* Vorgehen abgezielt.

Die Profilerkmale helfen, die zur Konstruktion von Referenzmodellen entwickelten Problemlösungstechniken gegenüber Klassen anderer Ansätze abzugrenzen. Weitere Konkretisierungen können aus dem spezifischen Methodenziel und den hierzu vorzusehenden typischen Strukturausprägungen abgeleitet werden:

Einbettung der Sprachanwendung: Die Beschreibung von Verhaltens- und Eigenschaftsmodellen mit semi-formalen Sprachen der Informationsmodellierung stellt zwar den Kern des Referenzmodells dar, ist jedoch in vor- und nachgelagerte Aufgaben einzubetten. Vorgelagert sind Phasen zur *Identifikation* und *Strukturierung* des Modellgegenstands, in denen insbesondere Anforderungen des Varianten- und Subjektivitätsmanagements zu berücksichtigen sind. Durch ihre normierende Wirkung sind sie zudem von vornehmlicher Bedeutung für die Akzeptanz des Modells und damit für die Effektivität des Konstruktionsprozesses. Nachgelagerte Aufgaben betreffen die *Komplettierung* des Modells sowie die *Evaluation* des Anwendungserfolgs, deren Ergebnisse neue Konstruktionszyklen initiieren werden.

Berücksichtigung der Anwendung von Referenzmodellen: Trotz expliziter Positionierung und Bezeichnung der Ansätze als Modelle zur Referenzmodellierung schließen die Modelle die *Anwendung* von Referenzmodellen mit ein. Als Begründungen hierfür werden insbesondere die Vielzahl verfügbarer Referenzmodelle sowie die mit der Anwendung verbundene Aufgabe der Konfiguration des Referenzmodells angeführt.⁵⁰⁴

In Konkretisierung der hier herausgestellten gemeinsamen Strukturmerkmale werden Problemlösungstechniken in Arbeiten zum objektorientierten und nicht-objektorientierten Ansatz entwickelt.⁵⁰⁵ Dabei ist – stärker noch als hinsichtlich der Darstellungstechniken – festzustellen, dass sich die Vorgehensweisen in den für die Referenzmodellierung typischen Aspekten nur geringfügig unterscheiden.⁵⁰⁶ Der State-of-the-Art wird wesentlich durch das von SCHÜTTE entwickelte Vorgehensmodell geprägt, das – obwohl es für nicht objekt-orientierte Referenzmodelle konzipiert ist – auch als maßgebliche Grundlage der Arbeiten zur Objektorientierung von SCHWEGMANN und SCHLAGHECK dient.⁵⁰⁷ Keines der bisher abgeschlossen vorgestellten Vorgehensmodelle berücksichtigt allerdings das

⁵⁰⁴ Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 86, Schütte, R. (1998), S. 309 ff. Der Begriff der Modellierung wird in diesen Arbeiten als die Konstruktion von Modellen eingeführt. Vgl. auch Fn. 96.

⁵⁰⁵ Da die objektorientierten und nicht-objektorientierten Ansätze in der Informationsmodellierung vergleichsweise kategorisch unterschieden werden, liegen auch bereits zur Konstruktion allgemeiner Informationsmodelle differenzierte Problemlösungstechniken vor. Zu nicht-objektorientierten Ansätzen zählen etwa die Strukturierte Analyse (SA) sowie die Real Time Analysis (RT), vgl. Balzert, H. (2000), S. 453 ff. sowie das ARIS-Phasenmodell, vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 38 und das ARIS – House of Business Engineering, vgl. Schütte, R. (1998), S. 54 ff. Als dezidierte Techniken zum objektorientierten Paradigma gelten die objektorientierte Analyse (ooA), Design (ooD) und Realisierung (ooR). Vgl. Booch, G. (1991), S. 200. Im Zusammenhang mit UML wird der Rational Unified Process (RUP) verwendet, vgl. Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1999), Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J. (1998), Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1998).

⁵⁰⁶ Zu diesem Ergebnis kommt auch SCHWEGMANN bei der Evaluation der von ihm entwickelten Problemlösungstechnik zur Konstruktion objektorientierter Referenzmodelle. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 183.

⁵⁰⁷ Zu Entwicklungen von Vorgehensmodellen, die auf das Modell von SCHÜTTE Bezug nehmen vgl. Maicher, M. (1998), S. 116, Schlagheck, B. (2000), S. 77, Schwegmann, A. (1999), S. 165.

Subjektivitätsmanagement. Die hierzu relevanten Schritte beschreiben BECKER ET AL. in einem Vorgehensmodell zum Subjektivitätsmanagement in der Referenzmodellierung, das in Ergänzung allgemeiner Vorgehensmodelle verwendet werden kann.

Aufgrund der vorzufindenden Ausgangssituation setzen die folgenden Untersuchungen in dem von SCHÜTTE entwickelten Vorgehensmodell an. Von diesem ausgehend werden Unterschiede hinsichtlich der Konstruktion objektorientierter Referenzmodelle anhand des Vorgehensmodells von SCHLAGHECK aufgezeigt, in dem zugleich das von SCHWEGMANN vorgeschlagene Modell berücksichtigt wird. Die durch das Subjektivitätsmanagement zusätzlich vorzusehenden Arbeitsschritte werden anhand des Vorgehensmodells von BECKER ET AL. vorgestellt.

4.3.4.2 Standardmodell für nicht-objektorientierte Referenzmodelle nach SCHÜTTE

Zur Berücksichtigung des wissenschaftstheoretischen Stellenwerts der Referenzmodellierung in der Wirtschaftsinformatik setzt das Modell nach SCHÜTTE an Erkenntnissen der Theoriebildung an. Die Entwicklung des Vorgehensmodells erfolgt in drei Schritten: Den Ausgangspunkt bildet die strukturalistische Theorienformulierung, aus der die für Theorien konstitutiven Bestandteile abgeleitet werden.⁵⁰⁸ Unter zusätzlicher Berücksichtigung des für die Wirtschaftsinformatik typischen handlungsgeprägten Vorgehens werden Phasen der Theorieentwicklung gestaltungsorientierter Forschung aufgestellt.⁵⁰⁹ Die Konkretisierung der Phasen hinsichtlich der spezifischen Aufgaben der Konstruktion von Referenzmodellen führt zu dem von SCHÜTTE beschriebenen Vorgehensmodell zur Referenzmodellierung. Das Modell wird in Abb. 49 visualisiert. Die einzelnen Phasen des Modells sind im Folgenden vorzustellen, wobei auf die für das Vorgehen typischen Arbeitsschritte und Teilergebnisse im Innenverhältnis der Phasen einzugehen ist.

1. Phase: Problemdefinition

Den Ausgangspunkt bildet ein multipersoneller Einigungsprozess über das Problem, das durch das Referenzmodell zu behandeln ist.⁵¹⁰ Als Ergebnis der Einigung ist eine Problemdefinition zu erarbeiten, die durch Festlegung von Namenskonventionen, der Erstellung argumentenbasierter Dokumentationen und der Formulierung von Problemtypen zu operationalisieren ist. Hinsichtlich der Namenskonventionen sind Standards für spezifische Informationsobjekttypen⁵¹¹ und den zwischen ihnen bestehenden grammatikalischen

⁵⁰⁸ Zur Einführung vgl. Stegmüller, W. (Philosophie) (1980), Bühl, W. L. (1980), S. 609 ff., Petkoff, B. (1999), S. 265 ff. Zur Anwendung auf die Produktionstheorie vgl. Zelewski, S. (1993), S. 94 ff., Zelewski, S. (1994), S. 907 ff. Zu weiteren für das Modell von SCHÜTTE grundlegenden Arbeiten zum Strukturalismus vgl. Schütte, R. (1998), S. 178 ff.

⁵⁰⁹ Dabei geht nicht die Theorie der Gestaltung, sondern umgekehrt die Gestaltung der Theorie voraus. Erkenntnisse werden durch Anwendung von Gestaltungsergebnissen gewonnen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 181 ff. und die dort zitierte Literatur. Im Kontext der Gestaltungsorientierung finden sich auch die Bezeichnungen der „handlungswissenschaftlichen“ Prägung, Schütte, R. (1998), S. 181. Auch die Verbindung zum Pragmatismus wird gezogen. Vgl. z. B. Rautenstrauch, C. (1993), S. 3.

⁵¹⁰ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 189-206.

⁵¹¹ Der Begriff des *Informationsobjekts* differenziert nicht zwischen der im konzeptionellen Bezugsrahmen eingeführten Unterscheidung zwischen *Sprachkonstrukten* und deren Anwendung in *Sprachaussagen*. Hier sind Konventionen für Sprachaussagen intendiert. Die von SCHÜTTE behandelten Beispiele beziehen sich auf die in seinem Ansatz zugrunde gelegten Sprachen des ER- und EPK-Diagramms. Entsprechend unterscheidet er Prozesse, Zustände/Ereignisse, Prozessobjekte, E-Typen und R-Typen. Vgl. insbesondere das Datenmodell zu Bezeichnungen von Informationsobjekten bei Schütte, R. (1998), S. 193.

Beziehungen⁵¹² sowie Regeln zur unternehmensspezifischen Ableitung von Begriffen aus dem Referenzmodell anzugeben.⁵¹³ Die argumentenbasierte Dokumentation dient der Unterstützung des multipersonellen Abstimmungsprozesses, indem die zur Entscheidung führenden Argumente strukturiert dokumentiert werden. Die Ergebnisse der Problemdefinition sind durch Angabe der im Referenzmodell zu behandelnden Problemtypen zu verdichten. Zur Beschreibung eignen sich Klassifikationsschemata von Unternehmen (z. B. Branchenklassifikationen), zu denen allerdings bemängelt wird, dass weder Theorien noch Standards vorliegen.

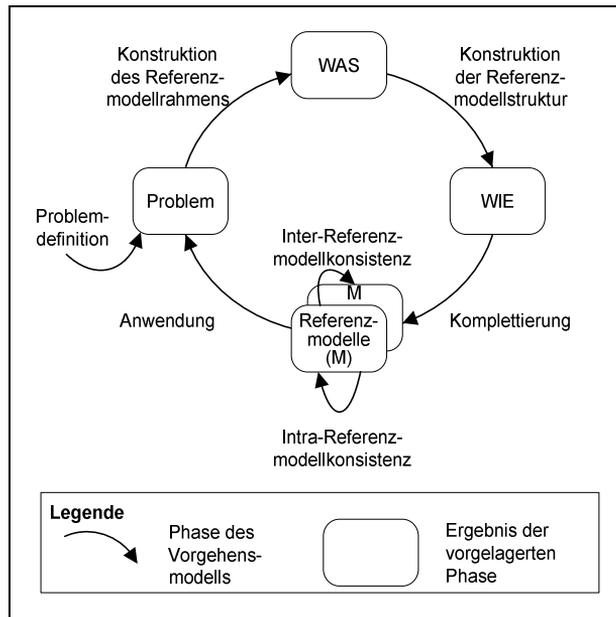


Abb. 49: Vorgehensmodell zur Referenzmodellierung von SCHÜTTE⁵¹⁴

2. Phase: Konstruktion des Referenzmodellrahmens

Ausgehend von dem für die Konstruktion definierten Problem ist das „WAS“ des Referenzmodells zu gestalten.⁵¹⁵ Hierin sieht SCHÜTTE die für eine Klasse von Unternehmen identischen Probleme, aus denen die unternehmensspezifischen Modelle als Varianten des Referenzmodells abgeleitet werden.⁵¹⁶ Im Einzelnen sind die Variantendarstellung auf

⁵¹² Beziehungen betreffen Fragen der Komposition von Wörtern zur Bezeichnung von Informationsobjekten. Zu Beispielen vgl. Schütte, R. (1998), S. 192 f.

⁵¹³ Anzugeben ist etwa die Auflösungsrichtung im Referenzmodell vorgehaltener Sprachhierarchien, die top down oder bottom up erfolgen kann. Zur Diskussion von alternativen Regeln vgl. Schütte, R. (1998), S. 194 ff.

⁵¹⁴ Schütte, R. (1998), S. 185. Die Bezeichnungen *Vorgehensmodell* und *Referenzmodellierung* sind aus dem Original übernommen worden.

⁵¹⁵ Im Sinne der strukturalistischen Theorienformulierung stellen diese die partiell potenziellen Modelle dar, die sich durch Elimination T-theoretischer Größen aus potenziellen Modellen ergeben. Beide gehören neben den Modellen und den Querverbindungen zum sog. Theoriekern. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 178 ff. und die dort zitierte Literatur. Zur Phase der Konstruktion des Referenzmodellrahmens vgl. Schütte, R. (1998), S. 207-234.

⁵¹⁶ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 187. Die Ableitung von Problemen aus dem Problem wird hier im Sinne einer Problemstrukturierung im Innenverhältnis interpretiert.

Problemebene vorzunehmen, organisatorische Basiseinheiten zu beschreiben und der Referenzmodellaufbau zu entwickeln. Ergänzend sind Prüfungen hinsichtlich der Nutzung eines Master-Referenzmodells und der Vollständigkeit der Variantenmerkmale durchzuführen.

Zur Variantendarstellung sind die im Referenzmodell zu verwendenden Informationsobjekte in Abhängigkeit zu relevanten Konfigurationsmerkmalen zu setzen.⁵¹⁷ Hierzu werden Klassen gebildet, die ein oder mehrere Merkmale repräsentieren und denen Informationsobjekte zugeordnet werden können. Als (organisatorische) Basiseinheiten sind Datenmodelle zu konstruieren, die relevante Organisationseinheiten der späteren Anwendung und deren Beziehungen zueinander darstellen.⁵¹⁸ Mit der Entwicklung des Referenzmodellaufbaus ist die innere Aufbaustruktur des Referenzmodells zu gestalten, wozu als Ordnungsrahmen Prozessobjektauswahlmatrizen eingesetzt werden.

Als Master-Referenzmodelle bezeichnet SCHÜTTE Modelle, die unabhängig von jeder Unternehmensklassifizierung Modellbausteine enthalten, die bei der Konstruktion von Referenzmodellen verwendet werden können und somit Referenzmodellen übergeordnet sind.⁵¹⁹ Sie beschreiben Standardkonstruktionen, die sich aus (Informations-)Objekten, Aufgaben und dem (Anwendungs-)Kontext zusammensetzen⁵²⁰ und dabei unabhängig von Aspekten spezifischer Organisation, (Informations-)Technologie, Ausführungsreihenfolgen und Aufgabenträger sind. In der Nutzung von Master-Referenzmodellen werden insbesondere Potenziale hinsichtlich der Standardisierung und Produktivitätssteigerung gesehen. Mit der konstruktionsbegleitenden Prüfung sind die in der Phase der Problemdefinition vergebenen Merkmale zur Modellkonfigurierung auf ihre Vollständigkeit hin zu untersuchen.

3. Phase: Konstruktion der Referenzmodellstruktur

Mit der Konstruktion der Referenzmodellstruktur erfolgt die Definition des „WIE“ des Referenzmodells, wozu die im Referenzmodellrahmen deklarierten Modelle mithilfe einer Sprache darzustellen sind.⁵²¹ Im Einzelnen sind die zu Prozessobjekten relevanten Prozess- und Datenmodelle zu konstruieren und miteinander zu verbinden sowie eine konstruktionsbegleitende Prüfung anzuschließen.

Als Sprache werden EPK- und ER-Diagramme in der um die Variantendarstellung erweiterte Form verwendet. Hinsichtlich ihrer Verbindung sind Regeln zur Sicherung der

⁵¹⁷ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 209 ff. sowie insbesondere das Datenmodell zur Klassifikation von Objekten, Schütte, R. (1998), S. 210. Neben Konfigurationsmerkmalen sind Bewertungsmerkmale zu vergeben, die der Analyse bestehender Situationen dienen. Konfigurations- und Bewertungsmerkmal nehmen eine totale disjunkte Spezialisierung von Merkmalen ein.

⁵¹⁸ Neben Organisationseinheiten sind weitere Basiseinheiten möglich. Als solche könnten das Artikelmodell für Handelsinformationssysteme, vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 135 ff. oder auch Kontenstrukturen, vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 371, angesehen werden. Die Entscheidung, eine Einheit zur Basis zugehörig zu kennzeichnen, ist offensichtlich vom betrachteten Bezugssystem abhängig. Beispiele hierzu finden sich im Referenzmodell für Handelsinformationssysteme von BECKER/SCHÜTTE. Sie beschreiben organisatorische Basiseinheiten zur Einkaufsorganisation, Lagerorganisation und Vertriebsorganisation. Vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 123 ff.

⁵¹⁹ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 212. Er grenzt sich damit von dem bei BECKER/SCHÜTTE und ROSEMANN vertretenen Begriff ab, die unter Master-Referenzmodellen die Obermenge komponierter Referenzmodelle verstehen. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 35 f., Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 22.

⁵²⁰ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 212. Die Struktur der zu beschreibenden Elemente ist in einem Datenmodell zusammengefasst. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 213.

⁵²¹ Im Kontext der strukturalistischen Theorienformulierung erfolgt die Beschreibung mithilfe einer formalen Sprache, womit potenzielle Modelle entstehen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 187. Zur Phase der Konstruktion der Referenzmodellstruktur vgl. ausführlich Schütte, R. (1998), S. 235-291.

sprachlichen, strukturellen und merkmalsbezogenen Konsistenz zu berücksichtigen.⁵²² Zur sprachlichen Konsistenz sind z. B. Substantive der Prozessobjektbezeichnung im zugehörigen Datenmodell zu erklären. Hinsichtlich der strukturellen Konsistenz ist zu gewährleisten, dass zu jedem Buildtime-Operator im Datenmodell ein korrespondierender Buildtime-Operator im Prozessmodell existiert, damit analoge Parametrisierungsspielräume gegeben sind. Für die merkmalsbezogene Konsistenz wird vorgeschlagen, Merkmalsausprägungen auf Ebene des Buildtime-Prozessobjekts zu definieren, um in korrespondierenden Daten- und Prozessmodellen einheitliche Merkmalsausprägungen zu verwenden. Zur konstruktionsbegleitenden Prüfung ist eine exemplarische Konfigurierung des Referenzmodells vorzunehmen, um es auf Vollständigkeit zu untersuchen.

4. Phase: Komplettierung

Mit Fertigstellung der Modellstruktur wird davon ausgegangen, dass eine angemessene Lösung des Problems vorliegt, die allerdings durch die Aufnahmen von Querverbindungen und quantitativen Größen zu komplettieren ist.⁵²³

Querverbindungen sind im Innenverhältnis (Intra-Referenzmodellbeziehungen) und im Außenverhältnis (Inter-Referenzmodellbeziehungen) herzustellen. *Intra-Referenzmodellbeziehungen* bestehen als Abhängigkeiten zwischen Prozessobjekten und werden durch „depends-on-Beziehungen“ mit gerichteten Kanten in der Prozessobjektauswahlmatrix eingezeichnet.⁵²⁴ Existieren sie zwischen zwei Prozessobjekten unterschiedlicher Hierarchieebenen, liegen *vertikale* Inter-Buildtime-Prozessobjektabhängigkeiten vor. Weisen mindestens zwei Prozessobjekte einer Hierarchieebene logische Abhängigkeiten zueinander auf, bestehen *horizontale* Inter-Buildtime-Prozessobjektabhängigkeiten. Schließlich können auch Abhängigkeiten zwischen Eigenschaften *eines* Prozessobjekts bestehen, die als *Intra-Buildtime-Prozessobjektabhängigkeiten* bezeichnet werden. Hiermit sind zum einen wiederum die Beziehungen zwischen Prozess- und Datenmodellen angesprochen⁵²⁵ und zum anderen Abhängigkeiten, die dadurch entstehen, dass Merkmale zur Konfiguration nicht unabhängig voneinander sind. Mit *Inter-Referenzmodellbeziehungen* wird berücksichtigt, dass das betrachtete Referenzmodell zwar isoliert entwickelt wurde, jedoch inhaltlich vielfache Beziehungen zu anderen Referenzmodellen im Umfeld bestehen. Entsprechend sind nachträglich Schnittstellen zwischen den Referenzmodellen zu beschreiben, wozu allerdings keine methodische Unterstützung angegeben wird.⁵²⁶ Die Aufnahme *quantitativer Größen* wird vorgenommen, um Beurteilungen des Referenzmodells anhand von Messvorschriften zu ermöglichen.⁵²⁷ Hierzu ist vorgesehen, Ziele in das Referenzmo-

⁵²² Insbesondere zur strukturellen Konsistenz werden mehrere Regeln formuliert, deren Wiederholung hier inadäquat erscheint. Zur Veranschaulichung der zu leistenden Konstruktionsaufgabe werden Beispiele vorgestellt. Zur ausführlichen Darstellung vgl. Schütte, R. (1998), S. 277 ff. Eine vollständige Darstellung von Regeln zur Sicherung der Integration zwischen Eigenschafts- und Verhaltensmodellen wird im Rahmen der Entwicklung der Methode zur Konstruktion verteilter Referenzmodelle vorgestellt. Gesondert werden auch Fragestellungen der Integration in Konstruktionsbeziehungen zwischen Modellen verfolgt.

⁵²³ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 291. Zur Phase der Komplettierung vgl. ausführlich Schütte, R. (1998), S. 291-308.

⁵²⁴ Der Beziehungstyp wird durch Beispiele eingeführt. Vgl. hierzu Schütte, R. (1998), S. 294-296.

⁵²⁵ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 295 in Verbindung mit den Ausführungen zur Korrespondenz von Referenzprozess- und Referenzdatenmodellen, Schütte, R. (1998), S. 277 ff.

⁵²⁶ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 291 sowie die Einführung bei Schütte, R. (1998), S. 299. Als Anhaltspunkt wird die Orientierung an Merkmalen nahe gelegt. Auch auf die Schwierigkeit von Überlappungen sowie die Gefahr vermeintlicher Entsprechungen bei Bezeichnungsanalogien trotz kontextspezifisch divergierender Bedeutung wird hingewiesen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 299.

⁵²⁷ Intendiert wird damit die Überprüfung der mit dem Referenzmodell aufgestellten Theorie. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 300 ff. Nicht beabsichtigt ist es somit, einen Bezugspunkt zur Ableitung von Kalkulationen auf Basis des Referenzmodells in dessen Anwendungen zu unterstützen. Hierzu könnten z. B. quantitative Größen in das Referenzmodell aufgenommen werden, die – nach Ableitung des Modells – in einer prozessmodellbasierten Prozesskostenrechnung wieder verwendet würden.

dell aufzunehmen, die hinsichtlich der Systeme Umwelt, Unternehmensklasse und Unternehmen differenziert zu definieren sind. Als methodischen Beitrag schlägt SCHÜTTE die Durchführung eines referenzmodellgestützten Benchmarking vor.⁵²⁸ Er beschreibt hiermit ein Konzept zur Durchführung von Vergleichen zwischen den im Referenzmodell für eine Klasse von Unternehmen erfassten quantitativen Richtgrößen mit dem im unternehmensspezifischen Fall beobachteten Istzustand.

5. Phase: Anwendung

Zur Phase der Anwendung von Referenzmodellen werden zwei separate Vorgehensmodelle vorgestellt: eines zur referenzmodellgestützten Analyse und Verbesserung von Istsituationen; ein anderes zur referenzmodellgestützten Modellkonstruktion.⁵²⁹ Beide Vorgehensmodelle orientieren sich ebenfalls an den theoriekonstituierenden Komponenten, die jeweils auf die spezifische Form der Anwendung übertragen werden (vgl. Abb. 50).

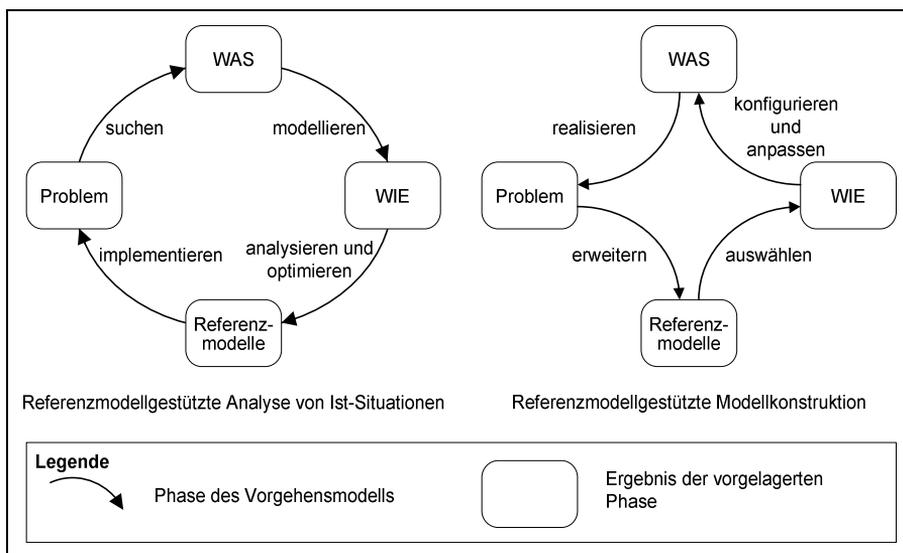


Abb. 50: Vorgehensmodelle zur Anwendung von Referenzmodellen von SCHÜTTE⁵³⁰

⁵²⁸ Unter Benchmarking versteht SCHÜTTE den Vergleich einer Istsituation mit einem Sollzustand. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 301. Anzumerken ist, dass dieses Verständnis das Gesamtspektrum des Benchmarking auf einen besonderen Fall verkürzt. Benchmarking ist auf einen Ansatz der Xerox Corporation zurückzuführen, der im Rahmen von Verbesserungsmaßnahmen entwickelt wurde. Eingeführt wurde es durch CAMP, vgl. Camp, R. C. (1989), S. 6-8. Eine Zusammenstellung von Arbeiten nimmt LAMLA vor. Vgl. Lamla, J. (1995). Allgemein ist Benchmarking als eine Methode zur Informationsgewinnung durch systematisches Vergleichen eines Analyseobjektes (des eigenen Unternehmens) mit einem Vergleichsobjekt zu verstehen. Zu einzelnen Definitionen vgl. Camp, R. C. (1989), S. 10-15, S. 60-65, Watson G. H. (1992), S. 10, Horváth, P., Gleich, R. (1998), S. 325-326. Zu einer systematischen Gegenüberstellung vgl. Lamla, J. (1995), S. 31-38.

⁵²⁹ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 309-319 ff. Neben den hier vorgestellten Vorgehensmodellen nimmt SCHÜTTE auf die Adaption von Referenzmodellen in den Formen der Konfiguration und Anpassung Bezug. Wegen ihrer allgemeinen methodischen Bedeutung, insbesondere auch für die Sprachen der Konstruktion von Referenzmodellen, sind sie in dieser Untersuchung bereits in den Ausführungen zum Profil von Methoden zur Referenzmodellierung dargestellt worden.

⁵³⁰ Zum Vorgehensmodell zur referenzmodellgestützten Analyse von Istsituationen vgl. Schütte, R. (1998), S. 310. Zum Vorgehensmodell zur referenzmodellgestützten Modellkonstruktion vgl. Schütte, R. (1998), S. 314.

Bei der Analyse und Verbesserung von Istsituationen werden durch die Erhebung von Prozessen (*Was?*) Ursachen für ein unternehmensspezifisch wahrgenommenes Problem gesucht. Identifizierte Prozesse werden priorisiert und modelliert (*Wie?*) sowie daraufhin gegenüber dem Referenzmodell analysiert und optimiert.

Bei der referenzmodellgestützten Modellkonstruktion sind relevante Anwendungsbereiche eines Referenzmodells auszuwählen (*Was?*) und ihre Prozessobjekte hinsichtlich der Umsetzung im Unternehmen zu konfigurieren und anzupassen (*Wie?*). Führt die Ausführung der aus dem Referenzmodell abgeleiteten Prozesse zu Problemen, sind Erweiterungen des unternehmensspezifischen Modells und i. d. R. auch des Referenzmodells vorzunehmen.

4.3.4.3 Besonderheiten der Konstruktion objektorientierter Referenzmodelle

Zur Entwicklung objektorientierter Referenzmodelle liegen Vorgehensmodelle von SCHWEGMANN und SCHLAGHECK vor. Stellvertretend ist der Beitrag von SCHLAGHECK darzustellen. Zum einen verfolgt er die Zielsetzung, besondere inhaltliche und methodische Aspekte der Entwicklung und Anwendung objektorientierter Referenzmodelle handlungsorientiert zusammenzufassen.⁵³¹ Zum anderen werden in diesem Ansatz sowohl die Arbeiten von SCHÜTTE als auch von SCHWEGMANN berücksichtigt.

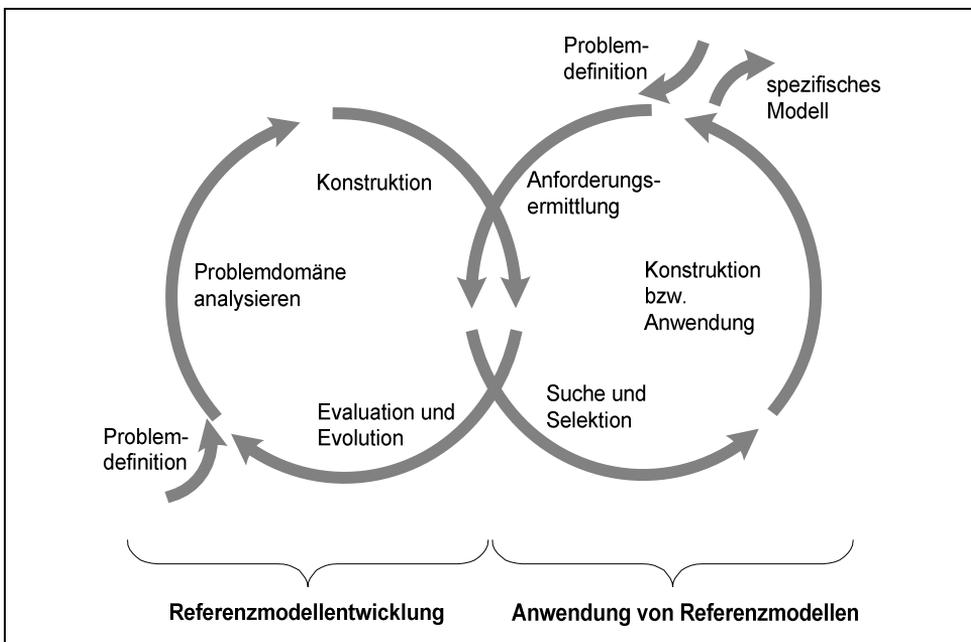


Abb. 51: Vorgehensmodell zur Entwicklung und Anwendung objektorientierter Referenzmodelle von SCHLAGHECK⁵³²

⁵³¹ In der Arbeit von SCHLAGHECK dient das Vorgehensmodell als methodische Basis für die Entwicklung objektorientierter Referenzmodelle für das computergestützte Prozess- und Projektcontrolling sowie für deren Anwendung. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 77-91.

⁵³² Schlagheck, B. (2000), S. 78.

Wesentliches Merkmal des Vorgehensmodells ist die gleichgewichtige Gegenüberstellung eines Entwicklungs- und Anwendungskreislaufs in der Struktur eines Doppelkreissystems. Schnittstellen beider Kreisläufe sind entwicklungsseitig mit der *Bereitstellung* des Konstruktionsergebnisses und der *Evolution* des Anwendungserfolgs sowie anwendungsseitig mit der *Anforderungsermittlung* und der *Selektion* adäquater Referenzmodelle gegeben. Innerhalb dieser Struktur stimmen die Gestaltungen einzelner Phasen grundsätzlich mit dem für nicht-objektorientierte Referenzmodelle konzipierten Vorgehen überein. Im Folgenden sind daher die durch die Objektorientierung induzierten Änderungen herauszustellen.

Analyse der Problemdomäne: In der Phase der Analyse der Problemdomäne wird die Bedeutung des Aufbaus einer Wissensbasis betont.⁵³³ Ursachen können in den Schwierigkeiten der objektorientierten Strukturierung des Gegenstands liegen. So stellen bereits Arbeiten zur objektorientierten Anwendungssystementwicklung die Probleme hinsichtlich des Vorgehens zur Identifikation von Objekten heraus.⁵³⁴ Ein profundes Wissen über relevante Eigenschaften und Verhaltensweisen von Objekten des Anwendungsbereichs ist erforderlich, um eine adäquate Klassenbildung vorzunehmen.⁵³⁵ Für den Aufbau der Wissensbasis wird ein deduktives Vorgehen vorgeschlagen, in dem eine stufenweise Ausgrenzung und Zerlegung des Modellgegenstands erfolgt.⁵³⁶ Zur methodischen Unterstützung schlägt SCHWEGMANN Checklisten vor, während SCHLAGHECK die Nutzung des in UML gegebenen Diagrammtyps der Anwendungsfälle (Use Cases) als leistungsfähiger erachtet.⁵³⁷

Konstruktion des Referenzmodells: Hinsichtlich der Konstruktion des Referenzmodells legt SCHLAGHECK für den objektorientierten Fall eine stufenweise Erstellung der Modelle nahe, die er von der im nicht-objektorientierten Fall möglichen unabhängigen Erstellung der strukturellen und dynamischen Modelle abgrenzt.⁵³⁸ In einer iterativen und inkrementellen Vorgehensweise werden ausgehend von dem Architekturrahmen⁵³⁹ des Referenzmodells Anwendungsfälle mithilfe von Aktivitätsdiagrammen konkretisiert. Aktivitätsdiagramme liegen zunächst vereinfacht vor, indem insbesondere anstelle einer vollständigen Variantendarstellung die Erfassung relevanter Fallunterscheidungen als hinreichend erachtet wird. In weiteren Iterationsstufen werden die Aktivitätsdiagramme überarbeitet und um Varianten ergänzt. Liegen diese in einem Zustand vor, der als hinreichend stabil erachtet wird, werden Analyseklassen zur Darstellung der statischen Struktur identifiziert; darauf-

⁵³³ Obwohl der Aufbau einer Wissensbasis auch in nicht-objektorientierten Konstruktionen Vorteile bietet, wird dieser Aspekt in Problemlösungstechniken des objektorientierten Ansatzes als Charakteristikum hervorgehoben. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 80, Schwegmann, A. (1999), S. 167.

⁵³⁴ Vgl. Appelfeller, W. (1995), S. 151, Meyer, B. (1997), S. 719. Zur Lösung werden in der Literatur zur Konstruktion objektorientierter Modelle Heuristiken beschrieben. Vgl. Meyer, B. (1997), S. 731 ff. Grundlegend ist die sog. *Hauptwort-* oder *Subjektmethode* nach ABBOTT, die auch RUMBAUGH ET AL. verwenden. Vgl. Abbott, R. (1983), S. 887, Rumbaugh, J. et al. (1991), S. 153 ff.

⁵³⁵ Insbesondere die Problematik der Findung von Methoden und deren Zuordnung zu Klassen ist typisch und wird ebenfalls durch Heuristiken unterstützt. Vgl. Meyer, B. (1997), S. 725 ff.

⁵³⁶ Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 80, Schwegmann, A. (1999), S. 167 f.

⁵³⁷ Die in *Checklisten* erfassten Aspekte sind zusätzlich hinsichtlich der Anforderungen der Modellnutzer zu gewichten. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 167 f. Zur Verwendung von *Use Cases* vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 80. SCHWEGMANN lehnt hingegen die Verwendung von *Use Cases* explizit ab, da nur einfache Prozesse abzubilden seien sowie eine Integration mit Klassenmodellen fehle. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 124 f. Anzumerken ist allerdings, dass beide Aspekte auch bei Checklisten nicht gegeben sind.

⁵³⁸ *Strukturelle* und *dynamische* Modelle entsprechen in der mit dieser Arbeit eingeführten Terminologie Eigenschafts- und Verhaltensmodellen auf Typebene. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 81. Dass eine Abkehr von den im nicht-objektorientierten Fall vorgestellten Vorgehensweisen nicht zwingend ist, betont SCHWEGMANN. Auch er erachtet entsprechende Anpassungen jedoch als vorteilhaft. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 168 ff.

⁵³⁹ SCHLAGHECK verwendet die Bezeichnungen Architekturrahmen, Ordnungsrahmen und Modellsystemstruktur für alternative Darstellungstechniken des Referenzmodellenaufbaus im Sinne SCHÜTTES. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 56 f.

hin werden sie vervollständigt sowie um Beziehungen zu anderen Klassen ergänzt. Die Konstruktion des Klassenmodells erfordert ein hohes Maß an Kreativität und erfolgt so in mehreren Iterationszyklen.⁵⁴⁰

Variantendarstellung: Zur Variantendarstellung entwickelt SCHWEGMANN einen Ansatz, in dem er die für Klassendiagramme typischen Vererbungsbeziehungen durch Spezialisierung auf die Ableitung von Varianten überträgt.⁵⁴¹ Er bildet Basismodelle, die variantenneutrale Beschreibungen als generelle Konstruktionen darstellen und aus denen merkmalsgesteuerte Varianten als spezialisierte Erweiterungsmodelle abgeleitet werden. Auf diese Weise werden die in der Objektorientierung gegebenen Möglichkeiten der freien Erweiterung und der Überschreibung geerbter Verhaltensweisen und Eigenschaften mit der Intention des merkmalsgesteuerten Variantenmanagements verbunden. Die Auswahl einer Konstruktionstechnik ist somit situationsspezifisch vorzunehmen.

Anwendung von Referenzmodellen: Die Anwendung von Referenzmodellen erfolgt unter Berücksichtigung typischer Vorgehensmodelle zur objektorientierten Konstruktion von Informationsmodellen. Hinsichtlich des Unified Process (UP) werden Referenzmodelle – innerhalb der zweidimensionalen Architektur – in den Phasen der *Konzeptualisierung* und des *Entwurfs* sowie in den Kernprozessen der *Geschäftsmodellierung* und *Anforderungsermittlung* angewendet.⁵⁴² Die Besonderheiten der Vorgehensmodelle sind in den Phasen der *Anforderungsermittlung* zu berücksichtigen und setzen sich bis zur *Konstruktion* des spezifischen Modells fort.

4.3.4.4 Besonderheiten der Konstruktion multiperspektivischer Referenzmodelle

Für das Subjektivitätsmanagement sind Referenzmodelle multiperspektivisch aufzubereiten. Die damit verbundenen zusätzlichen Problemlösungsschritte beschreiben BECKER ET AL. in einem Vorgehensmodell zum Subjektivitätsmanagement in der Konstruktion von Referenzmodellen, das – wie in Abb. 52 veranschaulicht – mit herkömmlichen Vorgehensmodellen zu kombinieren ist.⁵⁴³

Das Vorgehensmodell liefert Problemlösungsschritte zur Gestaltung perspektivenspezifischer Darstellungstechniken, die zur Konstruktion des Referenzmodells genutzt werden. Orthogonal zu der unternehmensbezogenen Problemdefinition, in der die bislang vorgestellten Problemlösungstechniken ansetzen, ist in einem eigenen Vorgehensstrang die Ausrichtung des Referenzmodells auf subjektbezogene Bedarfe vorzubereiten.

Den Ausgangspunkt des Vorgehens bildet die Identifikation von Modellnutzern, für die relevante Perspektiven zu definieren sind. Innerhalb der Perspektiven sind herrschende Anforderungen an die Darstellung zu analysieren und in adäquaten sprachbasierten Metamodellen perspektivenspezifischer Darstellungstechniken umzusetzen.

⁵⁴⁰ Die einzelnen Arbeitsschritte werden in zwei Aktivitätsdiagrammen semi-formal dargestellt. Zur Identifikation von Objekten wird die Anwendung der Methode der *Object Behavior Analysis* (OBA-Skripten) empfohlen. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 81 ff.

⁵⁴¹ Zur Vorstellung der Konstruktionstechnik vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 150-163.

⁵⁴² Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 86 f. Der *Unified Process (UP)* ist ein Vorgehensmodell, das in Zusammenhang mit der UML von JACOBSON, BOOCH und RUMBAUGH entwickelt wurde (ursprünglich: *Unified Software Development Process*). Vgl. Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1999), Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J. (1998), Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1998). Es ist generisch konzipiert. Eine verbreitete Instanz ist der *Rational Unified Process (RUP)* der *Rational Software Corporation*.

⁵⁴³ Vgl. Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 9 ff.

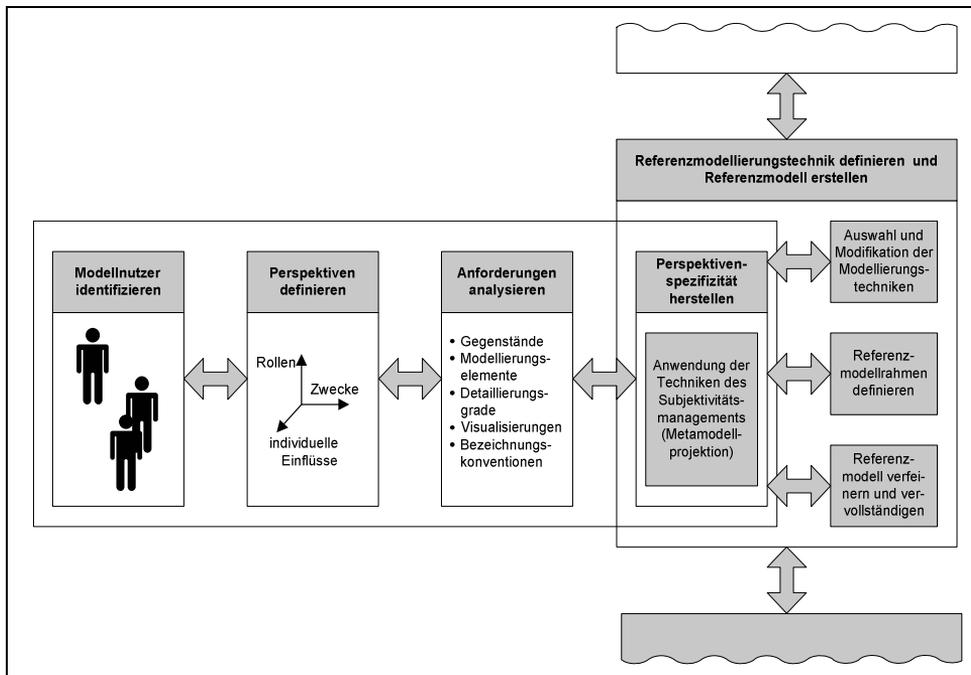


Abb. 52: Vorgehensmodell zum Subjektivitätsmanagement in der Konstruktion von Referenzmodellen von BECKER ET AL.⁵⁴⁴

Die Verbindung mit dem auf das Variantenmanagement ausgerichteten Vorgehensstrang – bisheriger Problemlösungstechniken – erfolgt dadurch, dass die entwickelten Darstellungstechniken in den Phasen der Konstruktion des Referenzmodells genutzt werden. Bisherige Problemlösungstechniken werden hierzu um eine Phase zur Auswahl adäquater perspektivenspezifischer Darstellungstechniken erweitert.

Entsprechend der Erkenntnisse zur Prozessgestaltung sind die beschriebenen Vorgehensweisen zur Konstruktion von Referenzmodellen durch die Gestaltung adäquater Technologien zu unterstützen. Im State-of-the-Art der Referenzmodellierung werden diesbezüglich maßgeblich Anforderungen an CASE-Werkzeuge abgeleitet. Diese Beiträge werden hier – entsprechend dem zugrunde gelegten Profil – in die Untersuchung alternativer Formen der Repräsentation von Referenzmodellen eingebettet.

4.4 Repräsentation von Referenzmodellen

Die Vielfalt der mit Referenzmodellen verfolgten Interessen begründet auch die Heterogenität ihrer Repräsentationen. Somit wird grundsätzlich nicht die Entwicklung eines Gesamtsystems zur Repräsentation von Referenzmodellen angestrebt, sondern vielmehr der Einsatz existierender Spezialsysteme sowie deren Adaption und bei Bedarf auch Neuentwicklung verfolgt. Technologien zur Repräsentation können dahingehend unterschieden werden, ob sie in den Bereich der Konstruktion oder Nutzung von Referenzmodellen fallen.

⁵⁴⁴ Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 10. Die Darstellung ist auf die für das Subjektivitätsmanagement maßgeblichen Aspekte reduziert worden.

Konstruktion von Referenzmodellen

Zur Konstruktion von Referenzmodellen liegt die Verwendung von CASE-Werkzeugen der Systementwicklung nahe. Dem Profil der Referenzmodellierung entsprechen horizontal integrierte Werkzeuge auf Fachkonzept-Ebene (Upper Case Tools), wie sie ähnlich auch zum Business Process Reengineering (BPR) verwendet werden. Einen Eindruck über das durchaus weite Spektrum an Produkten vermittelt das in Abb. 53 dargestellte Ergebnis der von GARTNER durchgeführten Untersuchungen zu Anbietern von Werkzeugen.

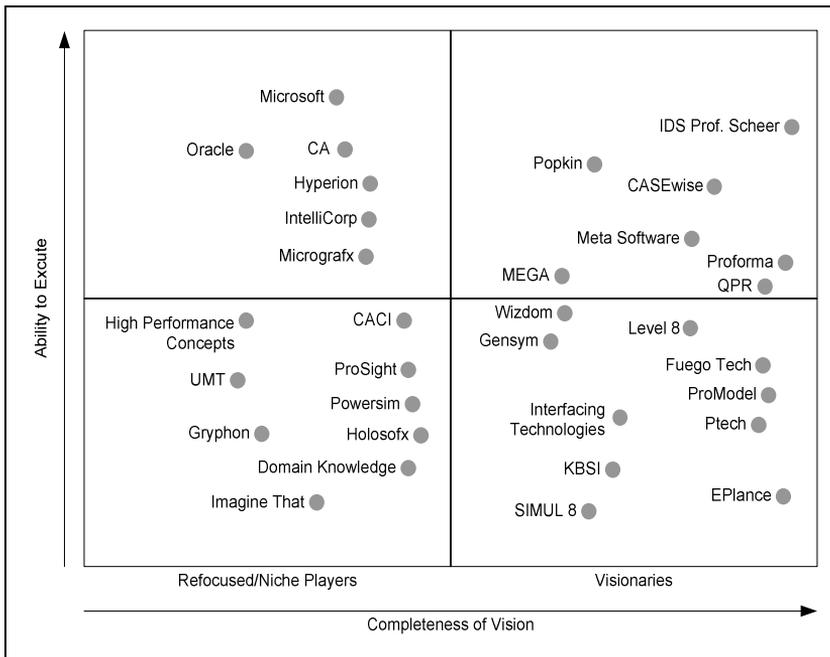


Abb. 53: Marktüberblick von GARTNER zu Anbietern von Werkzeugen zur Modellkonstruktion⁵⁴⁵

In der Referenzmodellierung kommt der *vertikalen* Integration der Werkzeuge gegenüber den Anforderungen bei Softwareentwicklungsprojekten eine geringere Bedeutung zu: Einerseits sind bereits Implementierungen nicht immer beabsichtigt, wie dies z. B. durch den organisationsystembezogenen und wissenschaftlichen Einsatzzweck von Referenzmodellen veranschaulicht wird. Andererseits erfordert die durch Referenzmodelle avisierte Unterstützung von Konstruktionsprozessen ohnehin eine konstruktive Wahrnehmung, sodass eine automatisierte Adaption des Referenzmodells den herrschenden Anforderungen nur selten gerecht wird. Die gesteigerten Anpassungsbedarfe der Darstellungstechniken an die spezifischen Anforderungen der Referenzmodellierung legen die Verwendung von Meta-Case-Werkzeugen nahe, die es z. B. ermöglichen, spezielle Sprachkonstrukte für die Variantendarstellung einzuführen.

Adaptionen von CASE-Werkzeugen werden zur Unterstützung des Varianten- und Subjektivitätsmanagements vorgenommen. Die hieraus resultierenden Anforderungen umfassen neben der Bereitstellung der eingeführten Sprachkonstrukte auch die Abwicklung von Teilen der Problemlösungstechniken, für die geeignete Anwendungsfälle vorzusehen

⁵⁴⁵ Gartner (2001).

sind.⁵⁴⁶ Als Beispiele, mit denen entsprechende Anforderungen aus Sicht der Referenzmodellierung in CASE-Werkzeugen berücksichtigt werden, sind das *ARIS-Variantenmanagement* und der *ARIS-Process-Generator* hervorzuheben.⁵⁴⁷

Das *ARIS-Variantenmanagement* bietet die Möglichkeit, Variantenbeziehungen zwischen Modellen darzustellen. Hierzu werden *ARIS-Bezugsmodelle* (Master Modelle) auf Build-time-Ebene verwendet, denen auf Runtime-Ebene *ARIS-Modellvarianten* zugeordnet werden können. Zur Differenzierung von Sprachaussagen werden – in der ARIS-Terminologie – Bezugsobjekte und Objektvarianten eingeführt. Eingabedialoge bieten grundlegende Zuordnungsmöglichkeiten. Der *ARIS-Process-Generator* unterstützt die Anwendung von Referenzmodellen. Nutzern soll die Möglichkeit geboten werden, die Anpassung des Modells durch Beantwortung eines Abfragedialogs vorzunehmen, in dem relevante Konfigurationsmerkmale abgefragt werden.

Der Idee einer Neuentwicklung folgt der von BECKER ET AL. entwickelte *GoM-Adviser*, mit dem ein „generischer“ Modellierungsbegleiter⁵⁴⁸ geschaffen werden soll. Das Werkzeug unterstützt das Vorgehen verschiedener Konstruktionsvorhaben, in dem phasen- und zielspezifische Empfehlungen geboten werden. Die separate Entwicklung ermöglicht den parallelen Einsatz in Kombination mit verschiedenen CASE-Werkzeugen.

Neben der für die Informationsmodellierung typischen Verwendung von CASE-Werkzeugen kommt in der Referenzmodellierung auch Standard-Office-Applikationen (Office-Produkten) eine große Bedeutung zu.⁵⁴⁹ Zwar sind sie konzeptionell weniger auf die Konstruktion von Informationsmodellen ausgerichtet und berücksichtigen insbesondere keine sprachbasierten Metamodelle, doch sind sie in der „Praxis“ der Referenzmodellierung durchaus stark verbreitet. Aufgrund der Flexibilität, die die Office-Produkte hinsichtlich der Darstellung neuer Konstrukte sowie unformaler Annotationen bieten, werden sie insbesondere in wissenschaftlichen Arbeiten eingesetzt.⁵⁵⁰

Nutzung von Referenzmodellen

Die in Nutzungsprozessen vorkommenden Repräsentationen von Referenzmodellen können anhand typischer Einsatzfelder der Modelle differenziert werden. In der Anwendungs-

⁵⁴⁶ Anforderungen aus Sicht des Variantenmanagements liefern die detaillierten Vorgaben zur Darstellungs- und Problemlösungstechnik im Vorgehensmodell von SCHÜTTE. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 189 ff. Anforderungen an Werkzeuge aus Sicht des Subjektivitätsmanagements formulieren BECKER ET AL., vgl. Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 13 ff.

⁵⁴⁷ Zum *ARIS-Variantenmanagement* vgl. Becker, J. et al. (GoM) (2000), S. 142 ff. Zum *ARIS-Process-Generator* Becker, J. et al. (GoM) (2000), S. 165 ff., Hagemeyer J., Rolles R., Scheer, A.-W. (1999) sowie IDS-Scheer (Generator) (2002). Weitere Anpassungen betreffen die Berücksichtigung von Multiperspektivität, Prozessauswahlmatrizen, Methodenfiltern und Typologiediagrammen, vgl. Reiter, C. (1997), S. 37 ff. Ein Beitrag zur vorgehensmodellgestützten multiperspektivischen Informationsmodellierung liefert der *ARIS-Guide*. Vgl. Becker, J. et al. (GoM) (2000), S. 94 ff.

⁵⁴⁸ Becker, J., Ehlers, L., Schütte, R. (1998), S. 15. GoM = Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. Zum *GoM-Adviser* vgl. Becker, J., Ehlers, L., Schütte, R. (1998), S. 15 ff., Becker, J. et al. (GoM) (2000), S. 84 ff. Die Einführung der GoM erfolgt in der Erfassung des Entwicklungsstands zur Bewertung von Referenzmodellen.

⁵⁴⁹ Genutzt werden insbesondere Produkte zur Erstellung von Geschäftsgrafiken. Ihre Relevanz zeigen auch die Ergebnisse der Untersuchungen von GARTNER, in denen schon 1997 die Firma *Visio* mit dem gleichnamigen Produkt als „Challenger“ positioniert wird. In den dargestellten Ergebnissen von 2001 zählen hierzu die Firmen Microsoft, die das Produkt *Visio* übernommen haben wie auch *Micrografx*. Zu den Untersuchungsergebnissen in 1997 vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 133.

⁵⁵⁰ Diese Tendenz wird bereits unabhängig von den in der Konstruktion von Referenzmodellen erforderlichen Variationen gesehen. Vgl. z. B. die Untersuchungen am COT (Centre for Object Technology) von Projekten zur kooperativen objektorientierten Anwendungssystementwicklung. Vgl. Andersen, C. J. et al. (2000), insbes. S. 2. Als neue Konstrukte zur Konstruktion von Referenzmodellen sind z. B. die im Zusammenhang mit ER-Diagrammen und EPK eingeführten Erweiterungen anzusehen.

systemgestaltung – insbesondere im Zusammenhang mit Enterprise-Ressource-Planning (ERP)- und Workflow-Management-Systemen (WfMS) – sind Referenzmodelle als Stammdaten von Softwareprodukten repräsentiert und können z. B. in Repositorien gespeichert sein.⁵⁵¹ In betriebswirtschaftlichen Standardsoftwareprodukten bilden anbieter-spezifische Referenzmodelle den Ausgang des Customizings und werden hierzu in Eingabemasken oder unterstützend auch grafisch repräsentiert.⁵⁵² Während sie für breite Anwendungsbereiche zumeist separat dokumentiert sind (z. B. SAP R/3 FI), liegen branchenspezifische Lösungen zum Teil als Referenzimplementierungen vor (z. B. SAP Higher Education and Research). In diesem Fall besitzen die im Customizing vorgenommenen Einstellungen branchenintern den Stellenwert eines Referenzmodells, wozu sie aus den Stammdaten zu rekonstruieren sind.⁵⁵³ Weitergehend können auch individuelle Softwareentwicklungen induktive Referenzmodelle darstellen, die entsprechend im Quellcode einer Programmiersprache repräsentiert sind.

Im organisationssystembezogenen und wissenschaftlichen Einsatzfeld werden Referenzmodelle maßgeblich als Informationsressourcen und -produkte verwendet. In der Organisationsgestaltung werden sie als best practice in Organisationshandbüchern dokumentiert.⁵⁵⁴ Durch Nutzung von Computern als Repräsentationsplattform werden Referenzmodelle insbesondere in Wissensmanagement- und Organisationsinformationssysteme aufgenommen.⁵⁵⁵ Neben professionellen Systemen existieren auch Eigenentwicklungen, die z. B. Modelle als Bilder im Inter- oder Intranet präsentieren.⁵⁵⁶ Speziell im wissenschaftlichen Verwendungsbereich dominiert die Verwendung von Printmedien, die aufgrund des Umfangs der Modelle Bücher als Plattform nutzen.⁵⁵⁷

Die Vorteilhaftigkeit einzelner Repräsentationsformen ist gegenüber der mit dem Modell verfolgten Handlungsabsicht zu beurteilen. Hierzu sind im konzeptionellen Bezugsrahmen zur Prozessgestaltung Abstimmungen sämtlicher Gestaltungsergebnisse des modellbezogenen, methodenbezogenen und technologischen Aspekts auf Ebene der Organisation vorzunehmen. Im State-of-the-Art werden diesbezüglich Bewertungsansätze zur Referenzmodellierung vorgeschlagen. Sie sind im Folgenden vorzustellen und hinsichtlich ihrer Eignung zur Bewertung von Prozessgestaltungen zu untersuchen.

⁵⁵¹ Vgl. z. B. Scheer, A.-W. (1998), S. 87 ff.

⁵⁵² ERP = Enterprise Resource Planning. Vgl. auch Scheer, A.-W., Hoffmann, W., Wein, R. (1994), S. 92 ff., Reiter, C. (1997), S. 35, der diese Referenzmodelle als softwarespezifische Referenzmodelle kennzeichnet.

⁵⁵³ Als Beispiele sind branchenspezifische Referenzmodelle der SAP AG zu nennen, wie z. B. das *Waste Management* für die Abfallwirtschaft oder *Higher Education and Research* für Hochschulverwaltungen. Vgl. Kolb, H.-P. (2000), S. 39 ff. Entsprechende Nachdokumentationen stehen in Analogie zu Prinzipien des *Reverse Engineering*. Vgl. hierzu Chikofsky, E. J., Cross, J. H. II. (1990), S. 13 ff. sowie zusammenfassend Chiang, R. H. L., Barron, T. M., Storey, V. C. (1996), S. 57 ff.

⁵⁵⁴ Die Erstellung von papierbasierten Organisationshandbüchern wird z. B. verstärkt durch Zertifizierungen erforderlich. Zu informationsmodellbasierten Ansätzen vgl. Helling, K. (1998), S. 154 ff., Grob, H. L. et al. (1999), vom Brocke, J. (1999).

⁵⁵⁵ Zu Architekturkonzepten und Lösungen für Wissensmanagementsysteme vgl. Heilmann, H. (1999), S. 17-19, Bach, V., Vogler, P., Österle, H. (Hrsg.) (1999), Dörner, F., Ortwein, E. (1999), S. 28 ff., Versteegen, G. (1999), S. 118, Versteegen, G. (Ovum) (1999), S. 33, Sippach, K., Niemeier, J., Vuong, T. A. (1999), S. 65 ff., Scott, J. E. (1998), S. 3 ff. Einen Marktüberblick geben Rigo, R., Schönherr, M. (1999), S. 99 ff., Warschat, J., Ribas, M., Ohlhausen, P. (1999), S. 54 ff.

⁵⁵⁶ Beispiele hierfür sind die internetgestützten Repräsentationen des *Handels-H-Modells* von BECKER/SCHÜTTE, vgl. Becker, J., Schütte, R. (2002) sowie des *Controllingcockpits* von SCHLAGHECK, vgl. Schlagheck, B. (2002).

⁵⁵⁷ Vgl. z. B. die Referenzmodelle bei Becker, J., Schütte, R. (1996), Schwegmann, A. (1999), Schlagheck, B. (2000).

4.5 Bewertungsansätze in der Referenzmodellierung

Mit der zunehmenden Verbreitung von Informationsmodellen steigt auch das Interesse nach Anhaltspunkten zu ihrer Bewertung. In der Literatur werden hierzu Kriterien zur Beurteilung der Modellqualität vorgeschlagen. Den Ausgangspunkt stellen die Arbeiten von BATINI/CERI/NAVATHE und MOODY/SHANKS dar, die Qualitätskriterien für ER-Modelle vorschlugen.⁵⁵⁸ Mittlerweile liegen mehrere Kriterienkataloge vor, die auf spezielle Modelltypen oder Bewertungsaspekte ausgerichtet sind.⁵⁵⁹

Einen Ansatz der für die Konstruktion von Modellen im Allgemeinen konzipiert ist, stellen BECKER/ROSEMANN/SCHÜTTE mit den *Grundsätzen ordnungsmäßiger Modellierung (GoM)* vor.⁵⁶⁰ Sie nehmen die in Konstruktionsprozessen bestehenden hohen Freiheitsgrade zum Anlass, um Gestaltungsempfehlungen zu entwickeln, die sich über die Einhaltung syntaktischer Regeln hinaus positiv auf die Modellqualität auswirken. Als Kriterien werden allgemeine Grundsätze der *Richtigkeit, Relevanz, Wirtschaftlichkeit, Klarheit, Vergleichbarkeit* und des *systematischen Aufbaus* aufgestellt, zu denen sichten- und methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen gegeben werden.⁵⁶¹

Im Kontext der Referenzmodellierung bieten die GoM aufgrund ihrer Ausrichtung gegenüber anderen Ansätzen Vorteile. So werden mit den Grundsätzen der Vergleichbarkeit und des systematischen Aufbaus auch Beziehungen zwischen Modellen in die Bewertung mit einbezogen, was sich für Referenzmodelle als positiv erweist, da hier systematischerweise mehrere Konstruktionsergebnisse zur Erfüllung des Modellzwecks vorliegen. Die Formulierung allgemeiner Grundsätze, die sichten- und methodenspezifisch konkretisiert werden, ermöglicht zudem, die verschiedenartigen Ergebnisse, die in der Eigenschafts- und Verhaltenssicht sowie in weiteren für das Subjektivitätsmanagement eingeführten Sichten vorliegen, ausgehend von einem einheitlichen Kriterienkatalog zu bewerten.

Für die Verwendung der GoM zur *Bewertung* von Modellen ist zu konkretisieren, inwiefern mit ihnen *Ziele* oder *Handlungsempfehlungen* vorliegen.⁵⁶² Während die Ausführungen in der Literatur zu allgemeinen GoM Ziele betreffen (z. B. Vergleichbarkeit), werden mit sichten- und sprachspezifischen Grundsätzen Handlungsempfehlungen beschrieben (z. B. Namenskonventionen), die hinsichtlich der Erreichung dieser Ziele als vorteilhaft gelten. Die Unterschiede sind dadurch zu erklären, dass jeder Grundsatz von einem Ziel ausgeht, gegenüber dem er ein förderliches Verhalten empfiehlt. Während diese Empfehlung mit den allgemeinen GoM unabhängig von einzelnen Gestaltungsaspekten ist und damit hier die Ziele definiert werden, erfolgt mit sichten- und methodenspezifischen GoM deren Konkretisierung für entsprechende Gestaltungsaspekte, womit Handlungsempfehlungen ausgesprochen werden.

⁵⁵⁸ Vgl. Batani, C., Ceri, C., Navate, S. B. (1992), S. 139 ff., Moody, D. L., Shanks, G. G. (1994), insbes. S. 101.

⁵⁵⁹ Vgl. auch Lindland, O. I., Sindre, G., Sjølvberg, A. (1994), Reingruber, M. C., Gregory, W. W. (1994), S. 8 ff. sowie die zusammenfassenden Darstellungen bei Schütte, R. (1998), S. 156, Speck, M. C. (2001), S. 48 ff., Schütte, R. (2000), S. 371 ff., Frank, U. (Evaluation) (2000).

⁵⁶⁰ Vgl. Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R. (1995), Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 85-152, Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 65-92, Rosemann, M. (1998), S. 3-11. Die GoM werden in Anlehnung an die Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung (GoB) entwickelt. Zur Herleitung vgl. insbesondere Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 88 ff.

⁵⁶¹ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 175.

⁵⁶² Während in den ursprünglichen GoM keine Differenzierung vorgenommen wird, erklärt SCHÜTTE alle Grundsätze als *Ziele*, Schütte, R. (1998), S. 173. Vgl. auch Schütte, R., Becker, J. (1998), S. 5. Die Relevanz der Entscheidungstheorie im Zusammenhang mit der Bewertung von Informationsmodellen betont auch SCHÜTTE als Grundlage einer vergleichenden Behandlung der Ansätze von MOODY/SCHANKS, KROGSTIE/LINDLAND/SINDRE und der GoM, in der jedoch die hier anzusprechenden Aspekte offen bleiben. Vgl. Schütte, R. (2000), S. 376 ff.

Trotz der Vorteile in struktureller Hinsicht werden – gerade im Kontext der Referenzmodellierung – Variationen hinsichtlich der Differenzierung einzelner Grundsätze diskutiert.⁵⁶³ SCHÜTTE betont, dass vor dem Hintergrund eines konstruktionsorientierten Modellverständnisses eine semantische Richtigkeit nicht objektiv gegeben sein kann und schlägt anstelle der Kriterien der Richtigkeit und Relevanz die der *Konstruktions-* und *Sprachadäquanz* vor.⁵⁶⁴

In Bezug auf die Differenzierung der Grundsätze werden innerhalb der hier entwickelten Terminologie der Prozessgestaltung Anpassungen hinsichtlich der Grundsätze der Konstruktions- und Sprachadäquanz sowie der Klarheit nahe gelegt. Mit dem Grundsatz der Konstruktionsadäquanz wird „auf die problemangemessene Nachvollziehbarkeit der Modellkonstruktion fokussiert.“⁵⁶⁵ Als ungünstig erweist sich, dass hiermit entweder das gesamte Konstruktionsergebnis gemeint ist – und damit Abgrenzungsschwierigkeiten gegenüber anderen Grundsätzen bestehen (z. B. der Sprachadäquanz und der Klarheit) – oder aber ein spezifischer Aspekt der Konstruktion untersucht wird, der allerdings konkretisiert werden könnte. Zur Abgrenzung gegenüber den anderen Grundsätzen wird hier ein Grundsatz verwendet, der die Angemessenheit des Modellinhalts kennzeichnet und der entsprechend als *Inhaltsadäquanz* bezeichnet wird.

Die Grundsätze der Sprachadäquanz und der Klarheit betreffen die Darstellung eines Modells. Während mit der Sprachadäquanz die zweckgerechte Auswahl und die syntaktisch korrekte Anwendung der Sprache untersucht wird, zielt die Klarheit auf die Anschaulichkeit und Eindeutigkeit der Darstellung aus Sicht des Nutzers. Beide Grundsätze werden hier einem übergeordneten Grundsatz der *Darstellungsadäquanz* untergliedert. Neben der terminologischen Konsistenz gegenüber den Modellschichten sowie den Prozessen ihrer Konstruktion erwachsen hieraus auch praktische Vorteile: Erstens können Bewertungen, in denen die Klarheit der Darstellung mit der Sprachauswahl und -anwendung verweben sind, in dem übergeordneten Ziel der Darstellungsadäquanz verdichtet werden;⁵⁶⁶ zweitens kann das Zielsystem somit um Teilziele für weitere Einflussfaktoren auf den Erfolg der Darstellung erweitert werden, und etwa – unter Berücksichtigung des technologiebezogenen Aspekts – auch eine Medienadäquanz umfassen.

⁵⁶³ Vgl. z. B. Schwegmann, A. (1999), S. 61 ff., von Uthmann, C. (2001), S. 121 ff. Bei SCHWEGMANN wird insbesondere eine „Spezialisierung“ der Grundsätze für Zwecke der Referenzmodellierung vorgenommen, im Zuge derer allerdings die Grundsätze der Relevanz und der Klarheit durch eine Allgemeingültigkeit „substituiert“ werden. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 61 f. Diesem Vorschlag wird hier jedoch nicht entsprochen. Nicht nur wegen der Problematik des Begriffs der Allgemeingültigkeit oder der mit ihm verbundenen impliziten Einschränkung der Relevanz auf die Allgemeingültigkeit, sondern auch aufgrund der Konsistenz gegenüber den allgemeinen Grundsätzen. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 61 ff. Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich auf etablierte sowie für die Referenzmodellierung relevante Anmerkungen.

⁵⁶⁴ Zu beobachten ist allerdings, dass auch Arbeiten, die dem konstruktionsorientierten Modellbegriff folgen, weiterhin die ursprünglichen GoM zugrunde legen. Auch BECKER ET AL. weisen zu Beginn ihrer Arbeit explizit darauf hin, eine Position des „radikalen Konstruktivismus“ einzunehmen. Vgl. Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 3. Zu Vertretern der konstruktivistischen Anschauung, die die ursprünglichen GoM verwenden, vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 19 ff., Schlagheck, B. (2000), S. 58 ff., Becker, J., Kugeler, M. (2001), S. 491. Die Möglichkeiten der Interpretation der semantischen „Richtigkeit“ aus subjektiver Sicht sind allerdings begrenzt, da sie so bereits im Grundsatz der *Relevanz* erfasst wären, nach dem gerade solche Inhalte zu konstruieren sind, die dem Modellzweck entsprechen. Einen hybriden Kriterienkatalog verwenden von Uthmann, C. (2001), S. 123 ff., Speck, M. C. (2001), S. 49.

⁵⁶⁵ Schütte, R. (1998), S. 113.

⁵⁶⁶ So geht systematischerweise von der Sprachauswahl eine wesentliche Beeinflussung der vom Nutzer wahrgenommenen Klarheit aus. Auch kann ein Nutzer eine Modelldarstellung als klar empfinden, obwohl sie in einer Darstellung erzeugt wurde, zu deren Technik kein sprachbasiertes Metamodell vorliegt, gegenüber dem die Richtigkeit der Sprachanwendung geprüft werden könnte.

Die allgemeinen Grundsätze sind unter Berücksichtigung der terminologischen Anpassungen wie folgt zu konkretisieren:⁵⁶⁷

- (1) **Grundsatz der Inhaltsadäquanz:** Die Inhaltsadäquanz bemisst, inwiefern Modellnutzer die mit dem Modell konstruierten Inhalte hinsichtlich der von ihnen verfolgten Zwecke als angemessen beurteilen. Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Gegenstand und Inhalt wird mit der Inhaltsadäquanz zugleich die Angemessenheit des Gegenstands berücksichtigt.
- (2) **Grundsatz der Darstellungsadäquanz:** Die Darstellungsadäquanz kennzeichnet, inwiefern Modellnutzer die Darstellung der Inhalte hinsichtlich des von ihnen verfolgten Zwecks als angemessen beurteilen. Die Darstellung umfasst sämtliche Aspekte der Gestaltung und Anwendung des zu verwendenden Informationsträgers. Hinsichtlich des Modellzwecks sind personenbezogene Einflussfaktoren von besonderer Bedeutung.
- (3) **Grundsatz der Wirtschaftlichkeit:** Nach dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit sind die von der Konstruktion ausgehenden Einflüsse auf ökonomische Zielsetzungen zu berücksichtigen.
- (4) **Grundsatz der Vergleichbarkeit:** Der Grundsatz der Vergleichbarkeit stellt auf die Möglichkeit der Prüfung inhaltlicher Entsprechungen zwischen Modellen ab. Als Ansatzpunkte des Vergleichs werden entweder das zugrunde liegende Problem (Modellsystemebene) als Ausgangspunkt oder die sprachliche Repräsentation (Metamodellebene) als Ergebnis der Konstruktion gesehen.⁵⁶⁸
- (5) **Grundsatz des systematischen Aufbaus:** Nach dem Grundsatz des systematischen Aufbaus ist bei multiperspektivischer Modellierung die Konsistenz zwischen verschiedenen Sichten zu gewährleisten. Dieses gilt insbesondere für die aus systemtheoretischer Sicht für die Referenzmodelle vorzusehenden Eigenschafts- und Verhaltensmodelle.

Zwischen den Grundsätzen bestehen Interdependenzen, die auch Zielkonflikte beinhalten, sodass innerhalb der Konstruktionsprozesse ein situationsgerechter Ausgleich herzustellen ist.⁵⁶⁹

Für *prozessorientierte* Bewertungsansätze können die GoM als Perspektiven eines mehrdimensionalen Zielsystems zur Messung der Effektivität und Effizienz von Konstruktionsprozessen verwendet werden. Hierzu sind die Ziele der Grundsätze innerhalb einer Matrix zu systematisieren, die anhand der Zieldimensionen der Effektivität und Effizienz sowie der Teilprozesse im Standardprozess zur Modellkonstruktion, wie in Abb. 54 dargestellt, aufgespannt wird.

⁵⁶⁷ Bei der Einführung ist entsprechend den Anmerkungen zur Differenzierung zwischen Zielen und Handlungsalternativen der GoM auf die jeweils verfolgten Ziele einzugehen. Zur vertiefenden Darstellung einzelner Grundsätze vgl. Schütte, R. (1998), S. 117 ff.

⁵⁶⁸ Zu beachten ist, dass auch, wenn in den ursprünglichen GoM die beiden Ansätze als syntaktische und semantische Vergleichbarkeit bezeichnet werden, die Intention in beiden Fällen im Vergleich der Semantik besteht. Der Vergleich auf Sprachebene ist nur Mittel zum Zweck des Schlusses auf die Semantik. Zur Unterscheidung der semantischen und syntaktischen Vergleichbarkeit vgl. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 70, Schlagheck, B. (2000), S. 59, Schwegmann, A. (1999), S. 22. Zur Intention des Grundsatzes der Vergleichbarkeit vgl. auch Schütte, R. (1998), S. 133, Schütte, R. (2000), S. 377.

⁵⁶⁹ Die Interdependenzen zwischen den Grundsätzen werden in dem Ansatz bei SCHÜTTE untersucht. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 138 ff.

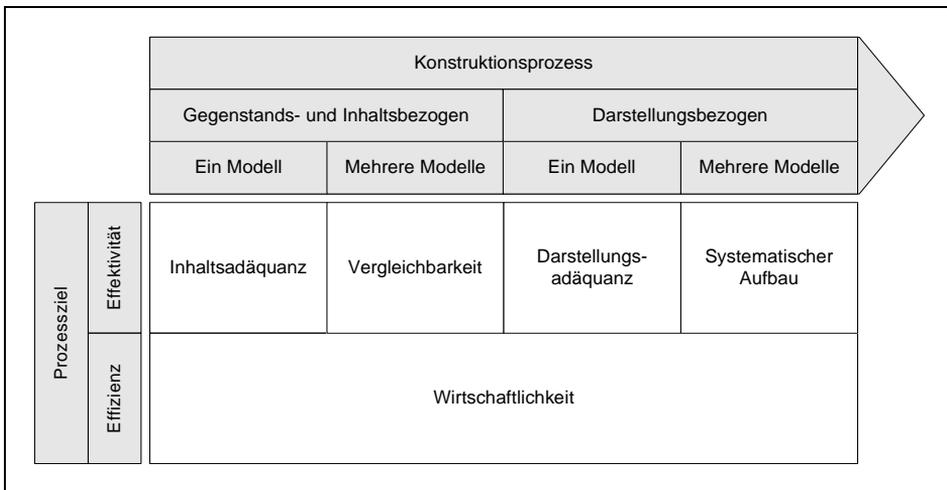


Abb. 54: Systematisierung der GoM zur Bewertung der Effektivität und Effizienz von Konstruktionsprozessen

In der Systematik kommt zum Ausdruck, dass die *Wirtschaftlichkeit* weniger die *Qualität* – gegeben durch den Zustand des Modells – als vielmehr das mit dessen Herstellung anfallende Verhältnis zwischen Output und Input in Zeitrelation betrifft und somit die *Effizienz* des Konstruktionsprozesses quantifiziert.⁵⁷⁰ Die übrigen Grundsätze kennzeichnen hingegen tatsächlich den Ergebniszustand des Modells und stellen damit als Qualitätsmerkmale derivative Ziele der Effektivität des Konstruktionsprozesses dar.

Die Zielerreichung wird entlang des Standardprozesses zur Modellkonstruktion in den typischen Teilprozessen unterschiedlich stark beeinflusst.⁵⁷¹ Die Inhaltsadäquanz und Vergleichbarkeit von Modellen werden in den gegenstands- und inhaltsbezogenen Teilprozessen Gegenstand extrahieren und Inhalt formieren geprägt. Während die Inhaltsadäquanz den Erfolg der Teilprozesse bezogen auf ein Modell bemisst, wird die Betrachtung mit der (semantischen) Vergleichbarkeit auf die Konstruktion mehrerer Modelle ausgeweitet. Für die Darstellungsadäquanz und den systematischen Aufbau stellen demgegenüber darstellungsbezogene Prozesse kritische Messpunkte dar, die konzeptionell im Teilprozess Inhalt darstellen zu identifizieren sind. Auch hier wird mit der Darstellungsadäquanz der Blick auf die Konstruktion eines Modells gerichtet und mit dem systematischen Aufbau ein Vergleich mehrerer Modelle angestellt.

Das auf Basis der GoM entwickelte mehrdimensionale Zielsystem konkretisiert, welche Anforderungen an die Gestaltung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung zu stellen sind, um deren Effektivität und Effizienz zu gewährleisten. Im Folgenden ist zu untersuchen, inwiefern die im State-of-the-Art vorliegenden Vorschläge zur Gestaltung des modell-, methoden-, technologie- und organisationsbezogenen Aspekts geeignet sind, diese Anforderungen zu erfüllen. Hierdurch können Anhaltspunkte zur Erklärung der

⁵⁷⁰ In bisherigen Arbeiten werden die GoM zur Bewertung der Qualität von Modellen verwendet. Vgl. Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R. (1995), Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 85, Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 65, Schütte, R. (1998), S. 136, Rosemann, M. (1998), S. 3-11. Zur Bedeutung des Qualitätsbegriffs vgl. Fn. 85 und Fn. 87.

⁵⁷¹ Zu betonen ist, dass mit den Teilprozessen typische Zustandsveränderungen von Modellen herausgestellt worden sind, die in institutionalisierten Konstruktionsprozessen selten in der einfachen linearen Form ablaufen und deren Funktionen auch nicht vollständig voneinander getrennt werden können. Hingegen wurde aufgezeigt, dass gerade systematischerweise Interdependenzen zwischen der Ausgrenzung des Gegenstands, der Deklaration des Inhalts und dessen Explikation bestehen.

aufgezeigten Probleme hinsichtlich Effektivität und Effizienz identifiziert werden, die Gestaltungspotenziale für Verbesserungen aufzeigen.

4.6 Gestaltungspotenziale in der Referenzmodellierung

Die Beurteilungsergebnisse der im State-of-the-Art vorliegenden Gestaltungsbeiträge liefern Erklärungsmöglichkeiten für den bislang begrenzten Erfolg von Referenzmodellen. In Abb. 55 werden einzelne Problembereiche entlang der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung identifiziert.

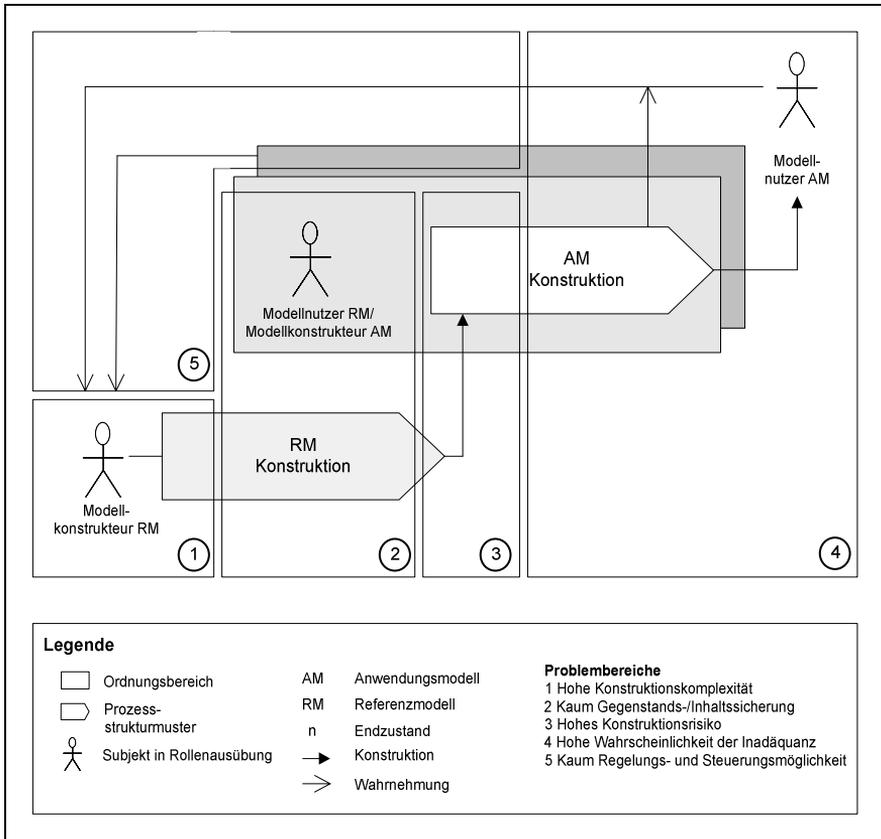


Abb. 55: Problembereiche entlang der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung

Die einzelnen Problembereiche werden im Folgenden differenziert untersucht und die abzuleitenden Gestaltungspotenziale in einem Fazit zusammengefasst.

1. Problembereich: Das Varianten- und Subjektivitätsmanagement induzieren einen hohen Konstruktionsaufwand.

Die mit dem Varianten- und Subjektivitätsmanagement eingeführten Regeln stellen den Konstrukteur des Referenzmodells vor eine schwer zu beherrschende Aufgabe. Sowohl sämtliche Varianten späterer Anwendungskontexte als auch die Perspektiven späterer Nutzer sind zu antizipieren und so in einem Gesamtsystem zu beschreiben, sodass aus diesem

durch Einstellung individueller Merkmale ein Modell ableitbar ist, das den situativen Anforderungen entspricht.

Wenn auch die Technik für derartige Konstruktionen geschaffen werden kann, stellt sich für den Konstrukteur das Problem, die Konstruktionsergebnisse entsprechend differenziert zu erarbeiten. Bereits bei Kenntnis vorhergesehener Anwendungen und Nutzer besteht hierin eine hohe Konstruktionskomplexität, die mit zusätzlichen Anwendungsfällen exponentiell steigt. In der Referenzmodellierung kommt erschwerend hinzu, dass der *spezifische* Anwendungskontext zur Konstruktionszeit nicht hinreichend bekannt ist. Die Antizipation von Anwendungskontexten und Nutzerperspektiven stellt sich damit außerordentlich aufwändig dar und bleibt doch systematischerweise unzutreffend. So weisen systemtheoretisch-kybernetische und situative Ansätze der Organisationstheorie auf die Individualität von Gestaltungsbedarfen hin.⁵⁷² Die Berücksichtigung subjektiver Präferenzen sowie die Erfassung von Veränderungen, denen die Bedarfe im Zeitablauf unterliegen, erschweren die Konstruktionsaufgabe zusätzlich.

Auch SCHÜTTE weist darauf hin, dass der von ihm verfolgte Ansatz der Konfiguration „die Vordefinierbarkeit von konkreten Ausgangslösungen“⁵⁷³ voraussetzt, dass sich diese aber in „turbulenteren Unternehmensumgebungen, die zudem in hohem Maße von Unternehmensspezifika geprägt sind“⁵⁷⁴, kaum erstellen lassen. In solchen Modellierungssituationen sei hingegen die Verwendung generischer Referenzbausteine zu intendieren, die einen *kompositionellen* Modellierungsansatz ermöglichen.⁵⁷⁵ Wie derartige Konstruktionen vorzunehmen sind, bleibt aber offen.⁵⁷⁶

Geringere Anforderungen hinsichtlich der Antizipation situativer Bedarfe verspricht die von SCHÜTTE angesprochene *generative* Merkmalsart, die bei der Entwicklung des Referenzmodellaufbaus ergänzend zur konfigurativen Merkmalsart zu verwenden ist. Generative Merkmale „führen zu einer Erweiterung des bestehenden Referenzmodellrahmens, indem aus einer Kernausgangslösung Varianten entsprechend der Merkmalsausprägungen erzeugt werden.“⁵⁷⁷ Die Funktionsweise entsprechender Erweiterungen wird von ihm allerdings methodisch nicht verfolgt.

Auch die von SCHWEGMANN für objektorientierte Modelle eingeführte Technik der Variantendarstellung durch *Spezialisierungsbeziehungen* lässt eine höhere Flexibilität der Anpassung erwarten. Allerdings wird die Merkmalssteuerung der Konfiguration beibehalten, wodurch auch hier die Antizipation möglicher Varianten und deren bedingte Konstruktion zu leisten ist.⁵⁷⁸

Mit dem *Subjektivitätsmanagement* sind in Kombination zu den Varianten auch die subjektiven Bedürfnisse der Modellnutzer zu antizipieren sowie in Darstellungstechniken und deren Anwendungen zu berücksichtigen. Ist eine angemessene Perspektiventiefe zu gewährleisten, die über die Filterung von Sprachaussagen in Modelldarstellungen oder die Berücksichtigung von Standardperspektiven hinausgeht, stellt sich aufgrund der Anony-

⁵⁷² Vgl. Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 47 ff., Frese, E. (1992), 112 ff., Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 23 ff.

⁵⁷³ Schütte, R. (1998), S. 256.

⁵⁷⁴ Schütte, R. (1998), S. 256.

⁵⁷⁵ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 257 f.

⁵⁷⁶ Eine terminologische Präzisierung wird nicht vorgenommen. Zur Einführung des Ansatzes wird ein Beispiel eines Referenzbausteins für die Leistungsdifferenzierung vorgestellt. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 257 ff.

⁵⁷⁷ Schütte, R. (1998), S. 229 f.

⁵⁷⁸ Somit wird zwar eine alternative Konstruktionstechnik eingeführt, der Komplexitätstreibende Effekt des Konstruktionsprinzips von SCHÜTTE allerdings beibehalten. Durch die Umsetzung des Ansatzes in Kombination mit dem Konzept der *Parametrisierung* ist zudem die Tendenz zunehmender Formalisierung gegeben. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 157 ff.

mität der Nutzer von Referenzmodellen das Problem der Bedarfsermittlung. Zudem ist in diesen Fällen durch die nicht nur varianten-, sondern zudem perspektivenspezifische Konstruktion eine nicht unwesentliche Zunahme an Modellen zu verzeichnen. Während für Varianten und Sichten Verzeichnisbereiche in Ordnungsrahmen vorgesehen sind, bleibt bislang offen, wie die Organisation der Perspektiven zu leisten ist.

2. Problembereich: Trotz des hohen Konstruktionsaufwands tragen bisherige Gestaltungsansätze kaum zur Förderung der Inhaltsadäquanz und Vergleichbarkeit bei – erforderlich sind Prüfungen.

Im Anschluss an bisherige Konstruktionsprozesse bleibt fraglich, ob das Referenzmodell den Anforderungen der Nutzer entspricht.⁵⁷⁹ Zwar ist bekannt, dass über die nutzerseitige Akzeptanz im Kern die Inhaltsadäquanz – sowie bei mehreren Modellen die Vergleichbarkeit – entscheiden,⁵⁸⁰ doch sind gerade in Bezug auf die gegenstands- und inhaltsbezogenen Konstruktionsergebnisse die methodischen Gestaltungsmöglichkeiten begrenzt.⁵⁸¹

Mit dem *Variante*- und *Subjektivitätsmanagement* werden Regeln entwickelt, die Vorschriften liefern, nach denen Referenzmodelle kontext- und subjektsspezifisch aufzubereiten sind. Die Auswahl, Strukturierung und Beschreibung adäquater *Inhalte* innerhalb der geschaffenen Struktureinheiten obliegt jedoch dem Konstrukteur. Die Beiträge zum Varianten- und Subjektivitätsmanagement unterstützen ihn hierbei nicht.

Bei gegebener Kapazität des Konstruktionsprozesses ist zudem ein trade-off zwischen der Breite und Tiefe der im Referenzmodell berücksichtigten Varianten und Perspektiven zu beachten. Demnach besteht die Gefahr, dass der Konstrukteur – zur Beherrschung der durch eine angemessene Varianten- und Perspektivenbreite gegebenen Komplexität – die *Tiefe* der jeweiligen Aufbereitung reduziert. Bei begrenzter Kapazität des Konstruktionsprozesses kann damit das durch die Techniken des Varianten- und Subjektivitätsmanagements gegebene Potenzial zur Individualisierung des Referenzmodells unausgeschöpft bleiben. Innerhalb der Austauschbeziehungen zwischen Tiefe und Breite der Gestaltung ist zudem ein Punkt gegeben, an dem mit der Aufnahme weiterer Varianten und Perspektiven die Inhaltsadäquanz aus Nutzersicht unter ein kritisches Niveau fällt.

Zur Förderung der Inhaltsadäquanz und Vergleichbarkeit der Referenzmodelle sieht SCHÜTTE in seinem Vorgehensmodell die Anreicherung des Referenzmodells um *quantitative Größen* vor, da „Struktur- und Verhaltensmodelle [...] nur wie eine Theorie überprüft werden [können], wenn sich ihr Erfolg anhand von Messvorschriften testen lässt.“⁵⁸² Die Vorstellung der Teilsysteme Umwelt, Unternehmensklasse und Unternehmen, in denen spezifische Ziele zu identifizieren sind, liefern Zieldimensionen für Bewertungsansätze. Das referenzmodellgestützte Benchmarking zielt auf die Beurteilung spezifischer Istzustände *durch* Referenzmodelle⁵⁸³ und ist damit nur begrenzt zur Beurteilung *von* Referenzmodellen geeignet. Schließlich könnten auch bei erfolgreicher Messung bestenfalls Informationen über Abweichungen gewonnen werden, die in angemessene korrektive Maßnahmen umzusetzen sind.

Um einen wirksamen Einfluss auf die gegenstands- und inhaltsbezogenen Konstruktionsergebnisse auszuüben, sind letztlich *Prüfungen* gegenüber der empirischen Anwendung vorzunehmen. Sowohl im wissenschaftlichen als auch im wirtschaftlichen Einsatzfeld der

⁵⁷⁹ Vgl. Becker, J. et. al. (Subjektivität) (2001), S. 2.

⁵⁸⁰ Je nach Kriterienkatalog bezeichnet als Inhaltsadäquanz, Konstruktionsadäquanz oder Richtigkeit und Relevanz. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 119, Speck, M. C. (2001), S. 50.

⁵⁸¹ Vgl. z. B. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 79, Schütte, R. (1998), S. 300.

⁵⁸² Schütte, R. (1998), S. 300.

⁵⁸³ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 308.

Referenzmodellierung finden sich mehrfach Anhaltspunkte dafür, solche Prüfungen zur Sicherung der Effektivität in die Gestaltung von Konstruktionsprozessen aufzunehmen. Im Kontext der Theoriebildung können Referenzmodelle als eine Menge von Hypothesen und ihre Konstruktion somit als Hypothesengenerierung interpretiert werden. Nach der Auffassung des kritischen Rationalismus wären sie folglich Hypothesenprüfungen zu unterziehen, in denen systematische Falsifikationsversuche unternommen werden.⁵⁸⁴ Ebenso wichtig ist ihre Prüfung, wenn Referenzmodelle als *Produkte* für den güterwirtschaftlichen Austausch konstruiert werden. Insbesondere im Zuge der Prozessorientierung werden Prüfungen in verschiedenen Phasen der Wertschöpfung vorgesehen, wie z. B. Prozesskontrollen oder Kundenbefragungen.⁵⁸⁵ Die theoretische Grundlage dieser Prüfungen ist mit dem Strukturmuster zielgerichteter institutionalisierter Systeme anhand kybernetischer Steuerungs- und Regelungskreisläufe beschrieben worden. Dort sind zur Prüfung Abweichungsanalysen vorgesehen, mit denen Feedback- und Feedforwardinformationen generiert werden.

Obwohl die Notwendigkeit der Prüfung von Referenzmodellen gegenüber der empirischen Anwendung offensichtlich ist, stellt sich die Frage, durch welche Gestaltungsmaßnahmen sie in Konstruktionsprozessen von Referenzmodellen berücksichtigt werden können. Die Probleme seien exemplarisch hinsichtlich der Übertragungsmöglichkeiten der Erkenntnisse zur Hypothesenprüfung veranschaulicht, die sich analog auch in Prüfungen der Unternehmenspraxis stellen.⁵⁸⁶ So gelten Hypothesen erst dann als akzeptiert, wenn sie ernsthaften Falsifikationsversuchen standgehalten und sich im Forschungskontext bewährt haben. Hieraus stellen sich sowohl Anforderungen an die Darstellungs- als auch Problemlösungstechnik zur Konstruktion von Referenzmodellen.

Als ausschlaggebend für den Bewährtheitsgrad gilt nicht allein die Anzahl der Prüfungen, sondern maßgleich die *Strenge*, mit der sie durchgeführt werden.⁵⁸⁷ Um die Strenge der Prüfung zu fördern, ist ein möglichst hoher Prüfbarkeitsgrad zu gewährleisten, der umso höher ist, desto einfacher die Hypothese formuliert ist. Um eine kritische Prüfung von Referenzmodellen zu ermöglichen, stellen sich somit bereits Anforderungen hinsichtlich ihrer Konstruktion, die sowohl die Struktur als auch die Darstellung von Inhalten betreffen.

Die Durchführung ernsthafter Hypothesenprüfungen sieht vor, Hypothesen mit empirischen Beobachtungen zu konfrontieren und dabei systematischerweise auch Anwendungsfälle einzubeziehen, in denen Konfliktpotenzial besteht (Ergebnisoffenheit). Übertragen auf die Konstruktion von Referenzmodellen wäre es hierzu erforderlich, Referenzmodelle zu konstruieren und sie von avisierten Nutzern in deren relevantem Umfeld ableiten und hinsichtlich der Adäquanz beurteilen zu lassen und dabei kritisch nach Unzulänglichkeiten zu suchen. Für praktische Konstruktionsprozesse liegt damit ein Konflikt zwischen den Grundsätzen der Inhaltsadäquanz und Vergleichbarkeit einerseits sowie der Wirtschaftlichkeit andererseits vor.

In praktischen Konstruktionsprozessen sind damit sowohl der Anzahl als auch der Strenge der Falsifikationsversuche Grenzen durch den Grundsatz der Wirtschaftlichkeit gesetzt. In der Prozessgestaltung sind daher Ansätze zu entwickeln, mit denen die Zielsetzungen der Inhaltsadäquanz und Vergleichbarkeit einerseits und die der Wirtschaftlichkeit anderer-

⁵⁸⁴ Vgl. Popper, K. R. (1994), S. 3 sowie insbesondere zur Bedeutung der Falsifikation im kritischen Rationalismus, Popper, K. R. (1994), S. 26, Popper, K. R. (1962), S. 45 f.

⁵⁸⁵ Die Wirkungszusammenhänge sind hier mit dem *Kundenbezug* des Prozessbegriffs eingeführt worden. In der Literatur werden entsprechende Prüfungen im Kontext des Qualitätsmanagement, vgl. Fn. 85 und der Kundenorientierung, vgl. Fn. 76 thematisiert.

⁵⁸⁶ Auf vergleichbare Probleme deutet BENSBERG bei der Übertragung der Erkenntnisse des kritischen Rationalismus auf die anwendungsorientierte Wissenschaft der Marketingforschung hin. Vgl. BENSBERG, F. (2001), S. 34.

⁵⁸⁷ Vgl. Popper, K. R. (1994), S. 213.

seits in Einklang gebracht werden können. Obwohl dabei Abschwächungen der Anforderungen an die Vorgehensweise einzuräumen sind, ist anzustreben die Prüfung hinreichend kritisch vorzunehmen, um einen möglichst hohen Bewährtheitsgrad der Referenzmodelle zu erzielen. Im Folgenden ist zu untersuchen, wie die aus der kritischen Prüfung resultierenden Anforderungen im State-of-the-Art berücksichtigt werden.

3. Problembereich: Die in bisherigen Problemlösungstechniken eingebauten Prüfverfahren führen dazu, dass bis zum Zeitpunkt der ersten Prüfung bereits ein Großteil der Konstruktionskosten anfällt, zugleich aber die verbleibenden Korrekturmöglichkeiten gering sind und somit das Risiko des Konstruktionsprozesses gesteigert wird.

Die zur Problemlösungstechnik vorgeschlagenen Vorgehensmodelle sind zwar zyklisch strukturiert, sehen aber jeweilige Konstruktions- und Anwendungszyklen vor, die für sich *wasserfallartig* ausgeführt wird. So findet zunächst eine Konstruktion in sämtlichen Phasen – der Problemdefinition bis zur Komplettierung des Modells – statt, bevor eine Konfrontation des Referenzmodells mit dem empirischen Anwendungsfeld erfolgt.

Im dem Vorgehensmodell von SCHÜTTE werden zwar Phasen zur konstruktionsbegleitenden Prüfung vorgesehen, sie werden aber nach innen gerichtet durchgeführt. Dabei stützen sie sich bei der ersten Prüfung auf die in der Konstruktion des Referenzmodellrahmens gewonnenen Erfahrungen und bei der zweiten Prüfung auf eine exemplarische Konfiguration des Modells. Eine repräsentative Konfrontation mit dem empirischen Anwendungsfeld ist nicht vorgehen.

Der späte Zeitpunkt der Prüfungen gefährdet sowohl die Effektivität als auch die Effizienz der Konstruktion: Zum einen fällt bis zum Zeitpunkt der ersten Prüfung der Großteil des gesamten Aufwands einer Konstruktion an; zum anderen sind in den späten Phasen – im Extremfall nach der Distribution bzw. Publikation – die Korrekturmöglichkeiten erheblich eingeschränkt.

Prüfungen sind sowohl im Hinblick auf den nutzerseitigen Bedarf durchzuführen als auch gegenüber alternativen Modellen, um gegenüber dem „Markt an Referenzmodellen“ den Grundsatz der Vergleichbarkeit zu berücksichtigen.

Prüfung des nutzungsseitigen Bedarfs

Ein Kontakt des Referenzmodells mit dem Anwendungsfeld erfolgt in den Vorgehensmodellen erst nach Komplettierung des Modells. Vorgesehen ist eine Prüfung der *Inhaltsadäquanz* nämlich erst durch Erfolgsbeurteilung der Anwendung. SCHLAGHECK führt hierzu eine dezidierte Phase der Evaluation ein. SCHÜTTE berücksichtigt eine Phase zur Erweiterung des Referenzmodells, die zyklisch durch Probleme bei der Anwendung des Modells (Realisierung) ausgelöst werden. Analog sieht SCHWEGMANN nach dem Abschluss der Konstruktion des Anwendungsmodells die Iteration des Konstruktionsprozesses in der Phase der Anforderungsspezifikation vor. Schließlich ist nicht gewährleistet, dass eine Anwendung überhaupt zustande kommt, mit der eine Prüfung vorgenommen werden könnte.

Ein weites Spektrum relevanter Interessengruppen könnte in den von SCHÜTTE beschriebenen multipersonellen Einigungsprozess der Problemdefinition einbezogen werden. Hierzu fehlen jedoch sowohl die methodenbezogenen als auch die organisations- und technologiebezogenen Voraussetzungen. Die Abstimmung beschränkt sich auf die Phase der Problemdefinition, in der allerdings die Vorstellungen über den Rahmen und die Struktur des Referenzmodells wegen fehlender Anschauungsobjekte relativ vage sind. Zur Konkretisierung der Vorstellungen ist die bereitgestellte Darstellungstechnik der dokumentenbasierten Argumentation jedoch nur in bedingtem Maße hilfreich, da sie dazu konzipiert ist, Transparenz über entscheidungsrelevante *Fragen, Argumente und Meinun-*

gen zu schaffen. Eine personelle Ausweitung erhöht den Abstimmungsbedarf und fordert zudem die Schaffung adäquater organisatorischer und technischer Voraussetzungen, zu denen aber im State-of-the-Art keine Beiträge vorliegen. Somit ist nicht auszuschließen, dass bereits das definierte Problem von potenziellen Modellnutzern als inadäquat empfunden wird – sei es, dass kein entsprechender Bedarf vorliegt oder dass bereits alternative Angebote diesen Bedarf decken.

Prüfung des konstruktionsseitigen Angebots

Zusätzlich zum Bedarf der avisierten Nutzer ist in der Phase der Problemdefinition zu untersuchen, inwieweit das zu definierende Problem teilweise oder vollständig bereits durch andere Referenzmodelle in befriedigender Weise gelöst wird. Gelingt es, das eigene Konstruktionsvorhaben adäquat in vorhandene Lösungen einzubetten, mindert dies nicht nur das Marktrisiko, sondern trägt durch Effekte der Wiederverwendung auch zur Steigerung der Effizienz bei.

Im Vorgehensmodell nach SCHÜTTE findet ein solcher Modellvergleich explizit mit der Gestaltung von Inter-Referenzmodellbeziehungen statt. Allerdings wird er in der Phase der Komplettierung des Referenzmodells positioniert und bildet damit nicht den Ausgangspunkt sondern den Abschluss der Konstruktion. Sowohl die Planung als auch die Konstruktion des Rahmens und der Struktur sind dieser Prüfung somit bereits vorausgegangen. Die Gestaltung beschränkt sich demnach auf die *nachträgliche* Herstellung von Verbindungen, von der jedoch kaum systematische Konsequenzen auf die inhalts- und gegenstandsbezogene Konstruktion des Referenzmodells selbst ausgehen.

Dass die Integrationspotenziale weitgehend unausgeschöpft bleiben, zeigt auch das skizzierte Spektrum an Referenzmodellen. Das *Y-CIM*- und das *Handels-H-Modell* sind für den zwischenbranchlichen Vergleich heranzuziehen. Über ihre brachenspezifischen Teile hinaus behandeln beide Modelle Querschnittsbereiche, wie z. B. Kosten- und Leistungsrechnung, Controlling und Executive Information Systems (EIS). Obwohl diese Inhalte durchaus Gemeinsamkeiten aufweisen, in denen Teile spezifisch ausgeprägt sind, werden auch in inhaltlich verwandten Teilen der Modelle kaum Konstruktionsergebnisse wieder verwendet. Die Referenzmodelle zum elektronischen Handel bieten einen innerbranchlichen Vergleich. Obwohl das *Handels-H-Modell* als Referenzmodell für den Handel durchaus auch auf Varianten des elektronischen Handels anzuwenden wäre, werden z. B. bei KLEIN/SZYSPEKY und FRANK keine Modellbestandteile aus diesem Referenzmodell wieder verwendet. Sowohl das *Handels-H* als auch des *Y-CIM* beinhalten Referenzmodelle für den Aufgabenbereich der Lenkung, der ebenso in den Referenzmodellen für Controllingaufgaben des *Controllingcockpits* von Bedeutung ist. Gleichwohl liegen auch hier keine Abstimmungen der Modelle vor. Die Erschließung von Integrationspotenzialen wird teilweise durch unterschiedliche Abstraktionsebenen und Sprachen eingeschränkt (z. B. BECKER/SCHÜTTE, FRANK, KLEIN/ SZYSPEKY). Auch bei einem vergleichbaren Profil werden Referenzmodelle weitgehend eigenständig erstellt (z. B. SCHEER, BECKER/SCHÜTTE).

4. Problembereich: Die späte Prüfung und die hohe Komplexität der Konstruktion durch das Varianten- und Subjektivitätsmanagement erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass Referenzmodelle in einzelnen Anwendungen als inadäquat empfunden werden, wodurch die Nutzerzufriedenheit nachhaltig beeinträchtigt wird.

Die aufgrund der hohen Konstruktionskomplexität gefährdete Inhaltsadäquanzen in Verbindung mit der späten *kritischen* Prüfung der Konstruktionsergebnisse erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass Referenzmodelle von Nutzern als inadäquat empfunden werden. Ver-

stärkt wird dieser Zusammenhang dadurch, dass Nutzer die Adäquanz schließlich allein auf Basis des nach Auswahl und Anpassung vorliegenden Modells beurteilen.

BECKER ET AL. beschreiben diesen Zusammenhang als Dilemma, vor dem der Konstrukteur bei der Marktabgrenzung steht: „Als Auswahlkriterium dient Unternehmen [...] insbesondere die Berücksichtigung der Unternehmensspezifika, [...]. Die Einschränkung der Allgemeingültigkeit des Modells birgt für den Referenzmodellierer allerdings ein erhöhtes Absatzrisiko ob des eingeschränkten Marktes.“⁵⁸⁸ Wird der Nutzer in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt, begründet sich hierin zugleich das Risiko, mit einer deklarierten hohen Varianten- und Perspektivenbreite zwar ein großes Kundensegment anzusprechen, das Modell jedoch von einzelnen Kunden aufgrund zu geringer Tiefe abgelehnt wird. Solche Referenzmodelle laufen Gefahr, vollständig den Markt zu verfehlen, wenn sie in keinem Einzelfall als adäquat empfunden werden. Die Varianten- und Perspektivenbreite alleine wird in diesem Sinne nicht „belohnt“, sondern kann sogar „bestraft“ werden, sofern sie zulasten der Tiefe geht.

Aus prozessorientierter Sicht ist über die Auswahlentscheidung hinaus auch der Erfolg seitens der Kunden hinsichtlich der referenzmodellgestützten Konstruktion sowie der Nutzung der abgeleiteten Anwendungsmodelle im Rahmen mehrperiodiger Betrachtungen zu beachten. Je später die Inadäquanz erkannt wird, desto schwerwiegender ist der durch das Referenzmodell nutzerseitig hervorgerufene Schaden. Die Häufung von Misserfolgen in der Anwendung wirkt sich nachhaltig negativ auf die Kundenzufriedenheit aus.

5. Problembereich: Kommunikationsmöglichkeiten und Modellstrukturen erschweren eine anforderungsgerechte Lenkung von Konstruktionsprozessen, wodurch eine adäquate Evolution der Referenzmodelle verfehlt wird.

Sofern in Prüfungen Abweichungen vom Sollzustand erkannt werden, sind korrektive Maßnahmen vorzusehen. Im State-of-the-Art ist der hierzu erforderliche Regelkreislauf jedoch gestört. Probleme bestehen sowohl hinsichtlich der Möglichkeiten des Nutzers, mit dem Konstrukteur zu kommunizieren als auch hinsichtlich Beschränkungen des Konstrukteurs, auf Rückmeldungen adäquat zu reagieren.

Die Kommunikationsmöglichkeiten der Nutzer variieren stark in Abhängigkeit von ihren Profilen. Im wirtschaftlichen Anwendungsfeld hat die Marktmacht einzelner Kunden einen Einfluss auf ihre Möglichkeit, spezielle Bedarfe wirkungsvoll an den Konstrukteur des Referenzmodells heranzutragen. Im wissenschaftlichen Bereich sind vergleichsweise hohe Eintrittsbarrieren in die Diskussion gegeben. So ist die Beteiligung an Standardprozessen der Publikation an Begutachtungen gebunden, in die auch Persönlichkeitsmerkmale (z. B. akademischer Grad) sowie Umfang und Aufbereitung einzelner Beiträge (z. B. Buch, Aufsatz) einfließen. So ist es etwa einem Studierenden kaum möglich, einen einzelnen Änderungsvorschlag zu einem etablierten Datenmodell (z. B. Y-CIM-Modell) zur Diskussion zu stellen. Über diesen hinsichtlich der Rückkopplung zu gestaltenden Regelkreislauf könnte die Effektivität der Konstruktion auch durch Steuerungskreisläufe gestärkt werden, in denen etwa Konstruktionsprozesse durch Nutzer initiiert werden.

Die Reaktionsmöglichkeit des Konstrukteurs ist sowohl hinsichtlich der modellbezogenen, der organisationsbezogenen als auch der technologiebezogenen Prozessgestaltung begrenzt. Da sich die Rückmeldung des Nutzers auf das gesamte Modell bezieht, kann es im Einzelfall problematisch sein, die Ursachen der wahrgenommenen Qualitätsmängel

⁵⁸⁸ Becker, J. et. al. (Subjektivität) (2001), S. 2. Die weiteren Ausführungen zeigen, dass die Autoren ihren Überlegungen dennoch ein Variantenmanagement zugrunde legen. Vgl. Becker, J. et. al. (Subjektivität) (2001), S. 3 ff. Das Dilemma wird daher hier so interpretiert, dass ausgehend von einer begrenzten Konstruktionskapazität der beschriebene *trade-off* zwischen der *Breite* und *Tiefe* der im Referenzmodell berücksichtigten Varianten und Perspektiven gesehen wird.

exakt zu lokalisieren und gezielt zu beheben. Die Strukturierung der Referenzmodelle als Gesamtsysteme, deren Teile ausgehend von einem Ordnungsrahmen nach dem Prinzip der Vereinigung integriert sind, erschwert sowohl die Isolation als auch den Austausch einzelner Konstruktionsaspekte. So ist z. B. ausgehend von einem logischen Cluster eines Datenmodells nicht ohne weiteres ersichtlich, welche Position dieses im gesamten Referenzmodell einnimmt – oder darüber hinaus: welche Auswirkungen Änderungen einzelner Entitätstypen auf andere Daten- oder Prozessmodelle sowie weitere für das Subjektivitätsmanagement eingeführten Modelle haben.

CASE-Werkzeuge können zwar zumeist die Vorkommnisse und Relationen von Sprachaussagen (z. B. E-Typ „Kunde“) in einem Gesamtmodell lokalisieren, der Beitrag einzelner Aussagen zur Problemlösung auf pragmatischer Ebene ist jedoch *konzeptionell* nicht hinreichend nachvollziehbar, sodass etwa Ersetzungen von Teilproblemlösungen vorgenommen werden könnten.

Zur Darstellung solcher Zusammenhänge können Ordnungsrahmen einen Beitrag leisten. Ordnungseinheiten kreativer Ansätze (z. B. Y-CIM-Modell) beziehen sich jedoch zumeist nur auf die Ebene des Gesamtmodells. Auf den darunter liegenden Ebenen geht von ihnen keine kapselnde Wirkung aus. Hingegen bestehen vielfältige Interdependenzen zwischen den Aussagen unterschiedlicher Ordnungseinheiten, die teilweise in Informationsflussdiagrammen visualisiert werden (vgl. z. B. Handels-H-Modell).

Prozessobjekte bieten zwar einen Ansatz zur Strukturierung des Modells (Intra-Modell-Struktur). Sie sind allerdings nicht hinreichend eigenständig, um etwa flexibel in Referenzmodellen ausgetauscht werden zu können. Hierzu fehlen insbesondere Schnittstellen einzelner Prozessobjekte sowie die Operationalisierung von Konstruktionsbeziehungen zwischen ihnen. Die wirkungsbezogenen *depends_on*-Beziehungen auf Ebene der Prozessobjektauswahlmatrizen sind hierzu nicht hinreichend.

Auch die Organisation von Reaktionen auf eingehende Rückmeldungen erweist sich als problematisch. So empfängt der Konstrukteur individuelle Anpassungsbedarfe, die aus heterogenen Anwendungskontexten und Perspektiven formuliert werden (1:n-Kardinalität). Während Bündelungen gleich gelagerter Rückmeldungen dabei sichtbar werden können, bleiben Wechselwirkungen zwischen inhaltlich verwandten Bedarfen verschiedener Nutzer weitgehend unberücksichtigt, da sie untereinander nicht hinreichend koordiniert sind. So können bei der Variation des Referenzmodells entgegengesetzte Beurteilungen der Nutzer hervorgerufen werden oder auch Lösungen verfehlt werden, durch die eine breitere Anzahl an Nutzern befriedigt werden könnte.

Im wissenschaftlichen Einsatzfeld wird die Reaktionsmöglichkeit darüber hinaus ganz wesentlich durch die zur Publikation eingesetzte Technologie der Printmedien begrenzt. Die aus der Bindung an Auflagenzahlen resultierenden Änderungszyklen (Releasezyklen) werden weder den Kundenbedürfnissen gerecht, noch sichern sie eine an der Änderungsgeschwindigkeit des Umfelds angemessene Entwicklung des Referenzmodells.

Fazit

Die aufgezeigten Störungen der Prozesse hemmen die Entwicklung der Referenzmodelle, wodurch gleichläufig sowohl der wirtschaftliche als auch der wissenschaftliche Nutzen gemindert wird. Für den wissenschaftlichen Fortschritt sollte sich die Konstruktion von Referenzmodellen innerhalb eines evolutionären Prozesses der Hypothesengenerierung und -prüfung vollziehen. Förderlich wäre hierzu eine möglichst rasche detaillierte Prüfung unter vergleichsweise geringem Aufwand, die häufig wiederholt werden könnte. Übertragen auf den wirtschaftlichen Einsatz gelten diese Erfolgsfaktoren analog. Die Evolution hat hier eine möglichst kontinuierliche und zeitnahe Anpassung der Modelle an die Be-

dürfnisstrukturen differenzierter Kundensegmente vorzunehmen. Dieses Idealbild wird jedoch durch die aufgezeigten Schwachstellen in mehrfacher Hinsicht gestört.

Ein *Grundprinzip* der Schwachstellen besteht darin, dass die Probleme mit methodenbezogenen Ansätzen gehandhabt werden, wobei die Ergebnisse mit *Regeln* allein nicht zu erbringen sind. Dabei bleibt unberücksichtigt, dass letztlich die im relevanten Umfeld des Konstruktionsprozesses vorzufindenden Nutzer, Konstrukteure und Modelle über den Erfolg des Konstruktionsprozesses entscheiden. Gelingt es, sie frühzeitig in geeigneter Form in den Konstruktionsprozess zu involvieren, werden weite Teile der Problemfelder bereits auf organisatorischer Ebene gelöst.

Zur Steigerung der Effektivität der Konstruktionsprozesse könnten kritische Prüfungen derart gestaltet werden, dass relevante Interessengruppen (z. B. potenzielle Nutzer) Teile des Modells über sämtliche Phasen des Lebenszyklusses beurteilen und unmittelbare Feedbackinformationen geben. Durch Effekte der Arbeitsteilung und Wiederverwendung könnte dabei zugleich die Effizienz gesteigert werden. Problematisch ist jedoch, dass das Umfeld aus Akteuren und Modellen zwar gegeben, jedoch nicht gegenüber gemeinsamer Konstruktionsziele koordiniert ist. Vielmehr werden eigenständige Konstruktionsprozesse ausgeführt, die im Allgemeinen räumlich voneinander getrennt sind. Bei dem Interesse ihrer Abstimmung ist zu berücksichtigen, dass die Konstruktion von Referenzmodellen in der Praxis nicht auf ein Gemeinwohl ausgerichtet ist. Die Koordination ist daher so zu gestalten, dass die Eigenständigkeit der dezentralen Prozessgestaltung und -ausführung erhalten bleibt und zudem Anreize geschaffen werden, die einzelne Akteure zur Zusammenarbeit motivieren.

Die theoretische Grundlage derartiger Zusammenschlüsse liefern *verteilte* Systeme. Im Folgenden ist zu untersuchen, inwiefern in der Gestaltung von Konstruktionsprozessen der Referenzmodellierung Merkmale derartiger Systeme berücksichtigt werden können, um die angestrebte Abstimmung zu gewährleisten.

5 Konzeption einer verteilten Referenzmodellierung (VRM)

5.1 Begriff der VRM

5.1.1 Gestaltungsmerkmale verteilter Systeme

5.1.1.1 Intuitiver Begriff der Verteilung

Gestaltungsansätze der Verteilung stellen gegenwärtig eine „Schlüsseltechnologie“ leistungsfähiger Informationssysteme dar. Verteilte *Anwendungssysteme* ermöglichen eine differenzierte und rasche Informationsbeschaffung und eröffnen durch die Vernetzung von Arbeitsplätzen neue Kooperationsformen in der *Organisationsgestaltung*. Im Wechselspiel erwachsen aus ihnen wiederum Anregungen für Weiterentwicklungen der Anwendungssysteme, sodass sowohl eine Ausweitung des Ausmaßes als auch der Einsatzgebiete verteilter Systeme zu beobachten ist.

Die Verbreitung verteilter Systeme macht bereits den Facettenreichtum des Begriffs deutlich. So ist das Phänomen der Verteilung z. B. nicht allein auf technische Betrachtungen zu reduzieren, sondern ebenso auf Beziehungen zwischen Menschen zu übertragen. Intuitiv wird mit verteilten Systemen die Vorstellung verbunden, dass Einheiten zwar entfernt voneinander existieren, gleichwohl aber gemeinsam einem Zweck dienen.

Trotz des hohen Stellenwerts der Verteilung in den für die Referenzmodellierung wesentlichen Gebieten der Organisations- und Anwendungssystemgestaltung ist der Begriff verteilter Systeme gegenwärtig weder standardisiert noch Gegenstand der Diskussion.⁵⁸⁹ In der Anwendungssystementwicklung wird eine sehr technische Sichtweise eingenommen.⁵⁹⁰ In der Organisationssystemgestaltung ist der Terminus der *Verteilung* hingegen kaum verbreitet, obgleich das Prinzip der Verteilung – im intuitiven Sinne – den Gestaltungsansätzen in mehrfacher Hinsicht immanent ist.⁵⁹¹

Im Folgenden ist eine Konkretisierung des Begriffs verteilter Systeme vorzunehmen. Hierzu sind Bedeutungen und Erscheinungsformen der Verteilung in der Anwendungssystem- und Organisationssystemgestaltung zu untersuchen. Die Ergebnisse werden in einem Begriff *allgemeiner* verteilter Systeme⁵⁹² abstrahiert, der die Übertragung konstituierender Gestaltungsmerkmale auf die Referenzmodellierung gestattet.

⁵⁸⁹ In vielen Arbeiten bleibt eine Einführung des Begriffs überhaupt aus, obwohl sie sich mit verteilten Systemen befassen. Vgl. z. B. Weske, M. (1994), Studer, R. (1987), Ben-Arni, M. (1990), El-Rewini, H., Lewis, T. G., Ali, H. H. (1994), Schmidtke, F. (1982), S. 11 ff., Jablonski, S., Ruf, T., Wedekind, H. (1990), S. 171 ff., Goscinski, A. (1991), S. 7. Auch in Grundlagenwerken werden die verteilte Systeme konstituierenden Merkmale zum Teil nicht erörtert, sondern spezielle verteilte Systeme eingeführt. Vgl. Alpar, P. et al. (2000), S. 313 u. S. 317.

⁵⁹⁰ So behandelt BALZERT das Phänomen der Verteilung, indem er Voraussetzungen für verteilte objektorientierte Anwendungssysteme beschreibt (z. B. Mehrbenutzerfähigkeit, Skalierbarkeit) und daraufhin technische Entwicklungsansätze verteilter Systeme vorstellt (z. B. Enterprise JavaBeans). Vgl. Balzert, H. (2000), S. 899 ff.

⁵⁹¹ In diesem Sinne spricht KOSIOL von dem Verteilungssystem der Organisation. Vgl. Kosiol, E. (1976), S. 80 ff. Zwar liegen dem Begriff nicht die Vorstellungen zugrunde, die heute mit verteilten Systemen im engeren Sinne verbunden werden, doch können bereits aus KOSIOLS Arbeit wesentliche Grundzüge der Verteilung identifiziert werden.

⁵⁹² In einigen Arbeiten wird für die hier vorzunehmenden Gestaltungen nicht weit genug von technischen Einzelheiten abstrahiert; andere Arbeiten finden demgegenüber zum Teil Begriffe, die zu unspezifisch sind, sodass etwa eine Abgrenzung gegenüber dem Begriff der Dezentralisation nicht vorgenommen werden kann. Vgl. Popien, C., Schürmann, G., Weiß, K.-H. (1996), S. 5, von Bochmann, G. (1983), S. 26.

5.1.1.2 Formen der Verteilung in Anwendungssystemen

Die Anwendungssystementwicklung bildet den Ursprung des Begriffs verteilter Systeme in der Wirtschaftsinformatik.⁵⁹³ Frühe Arbeiten bezogen sich auf verteilte Datenbanken und verteilte Betriebssysteme.⁵⁹⁴ Mittlerweile zählen verteilte Systeme zum Standard der Informationstechnologie. Im wissenschaftlichen Kontext erlangen Forschungsgebiete des *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*⁵⁹⁵ zunehmend an Bedeutung. Auch in der Unternehmenspraxis werden sowohl im inner- als auch zwischenbetrieblichen Bereich verteilte Anwendungssysteme eingesetzt. So werden z. B. in ERP-Systemen zunehmend internetgestützte Arbeits- und Marktplätze realisiert.⁵⁹⁶ Einen theoretischen Ausgangspunkt zur Klärung des Begriffs der verteilten Anwendungssysteme (Distributed Data processing System) liefert ENSLOW. Er betrachtet das Ausmaß der Verteilung von Systemen hinsichtlich mehrerer Dimensionen (vgl. Abb. 56).⁵⁹⁷

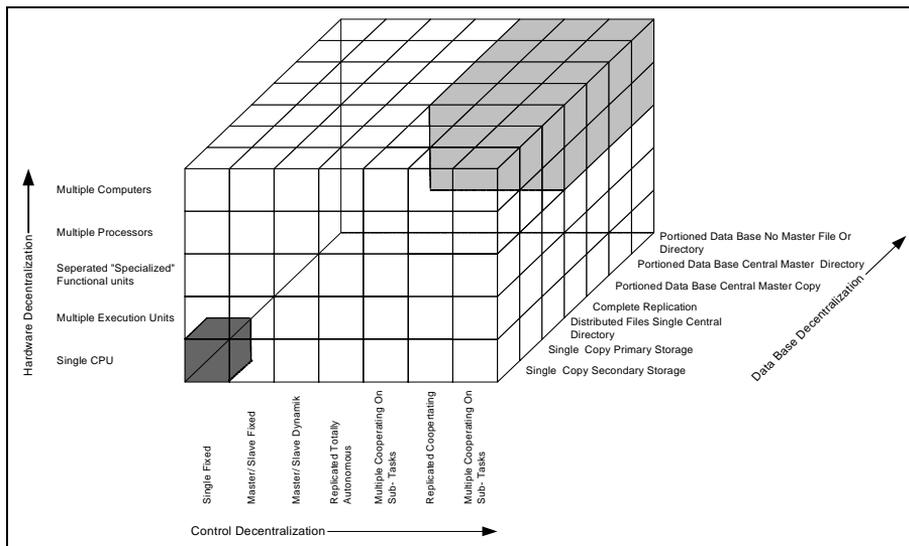


Abb. 56: Ausmaß der Verteilung von Systemen nach ENSLOW⁵⁹⁸

Bei TUROWSKI wird eine Abgrenzung verschiedener spezieller verteilter Systeme in Teil-Mengenbeziehungen einander gegenübergestellt, in der verteilte Systeme *technische* verteilte Systeme einschließen. Die Bedeutung eines verteilten Systems als solches bleibt aber unklar. Vgl. Turowski, K. (1997), S. 53 f.

⁵⁹³ Zur Darstellung der historischen Entwicklung und zu Beispielen vgl. Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T. (2001), S. 3 ff., Lorin, H. (1988), S. 26 ff., Grossenbacher, J.-M. (1981), S. 2 ff.

⁵⁹⁴ Die Bezeichnung dieser Systeme ist im Einzelnen uneinheitlich. Als grundlegend werden verteilte Betriebssysteme (Distributed Operating System), Anwendungssysteme (Data Processing Systems) und Datenbanken (Distributed Database) angesehen. Vgl. auch Champine, G. A. (1980), S. 17, Jablonski, S., Ruf, T., Wedekind, H. (1990), S. 173 ff., von Bochmann, G. (1983), S. 10 ff. Speziell zu verteilten Datenbanksystemen vgl. Date, C. J. (2000), S. 54, Vossen, G. (2000), S. 627 ff., Lorin, H. (1988), S. 3 ff.

⁵⁹⁵ Zum Forschungsgebiet zählen Workflow-Management-Systeme und Work-Group-Systeme, vgl. z. B. Loos, P. (Generisch) (1996), S. 2. Zum State-of-the-Art vgl. Back, A., Seufert, A. (2000), S. 5 ff.

⁵⁹⁶ Die Bezeichnung ERP (Enterprise Resource Planning) bezeichnet eine Klasse von Anwendungssystemen, die der integrierten Unterstützung unternehmerischer Prozesse dienen (z. B. Rechnungswesen, Logistik, Personalwesen) und idealtypisch sämtliche relevanten Funktionen der Administration, Disposition und Führung unterstützen. Vgl. Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 330. Sie können als Standard- oder Individualsoftware realisiert sein. Beispiele sind *SAP*, *JD Edwards'*, *Baan*, *Peoplesoft* und *Siebel*. Vgl. Alpar, P. et al. (2000), S. 113 ff., Pérez, M. et al. (1998), S. 113 ff. Zur gegenwärtigen Entwicklung einer zunehmenden Verteilung dieser Systeme vgl. z. B. Kock, N. (2001), S. 87 sowie Kapitel 1.1.3 dieser Arbeit.

⁵⁹⁷ Vgl. Enslow, P. (1978), S. 13-19 sowie zu Interpretationen des Ansatzes Champine, G. A. (1980), S. 25 ff., Sloman, M., Kramer, J. (1989), S. 3 f., Turowski, K. (1997), S. 51 ff.

⁵⁹⁸ Enslow, P. (1978), S. 19.

Anhand der Dimensionen *Hardware* (hardware or processing logic), *Daten* und *Kontrolle* (control) eines Systems beschreibt ENSLOW ein Kontinuum zwischen vollständig zusammengefassten (fully centralized) und vollständig verteilten (fully distributed) Systemen. Zur Operationalisierung ist jede Dimension hinsichtlich spezifischer diskreter Merkmalsausprägungen zunehmender Verteilungsgrade strukturiert.

Innerhalb des so beschriebenen Raums grenzt ENSLOW ein verteiltes System dadurch ab, dass mehrere Computer zum Einsatz kommen (Hardware Decentralization), auf denen unabhängige, aber kooperierende Betriebssystemprozesse ausgeführt werden (Control Decentralization)⁵⁹⁹. Außerdem werden Daten nicht einfach, sondern redundant gehalten, die über lokale, vollständig replizierte Verzeichnisse auffindbar sind (Data Decentralization).⁶⁰⁰

Während einzelne Merkmalsausprägungen für die Erarbeitung eines allgemeinen Begriffs von untergeordneter Bedeutung sind, impliziert der Ansatz von ENSLOW bereits Vorschläge für Strukturmerkmale verteilter Systeme: (1) Verteiltheit ist anhand kritischer Merkmalsausprägungen festzustellen und kann in unterschiedlichem Ausmaß vorliegen. (2) Verteiltheit ist dimensionsspezifisch zu differenzieren, wobei einzelne Dimensionen hinsichtlich des Gegenstands der Verteilung gebildet werden können. (3) Einzelne Dimensionen weisen individuelle Merkmale auf, anhand derer die Verteilung konkretisiert wird. (4) Ein Gesamtsystem ist ab einem kritischen Ausmaß des Verteilungsgrades über alle Dimensionen auch insgesamt als verteilt zu kennzeichnen.

Ein Schlüsselkonzept verteilter Anwendungssysteme stellen sog. *Client-Server-Architekturen* dar.⁶⁰¹ Client-Server-Architekturen beschreiben Dienstleistungsbeziehungen zwischen zwei oder mehreren Einheiten.⁶⁰² Frühe Erscheinungsformen sind *hardwareorientierte* Client-Server-Architekturen, bei denen die Leistungsbeziehung zwischen Hardwareeinheiten besteht (z. B. Druckserver in Rechnernetzen). Um die Ausführung von Anwendungssystemen auf unterschiedlichen Rechnern zu ermöglichen, wird das Architekturprinzip auf den Austausch von Softwaredienstleistungen übertragen, sodass *softwareorientierte* Client-Server-Architekturen entwickelt werden.

Die Erscheinungsformen der Verteilung von Softwareeinheiten in der Anwendungssystemgestaltung können in drei Feldern systematisiert werden, die in Abb. 57 dargestellt werden.

⁵⁹⁹ Zu den Grundlagen verteilter Transaktionsverarbeitung vgl. Spector, A. Z. (1991), S. 191 ff., Bacon, J. (1993), S. 437 ff. Ein typisches Konstrukt sind sog. Nested Transactions, vgl. Weihl, W. E. (Transactions) (1991), S. 237 ff. Speziell zu Aspekten verteilter Kontrolle vgl. Jensen, E. D. (1988), S. 175 ff., Bacon, J. (1993), S. 401 ff.

⁶⁰⁰ Zur verteilten Datenhaltung vgl. Satyanarayanan, M. (1991), S. 149 ff. Insbesondere stellt sich die Aufgabe der Replikation. Vgl. hierzu Davidson, S. B. (1991), S. 266 ff., Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T. (2001), S. 533 ff.

⁶⁰¹ Zu Client-Server-Architekturen vgl. Bacon, J. (1993), S. 319 ff., Meyer, H.-M. (1993), S. 72 ff., Bever, M. et al. (1993), S. 2 f., Karer, A., Müller, B. (1994), S. 50 ff. Anzumerken ist, dass je nach Perspektive Client-Server-Systeme auch als spezielle verteilte Systeme gesehen werden können. Vgl. Nehmer, J. (1988), S. 79 ff. In der hier eingenommenen Perspektive ist jedoch ihre Bedeutung als konzeptionelle Voraussetzung für technische verteilte Systeme zu betonen.

⁶⁰² Diese Dienstleistung prägt die als „Client-Server“ gekennzeichneten Phänomene. Im Kontext sind auch die Bezeichnungen Client-Server-Modell, -Beziehung, -Konzept und -Prinzip üblich, die zumeist synonym verwendet werden. Vgl. Eckhardt, K. J., Nowak, R. (1988), S. 28, Scheer, A.-W., Houy, C., Zimmermann, V. (1992), S. 14, Rudolphi, M. (1992), S. 3.

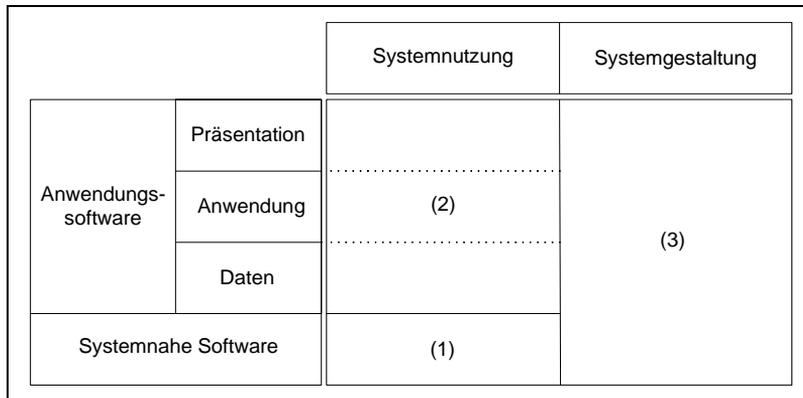


Abb. 57: Spektrum ausgewählter verteilter Anwendungssysteme

Ursprünglich bezieht sich die Verteilung auf die Ausführung systemnaher Software und wird mit der Entwicklung von ERP-Systemen auf Dienste der Anwendungssoftware übertragen. In beiden Fällen werden die Dienste auf mehrere Hardwareeinheiten verteilt, die zur Nutzung jeweils durch Programmaufruftechniken ausgeführt werden können.⁶⁰³ Während diese Erscheinungsformen auf die Systemnutzung gerichtet sind, wird gegenwärtig das Potenzial der Verteilung von Softwareeinheiten zur Unterstützung der Systemgestaltung erschlossen. Die Erscheinungsformen werden im Folgenden vorgestellt.

Verteilung von Diensten systemnaher Software zur Systemnutzung: Durch die Verteilung von Betriebssystemdiensten werden auf Ebene der systemnahen Software verteilte Betriebssysteme entwickelt. Ihre grundlegenden Eigenschaften werden von TANENBAUM/VAN RENESSE wie folgt beschrieben: „A distributed operating system is one that looks to its users like an ordinary centralized operating system but runs on multiple, independent central processing units (CPUs).“⁶⁰⁴ Einheiten des Systems sind Prozessoren (CPUs), die jeweils einzelne Betriebssystemdienste ausführen. Als besonderes Systemmerkmal heben sie die Transparenz⁶⁰⁵ der Verteilung hervor, womit ausgedrückt wird, dass sich das Betriebssystem im Außenverhältnis als ein geschlossener Dienst präsentiert.

Verteilung von Diensten der Anwendungssoftware zur Systemnutzung: Durch Ausweitung der zu verteilenden Dienste auf Schichten oberhalb der systemnahen Software entstehen Formen verteilter Anwendungssoftware. Bereits die Einführung ENSLows weist entsprechende Merkmale auf: „Ein verteiltes System ist ein Datenverarbeitungssystem, dessen Daten oder auch Funktionskomponenten auf mehreren zu einem Netz zusammenge-

⁶⁰³ Es bieten sich unterschiedliche Techniken, die sich insbesondere hinsichtlich der Adressierung und Interaktion unterscheiden. Vgl. etwa Wegner, P. (1990), S. 54 ff., Meyer, H.-M. (1993), S. 89 ff., Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T. (2001), S. 169 ff., Weihl, W. E. (RPC) (1991), S. 65 ff., Goscinski, A. (1991), S. 131 ff. Zu Techniken der Namensgebung vgl. Watson, R. W. (1988), S. 191 ff., Herrtwich, R. G., Hommel, G. (1989), S. 382 ff., Needham, R. M. (1991), S. 89 ff., Goscinski, A. (1991), S. 285 ff., Bacon, J. (1993), S. 268 ff., insbes. S. 328 ff.

⁶⁰⁴ Tanenbaum, A. S., van Renesse, R. (1985), S. 419. Zu weiteren Einführungen verteilter Betriebssysteme in diesem Sinne vgl. Tobiasch, R., Friedrich, G. (1982), S. 81 ff., Goscinski, A. (1991), S. 7 f., Mullender, S. J. (1991), S. 5.

⁶⁰⁵ Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang auf die homonyme Verwendung des Terminus der *Transparenz*. Während in der Informatik – wie hier – zumeist die Durch- und damit Unsichtbarkeit von etwas gemeint ist, wird in der Betriebswirtschaftslehre und weiten Teilen der Wirtschaftsinformatik (speziell der Referenzmodellierung) die Durchsichtigkeit auf etwas und damit gerade die Offenlegung als relevant erachteter Aspekte verstanden. Nach unterschiedlichen Aspekten, hinsichtlich derer die Verteilung nicht wahrnehmbar ist, werden in der Informatik zudem Arten der Transparenz unterschieden. Vgl. Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T. (2001), S. 23, Popien, C., Schürmann, G., Weiß, K.-H. (1996), S. 9 f.

schlossenen Rechnern verteilt sind.⁶⁰⁶ Auch marktübliche ERP-Systeme, die mehrstufige Client-Server-Architekturen bieten, folgen dieser Bauart.⁶⁰⁷ Die Dienste werden in der sog. *Middleware* zusammengefasst, die als systemnahe Software zwischen Betriebssystem und Anwendungssoftware positioniert wird.⁶⁰⁸ Neben allgemeinen Diensten (z. B. Kommunikations- und Sicherheitsdienste) konzentriert sich die Verteilung insbesondere auf Daten-, Anwendungs- und Präsentationsdienste. Hinsichtlich der Entkopplung und Zuordnung der Dienste auf konzeptionelle Schichten, respektive Hardwareeinheiten, können unterschiedliche Konfigurationen vorgenommen werden. In der üblichen Variante einer *dreistufigen Client-Server-Architektur* sind für Daten-, Applikations- und Präsentationsdienste spezielle Hardwareeinheiten vorgesehen.⁶⁰⁹

Verteilung von Diensten zur Systemgestaltung: Die Verteilung von Softwarediensten hinsichtlich der Systemausführung bietet Vorteile in Bezug auf die Integration und Skalierbarkeit der Anwendungssysteme. Zusätzlich können Gestaltungspotenziale realisiert werden, wenn ihre Einsatzmöglichkeit nicht auf ein einzelnes Anwendungssystem beschränkt wird. Zunehmend kritisiert wird diesbezüglich, dass die Dienste bisheriger ERP-Systeme als Teilsysteme eines Gesamtsystems konzipiert sind.⁶¹⁰ Angeführt wird insbesondere, dass die Systeme durch ihre strukturbedingte Schwerfälligkeit den erforderlichen Änderungs- und Innovationszyklen nicht gerecht werden. Mit Verteilungsformen in der Systemgestaltung wird daher angestrebt, Softwareeinheiten zu entwickeln, die nicht nur über unterschiedliche Hardwaresysteme, sondern über verschiedene Softwaresysteme verteilt zum Einsatz kommen können.⁶¹¹ Gegenüber den Verteilungsformen hinsichtlich der Systemnutzung ist dabei weniger die integrierte Ausführung der Dienste zur Laufzeit in unterschiedlichen Anwendungssystemen vorgesehen. Vielmehr werden Replikationen der Dienste in der Systemgestaltung wieder verwendet, womit das verteilte System Potenziale für Konstruktionsprozesse bereitstellt.

Trotz der Verschiedenartigkeit einzelner Formen der Verteilung lassen sich wiederkehrende Merkmale identifizieren. Diese charakterisieren *verteilte Anwendungssysteme* etwa wie folgt: Merkmale der Verteilung in Anwendungssystemen kommen darin zum Ausdruck, dass Systeme gestaltet werden, in denen die zur Realisierung einer spezifischen Aufgabe erforderlichen Dienste im Innenverhältnis für den Benutzer transparent auf mehrere kooperierende autonome Hard- oder Softwareeinheiten zugeordnet werden.

Neben diesen induktiv gewonnenen Merkmalen werden in der Literatur weitere Eigenschaften genannt⁶¹², so etwa plattformübergreifende Integration, Flexibilität, Nutzung netzwerkweiter Betriebsmittel, Skalierbarkeit, Offenheit, Fehlertoleranz und Nebenläufig-

⁶⁰⁶ Enslow, P. (1978), zit. bei Herrtwich, R. G., Hommel, G. (1989), S. 355. Zu weiteren Begriffseinführungen im Kontext verteilter Anwendungssysteme vgl. Yonezawa, A., Hewitt, C. (1979), S. 41 ff., Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T. (2001), S. 1, Goscinski, A. (1991), S. 3, Spaniol, O., Popien, C., Meyer, B. (1994) zit. bei Popien, C., Schürmann, G., Weiß, K.-H. (1996), S. 5, Martin, J. (1981), S. 22, Nehmer, J. (1988), S. 71 ff.

⁶⁰⁷ Zu mehrstufigen Client-Server-Architekturen vgl. auch Schätzle, R. (1999), S. 57 ff.

⁶⁰⁸ Zur Middleware vgl. Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 78 f.

⁶⁰⁹ Als weitere Strukturtypen von Konfigurationen bieten sich die verteilte Präsentation, der Datenzugriff über Rechengrenzen und die mehrstufige kooperative Konfiguration an. Zu unterschiedlichen Strategien vgl. Meyer, H.-M. (1993), S. 70 ff., Karer, A., Müller, B. (1994), S. 52 ff.

⁶¹⁰ Vgl. Scheer, A.-W., Beinhauer, M., Habermann, F. (2000), S. 19, Fan, M., Stallaert, J., Whinston, A. B. (2000), S. 25.

⁶¹¹ Vgl. Fan, M., Stallaert, J., Whinston, A. B. (2000), S. 25 ff. Zu einzelnen Beiträgen vgl. auch die Arbeiten der Object Management Group (OMG), des Component Ware Consortiums (CWS) und von Entwicklungsverbänden von IT-Anbietern, wie IBM mit ihrem San Francisco Framework. Vgl. Carey, J., Carlson, B., Graser, T. (2000). Einen Überblick geben Ferstl, O. K. et al. (Applications) (1997), Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25 ff., Wolf, H. et al. (2001), S. 15 ff.

⁶¹² Vgl. z. B. Dumke, R. R., Schnietendorf, A., Stojanov, S. (2000), S. 70, Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T. (2001), S. 16 ff., Mullender, S. J. (1991), S. 5.

keit. Diese Eigenschaften sind zwar im Einzelfall durchaus wünschenswert, ihnen kommt jedoch keine konstituierende Bedeutung für verteilte Anwendungssysteme zu.⁶¹³ Sie sind vielmehr als Anforderungen an technische Entwicklungen zu werten,⁶¹⁴ womit sie keinen Beitrag zur Schaffung eines allgemeinen Begriffs verteilter Systeme leisten.

5.1.1.3 Formen der Verteilung in Organisationssystemen

Ogleich der Terminus der *Verteilung* in der Organisationslehre kaum verbreitet ist, ist das zugrunde liegende Prinzip der organisatorischen Gestaltung nahezu immanent. So wird bereits mit der *Arbeitsteilung*⁶¹⁵ die Zuordnung von Aufgaben nach Art und Menge auf zwei oder mehrere Aufgabenträger⁶¹⁶ vorgenommen.⁶¹⁷ Typische Kriterien, nach denen die Verteilung von Aufgaben vorgenommen werden kann, sind in Abb. 58 systematisiert worden.⁶¹⁸

		Fokus	
		Spezialisierung	Generalisierung
Richtung	Horizontal	Horizontale Arbeitsteilung/ ~Spezialisierung (Dezentralisation)	Horizontale Arbeitsteilung/ ~Generalisierung (Zentralisation)
	Vertikal	Vertikale Arbeitsteilung/ ~Spezialisierung (Delegation)	Vertikale Arbeitsteilung/ ~Generalisierung

Abb. 58: Terminologie der Arbeitsteilung in Organisationssystemen

In der Terminologie der Organisationslehre werden Eingrenzungen von Aufgaben als *Spezialisierung*, ihre Ausweitung demgegenüber als *Generalisierung*, bezeichnet. Erfolgt die Zuordnung nach dem Kriterium der Aufgabenart, wird die Aufgabengliederung als *vertikal*, bei dem Kriterium der Aufgabenumfangs hingegen als *horizontal* bezeichnet.

Eine differenzierte Betrachtung des Strukturprinzips bietet das *Analyse-Synthese-Konzept* von KOSIOL⁶¹⁹, das als Vorgehensmodell für die Konstruktion von Organisationssystemen

⁶¹³ Auch in der Literatur herrscht kein Konsens darüber, welche der Merkmale als essenziell, typisch oder wünschenswert anzusehen sind. Auch bleiben Beziehungen der Merkmale untereinander unberücksichtigt. Zum Vergleich sei auf die Listung solcher Eigenschaften bei POPIEN/SCHÜRMANN/WEIß hingewiesen. Vgl. Popien, C., Schürmann, G., Weiß, K.-H. (1996), S. 5-10.

⁶¹⁴ Zu speziellen technischen Voraussetzungen vgl. Champine, G. A. (1980), S. 9 ff. u. S. 30 f., Balzert, H. (2000), S. 900 f.

⁶¹⁵ Auf Potenziale zur Produktivitätssteigerung durch die Arbeitsteilung wird bereits im Jahre 1776 von SMITH hingewiesen. Vgl. Smith, A. (1776), S. 9.

⁶¹⁶ Stellenweise wird die Zuordnung an Personen festgemacht. Vgl. Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 130. Eine solche Betrachtung wird als zu eng erachtet.

⁶¹⁷ Vgl. Bühner, R. (1999), S. 124. Sinngemäß auch Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 130.

⁶¹⁸ Vgl. Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 131 ff. und die dort zitierte Literatur. Die Spezialisierung und Generalisierung werden in der Organisationslehre – gegenüber der für Konstruktionsprozesse eingeführten Terminologie – abweichend verwendet.

⁶¹⁹ Vgl. Kosiol, (1976), S. 42-99.

zu interpretieren ist. Das Modell ist in Abb. 59 dargestellt worden und wird im Folgenden hinsichtlich der für die Verteilung relevanten Aspekte untersucht.

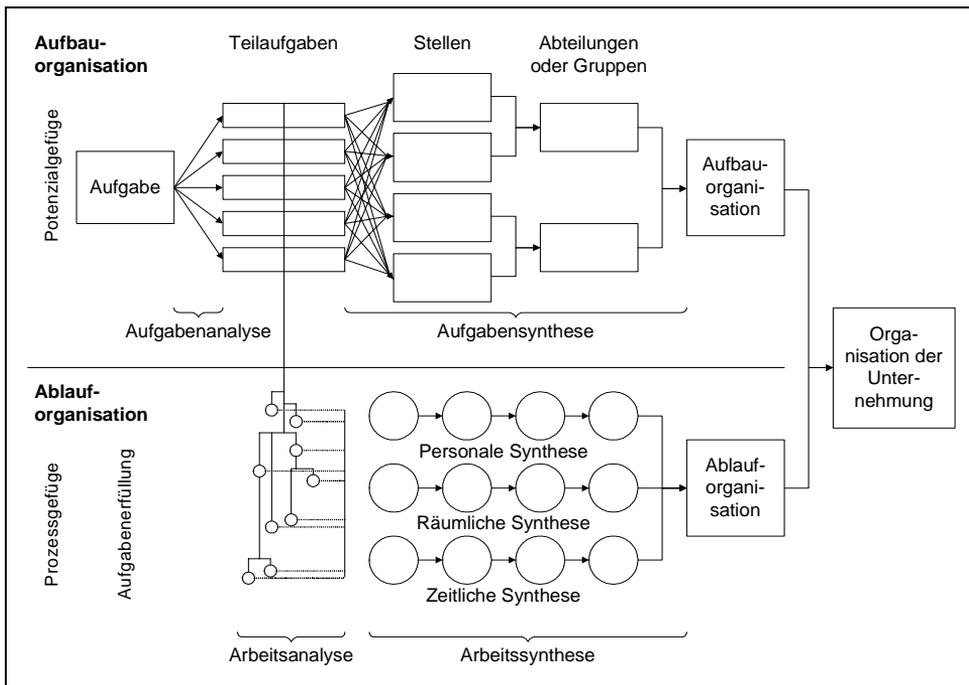


Abb. 59: Analyse-Synthese-Konzept der Organisationsgestaltung⁶²⁰

Das Vorgehen differenziert zwischen den Gestaltungsbereichen der *Aufgabe* und der *Arbeit* einerseits sowie der *Analyse* und *Synthese* andererseits. Mit dem Begriff der *Arbeit* wird die Ausführung der mit Aufgaben deklarierten Verhaltensweisen differenziert.⁶²¹ In beiderlei Hinsicht kann das Verhalten in der Analyse zerlegend und in der Synthese zusammenfassend strukturiert werden.

Die Aufgabenanalyse erfolgt nach den Kriterien *Verrichtung*, *Objekt*, *Rang*, *Phase* und *Zweckbezug*.⁶²² Idealtypisch kommt bei jeder Gliederung genau eines dieser Merkmale zur Anwendung; *Rang*, *Phase* und *Zweckbezug* nur genau einmal. Die Aufgabensynthese fasst Aufgaben zusammen, wobei neben den Kriterien der Aufgabenanalyse zusätzlich nach *Aufgabenträgern*, *Sachmitteln* sowie *Raum* und *Zeit* gegliedert wird.⁶²³ In analoger Vorgehensweise werden bei der Arbeitsanalyse Teilarbeitsgänge gebildet, die im Rahmen einer *personellen*, *temporalen* und *lokalen* Synthese zusammengefasst werden. Die Abfolge der einzelnen Gliederungsschritte prägt die resultierende Form der Organisation.

Herkömmlich wird mit der Aufgabenanalyse begonnen, in der der (Organisations-)Systemzweck sukzessive in elementare Teilaufgaben zerlegt und nach Synthetisierungskriterien zu Stellen und diese wiederum zu Abteilungen der Aufbauorganisation zusammengefasst werden. Erst im Anschluss an die Stellenbildung wird bei der herkömmlichen Vorge-

⁶²⁰ Vgl. Kosiol, E. (1976), S. 42-99 in der Darstellungsform von Bleicher, K. (1991), S. 49.

⁶²¹ Der Begriff der Aufgabe ist bereits mit der Vorstellung des Strukturmusters zur Gestaltung zielgerichteter Systeme eingeführt worden. Mit dem Begriff der Arbeit wird demnach ein auf die Realisation des Verhaltens gerichteter Blick eingenommen.

⁶²² Vgl. Kosiol, E. (1976), S. 74 f.

⁶²³ Vgl. Kosiol, E. (1976), S. 76 ff., S. 190 f.

hensweise eine ablaforientierte Gestaltung vorgenommen, die darin besteht, dass elementare Teilaufgaben hinsichtlich ihrer zeitlich-sachlogischen Abfolge in Gangelemente zerlegt werden. Diese Gangelemente werden anschließend in der personellen Synthese den in der Aufgabensynthese gebildeten Stellen zugeordnet und hinsichtlich der Verteilung über mehrere Stellen hinweg in der temporalen und räumlichen Synthese abgestimmt.

Wird mit der Analyse der Arbeit begonnen, die folglich nicht elementare Teilaufgaben zum Gegenstand hat, sondern die gesamte Gesamtgeschäftstätigkeit der Organisation gliedert, können *prozessorientierte* Organisationen gebildet werden. Hierzu ist der Arbeitsanalyse die Arbeitssynthese anzuschließen sowie eine zusätzliche Abstimmung über die Aufgabenanalyse und -synthese vorzunehmen. Bei der Zuweisung von Aufgaben ist zu gewährleisten, dass Aufgabenträger möglichst vollständig ausgestattet werden. Nach dem sog. *Kongruenzprinzip* der Organisation ist eine entsprechende Vollständigkeit gegeben, sofern die Zuordnung von Aufgaben, Kompetenz, Verantwortung und Information im Gleichgewicht stehen.⁶²⁴

Hinsichtlich der Lenkung der Organisation erwächst aus der Arbeits(ver)teilung die Notwendigkeit der Koordination.⁶²⁵

***Koordination** ist die Abstimmung dezentraler Einheiten im Hinblick auf ein übergeordnetes Ziel.*⁶²⁶

Art und Ausmaß des Koordinationsbedarfs werden durch die Rahmengestaltung der Arbeits- und Aufgabensynthese bestimmt (originärer Koordinationsbedarf). Maßnahmen zur Entkopplung (z. B. Puffer, flexible Ressourcen) und Verkopplung (z. B. Abteilungsbildung) reduzieren den Koordinationsbedarf (reduzierter Koordinationsbedarf), der durch bedarfsdeckende Maßnahmen (z. B. Weisungen, Pläne) zu beherrschen ist.⁶²⁷

Bei der Gestaltung von Organisationsformen wird üblicherweise zwischen einer innen- und einer außengerichteten Perspektive auf Organisationen unterschieden. Während traditionell eine innengerichtete Perspektive vorherrschte (Intraorganisationssysteme), wird der Blick zunehmend auf Geschäftsbeziehungen im Außenverhältnis ausgeweitet (Interorganisationssysteme).⁶²⁸ In beiden Bereichen zeigen sich exemplarische Erscheinungsformen verteilter Organisationssysteme, zu denen Beispiele in Abb. 60 dargestellt wurden.

Einzelne Erscheinungsformen sind im Folgenden vorzustellen und hinsichtlich typischer Merkmale zu untersuchen.

Verteilung in Intraorganisationssystemen: Innerhalb von Organisationen werden Fragen der Verteilung ursprünglich kaum über das für die Stellenbildung und -besetzung relevante Ausmaß hinaus thematisiert. Die gebildeten und zugewiesenen Einheiten werden als dauerhafte Organisationseinheiten eingerichtet, die durch hierarchische Beziehungen miteinander verbunden sind (Primärorganisation).⁶²⁹ Unterschiede konzentrieren sich auf die

⁶²⁴ Zum Kongruenzprinzip der Organisationsgestaltung vgl. Fn. 77.

⁶²⁵ Vgl. Kosiol, E. (1976), S. 181 sowie auch Picot, A., Dietl, H., Franck, E. (1999), S. 5 ff.

⁶²⁶ Vgl. Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 203. Hier wird der unbestimmte Begriff der Aktivität durch Verhalten im systemtheoretischen Sinne ersetzt. Zudem wird vor dem Hintergrund mehrdimensionaler Ziel-systeme Zielpluralismus ermöglicht.

⁶²⁷ Im Schrifttum werden mehrere Maßnahmen zur Koordination vorgestellt. Zu bedarfsreduzierenden Maßnahmen vgl. Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 102 f. Zu bedarfsdeckenden Maßnahmen vgl. Hax, H. (1965), S. 73 ff., Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 100 ff. Einen Überblick gibt Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 204 ff.

⁶²⁸ Die Begriffe Intra- und Interorganisationssystem sind somit von der eingenommenen Perspektive abhängig. So kann z. B. ein Interorganisationssystem aus einer übergeordneten Perspektive auch als Intraorganisationssystem differenziert werden.

⁶²⁹ Vgl. Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 166.

Differenzierung *fachlicher* und *disziplinarischer* sowie *einfacher* und *mehrfacher* Weisungsbeziehungen.⁶³⁰ Weitere Fragen der Verteilung betreffen die Struktur der *Verfügungsrechte* (property rights).⁶³¹

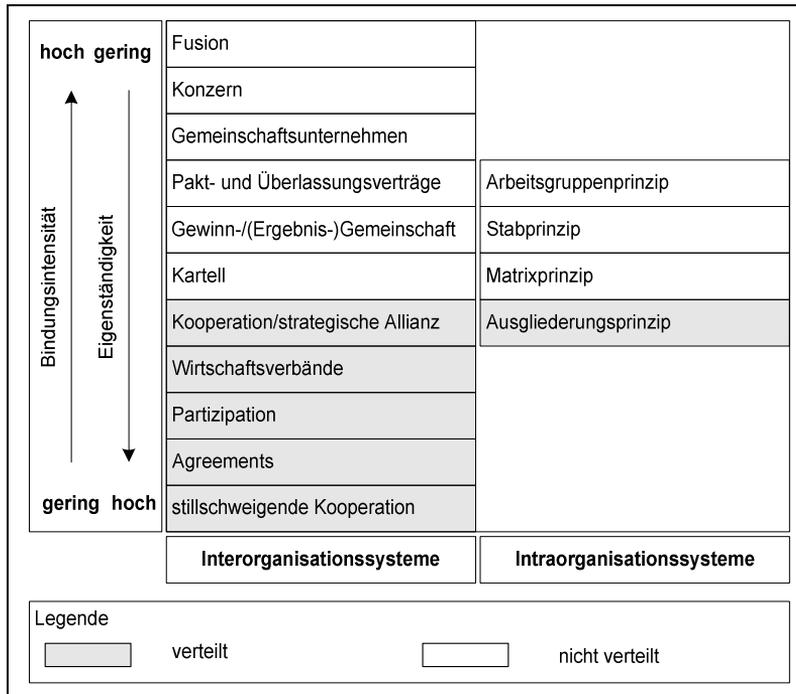


Abb. 60: Kopplungsintensitäten in Organisationssystemen

In jüngeren Arbeiten werden zunehmend *Entkopplungen* vorgeschlagen. Zur Erhöhung der Flexibilität werden Organisationsformen gebildet, mit denen die Primärorganisation für besondere Zwecke (z. B. Projekte) temporär ausgebaut wird (Sekundärorganisation).⁶³² Alternative Institutionalisierungsformen unterscheiden sich hinsichtlich *Ressourcenautonomie* und *Verselbstständigung* der gebildeten Einheiten von der Basisorganisation. Während – in den Extremen – Arbeitsgruppen nur temporär zusammentreffen, werden bei Ausgliederungen rechtlich selbstständige Unternehmen gegründet (z. B. Projektunternehmen).

Eine weitere Reaktion auf turbulente Umfeldbedingungen besteht in der Tendenz, die Eigenständigkeit der Organisationseinheiten zu erhöhen. Hierzu werden den Einheiten horizontal und vertikal erweiterte – möglichst ganzheitliche – Aufgaben übertragen,⁶³³ die sie

⁶³⁰ Unterschieden werden Ein- und Mehrliniensysteme sowie Stabliniensysteme. Vgl. z. B. Picot, A., Dietl, H., Franck, E. (1999), S. 225 ff. Der Fall des Einliniensystems ist auch als das Prinzip der *Einheit der Auftragsverteilung* nach HENRI FAYOL bekannt. Vgl. Fayol, H. (1929), S. 20, zitiert nach Bühner, R. (1999), S. 129. Das Mehrliniensystem geht auf TAYLOR zurück und wird auch als Funktionsmeistersystem bezeichnet. Vgl. Taylor, F. W. (1911).

⁶³¹ Vgl. z. B. Picot, A., Dietl, H., Franck, E. (1999), S. 62 ff.

⁶³² Vgl. Schulte-Zurhausen, M. (1999), S. 166, der die Sekundärorganisation durch hierarchieübergreifende und -ergänzende Arbeitsgruppen charakterisiert.

⁶³³ Zu nennen sind etwa Konzepte wie *Job Rotation*, *Job Enrichment* und *Job Enlargement*, die damit einhergehende *Delegation*, *Partizipation* und *Verflachung* von Hierarchien sowie diese Aspekte umfassende Organisationskonzepte, wie *Geschäftsprozessorientierung*. Zu Arbeitsfeldvergrößerungen vgl. Hahn, D. Link, J. (1975), S. 65 ff., Heeg, F.-J. (1988), S. 78 ff. Gesamteinschätzungen finden sich bei Frese, E., von

im Rahmen von Ziel- und Leistungsvereinbarungen⁶³⁴ maßgeblich selbstgesteuert wahrzunehmen haben.⁶³⁵ Auch die Eigenständigkeit einzelner Mitarbeiter wird erhöht, die hiermit aus ehemals einwertigen Weisungsbeziehungen herausgelöst und flexibel in wechselnden Arbeitsumgebungen eingesetzt werden können.⁶³⁶

Verteilung in Interorganisationssystemen: Interorganisationssysteme weisen Formen der Verteilung auf, in denen Aufgaben von mehreren Organisationen wahrgenommen werden. Die Zusammenschlüsse unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Bindungsintensitäten, deren Grenzen zumeist fließend sind.⁶³⁷ Ein hinsichtlich der Verteilung kritischer Punkt ist mit dem Übergang von der *Kooperation* zum *Kartell* gegeben, da hier die Eigenständigkeit der Organisation aufgegeben wird.

Hinsichtlich der Beziehungstypen zwischen den Organisationen können unterschiedliche Topologien des verteilten Verbunds unterschieden werden. Frühe Formen der Verteilung wurden in Beziehungen entlang der Wertschöpfungskette hergestellt (Supply Chain Management). Während damit vergleichsweise stabile Leistungsbeziehungen geschaffen werden, sind zunehmend auch fallweise Zusammenschlüsse zu beobachten. Durch den Einsatz moderner Informationssysteme wächst die Anzahl lose gekoppelter Interorganisationssysteme, in denen einzelne Organisationen weitgehend eigenständig bleiben und sich zweck- und zeitvariant in unterschiedlichen Zusammenschlüssen engagieren.⁶³⁸

Obwohl die Verteilung in der Organisationslehre kaum explizit behandelt wird, finden sich sowohl Erscheinungsformen verteilter Organisationssysteme als auch Erklärungsansätze zu ihrer Gestaltung und Lenkung. Die Untersuchungsergebnisse charakterisieren die Verteilung in Organisationssystemen wie folgt: Merkmale der Verteilung in Organisationssystemen kommen darin zum Ausdruck, dass Systeme gestaltet werden, in denen das zur Realisierung spezifischer Ziele zu erbringende Verhalten auf mehrere Aufgabenträger zugeordnet wird (Arbeitsteilung), die zumindest über die hierzu erforderliche Kompetenz, Verantwortung und Information verfügen (Kongruenzprinzip) und durch Maßnahmen auf das gemeinsame Ziel hin auszurichten sind (Koordination).

Werder, A. (1994), S. 12 ff. Es werden zum Teil verschiedene aber in dieser Grundbedeutung analoge Begriffe geprägt. Zum Begriff der Segmentierung vgl. Reiß, M., Höge, R. (1993), S. 216. Prägende Parameter sind etwa die Autonomie als das wahrgenommene Kompetenz- und Verantwortungsspektrum sowie der Autarkiegrad als die im Segment wahrgenommene Wertschöpfungs- und Dienstleistungsfunktion.

⁶³⁴ Während Zielvereinbarungen grundsätzlich beliebig nach Inhalt, Ausmaß und Zeitbezug fixiert werden, fokussieren Leistungsvereinbarungen die Outputeinheiten als Prozessergebnis. Zielvereinbarungen begründen das Konzept des *Managements by Objectives* (MbO) nach DRUCKER. Vgl. z. B. Schröder, E. F. (1990), S. 989. Leistungsvereinbarungen sind auch Bestandteil des Konzepts der *prezialen Lenkung*, in dem jede Teileinheit nur die Leistung erbringt, die (interne) Kunden zu zahlen bereit sind. Vgl. Schmalenbach, E. (1948), S. 8 ff.

⁶³⁵ Vgl. Servatius, H.-G. (1991), S. 155 f., S. 206. Im Controlling werden diese Organisationsformen in Konzepten des sog. *Self-Controllings* berücksichtigt. Vgl. Horváth, P. (Reengineering) (1994), S. 5, Horváth, P., Seidenschwarz, W., Sommerfeld, H. (1993), S. 17, Wildemann, H. (Controlling) (1995), S. 310, Deyhle, A. (1990), S. 1013 sowie Hoffmann, W., Niedermayr, R., Risak, J. (1996), S. 21 f.

⁶³⁶ Neben der Flexibilisierung werden auch Verbesserungen von Arbeitsbedingungen („quality of working life“) angestrebt. Eine diesbezügliche Diskussion wird verstärkt seit den 70er-Jahren geführt und flankiert eine Entwicklungslinie für verschiedene Organisationskonzepte. Diese werden auch unter dem Stichwort der *Mitarbeiterorientierung* thematisiert. Vgl. Armstrong, M. (1994), S. 40 f., McCarthy, D. J., Millen, R. A. (1995), S. 164, Wildemann, H. (Produktionscontrolling) (1995), S. 52.

⁶³⁷ Nur teilweise regeln rechtliche Bestimmungen die Zusammenschlüsse, wie etwa im Fall von *Kartellen*. Zu alternativen Formen vgl. Backhaus, K., Piltz, K. (1990).

⁶³⁸ Zu nennen sind neben virtuellen Unternehmen aber auch Zweckgemeinschaften, die Synergien in anderen Prozesse erzielen, wie etwa Einkaufsgemeinschaften. Als informations- und kommunikationstechnische Plattform ist insbesondere das Internet zu nennen. Die dort realisierten Transaktionen sind unter dem Begriff des internetbasierten Marktes zu fassen, der spezielle Transaktionsformen einschließt; so etwa *Business to Business* (B2B), *Business to Consumer* (B2C) sowie *Business to Government* (B2G) und *Government to Consumer* (G2C).

Die in Organisationssystemen identifizierten Ansätze zur Konkretisierung des intuitiven Begriffs verteilter Systeme stellen dem zu Anwendungssystemen vorherrschenden hard- und softwareorientierten Verständnis Erscheinungsformen verteilter Systeme gegenüber, die durch Akteure und deren Beziehungen zueinander gebildet werden. Trotz der unterschiedlichen Charakteristika der jeweiligen Verteilungseinheiten sind gemeinsame Wesensmerkmale festzustellen, die in einem Begriff allgemeiner verteilter Systeme zusammengefasst werden.

5.1.1.4 Begriff allgemeiner verteilter Systeme

Ein allgemeiner Begriff verteilter Systeme hat die für die Verteilung konstituierenden Aspekte der recherchierten Anwendungs- und Organisationssysteme herauszustellen. Hierzu ist von Aspekten zu abstrahieren, deren Gültigkeit auf spezielle Vorkommnisse verteilter Systeme beschränkt ist. Folgende Merkmale sind hierzu aufzugeben:

Einheiten der Verteilung: In den Begriffseinführungen verteilter Anwendungssysteme werden Teilaspekte der Systeme benannt, die den Gegenstand der Verteilung bilden.⁶³⁹ Diesen Ansätzen ist die Schwäche gemeinsam, sowohl gegenüber zeitlichen Veränderungen instabil zu sein als auch nur begrenzte Übertragungsmöglichkeiten auf andere Bereiche zu bieten.⁶⁴⁰ Beide Problembereiche können durch Abstraktion auf Basis systemtheoretischer Betrachtungen gelöst werden. Verteilte Systeme sind dazu als spezielle Systeme einzuführen, die durch den Aspekt der Verteilung charakterisiert sind. Einheiten der Verteilung sind dann grundsätzlich beliebige Systemelemente, für die besondere Merkmale zu bestimmen sein werden.⁶⁴¹

Art und Ausmaß der Verteilung: Die aus dem Ansatz von ENSLOW verallgemeinerten Merkmale verteilter Anwendungssysteme können grundlegend auf allgemeine verteilte Systeme übertragen werden. Als problematisch erweist es sich jedoch, die Eigenschaft der Verteilung an der Fixierung diskreter Merkmalsausprägungen in einzelnen Verteilungsdimensionen festzumachen. Während solche Trennungen für homogene Klassen verteilter Systeme zu vollziehen sein mögen, sind sie für einen auf Allgemeingültigkeit zielenden Begriff sowohl in sachlicher als auch zeitlicher Hinsicht kaum zu vollziehen.⁶⁴² Ferner wird in der Anwendungssystementwicklung zumeist von einer Verteilung der Einheiten über räumliche Distanzen ausgegangen.⁶⁴³ Während diese Situation für das Bild von Rechnernetzen zutrifft, sind verallgemeinert auch weitere Kriterien zu berücksichtigen, hinsichtlich derer eine Verteilung vorliegen kann, z. B. zeitliche sowie logische Verteilungen.

⁶³⁹ Hinsichtlich ihrer Identifikation herrscht zudem Uneinigkeit. Während viele Ansätze von verteilten Rechnern ausgehen, eröffnet ENSLOW die dargestellten Dimensionen mit verschiedenen Merkmalsausprägungen. LE LANN hingegen benennt explizite Alternativen. Vgl. Le Lann, G. (1980), S. 6. In diesem Sinne auch Sloman, M., Kramer, J. (1989), S. 4, Goscinski, A. (1991), S. 3.

⁶⁴⁰ Hierauf weist auch bereits LORIN hin, der daraus allerdings die Schlussfolgerung zieht, von einer Definition abzusehen. Vgl. Lorin, H. (1988), S. 3 ff.

⁶⁴¹ Es ist zu vermuten, dass diese Verallgemeinerung auch im Sinne einzelner im Kontext verteilter Anwendungssysteme ist. Dieses deutet etwa bereits ENSLOWS Ausweitung der „Hardwaredimension“ um den abstrakteren Begriff der Verarbeitungslogik an. Vgl. Enslow, P. (1978), S. 13. Auch CHAMPINE/COOP/HEINSELMANN sprechen bereits allgemeiner von „computing nodes“. Champine, G. A., Coop, R. D., Heinselmann, R. G. (1980), S. 16. Ähnlich Nehmer, J. (1988), S. 71.

⁶⁴² So ist etwa in dem von ENSLOW beschriebenen Raum – schon für Anwendungssysteme – fraglich, ob bereits alle nicht vollständig zusammengenommenen Systeme verteilt oder noch zusammengesetzt – wenn auch nicht vollständig zusammengesetzt – sind. Vgl. Abb. 56.

⁶⁴³ Vgl. Champine, G. A. (1980), S. 8 f., Martin, J. (1981), S. 22, Popien, C., Schürmann, G., Weiß, K.-H. (1996), S. 5, Date, C. J. (2000), S. 54.

Transparenzeigenschaft: Für verteilte Anwendungssysteme wird die Eigenschaft der Transparenz als konstituierend erachtet.⁶⁴⁴ Nicht zuletzt aufgrund der vorgenommenen Verallgemeinerung wird dieser Auffassung hier nicht gefolgt. Die Transparenz mag im Einzelfall (virtuelle Unternehmen) wünschenswert sein, begründet aber nicht die Verteiltheit. Zudem existieren verteilte Systeme, in denen die Herstellung von Transparenz nicht möglich ist.⁶⁴⁵ Allgemein sind vielmehr transparente und nicht transparente verteilte Systeme zu unterscheiden.

Trotz ihrer Verschiedenartigkeit zeigen die Erscheinungsformen der Verteilung in Anwendungs- und Organisationssystemen Gemeinsamkeiten auf. Sie begründen die folgenden konstituierenden Merkmale verteilter Systeme.

- (1) **Arbeitsteilung:** Verteilte Systeme sind zielgerichtete Systeme, in denen die zur Zielerreichung zu erbringenden Leistungen auf mehrere Elemente des Systems aufgeteilt werden.⁶⁴⁶
- (2) **Eigenständigkeit:** Die Elemente des Systems sind so zu gestalten, dass sie eigenständig sind.⁶⁴⁷ Bei einer systemtheoretischen Betrachtung ist Eigenständigkeit gegeben, wenn Teilsysteme über ein eigenes Zielsystem, Verhaltens- und Eigenschaftspotenziale sowie die Herrschaft über ihre Realisation verfügen. Die Einheiten besitzen somit eine eigene Identität und sind gegenüber anderen Einheiten unabhängig.
- (3) **Lose Kopplung:** Zur Erfüllung des gemeinsamen Ziels sind die Elemente zueinander in Beziehung zu setzen.⁶⁴⁸ Der Erhalt der Eigenständigkeit kommt darin zum Ausdruck, dass Elemente auch in fallweise variierenden Systemverbänden zum Einsatz kommen können. Die hierzu vorzusehenden Beziehungen werden als *lose Kopplungen* bezeichnet.⁶⁴⁹ Sie sind dadurch zu charakterisieren, dass zwar im Einzelfall eine zweckadäquate Verbindung zwischen den Elementen gewährleistet wird, die Eigenständigkeit der Elemente damit jedoch nicht eingeschränkt wird.⁶⁵⁰

⁶⁴⁴ Vgl. Enslow, P. (1978), S. 14, Goscinski, A. (1991), S. 7 f., Date, C. J. (2000), S. 54.

⁶⁴⁵ So weist etwa VOSSEN darauf hin, dass bei heterogenen verteilten Datenbanken relevante Datenbanken anzugeben und im heterogenen Umfeld zu spezifizieren sind. Vgl. Vossen, G. (2000), S. 628. NEHMER bezeichnet die Verteilungstransparenz als Idealfall. Vgl. Nehmer, J. (1988), S. 71. SLOMAN/KRAMER sehen einen „gewissen Grad“ an Transparenz als günstig an. Vgl. Sloman, M., Kramer, J. (1989), S. 5.

⁶⁴⁶ Die Arbeitsteilung als Merkmal verteilter Systeme heben auch die folgenden Arbeiten hervor: Enslow, P. (1978), S. 16, Bever, M. et al. (1993), S. 2, Sloman, M., Kramer, J. (1989), S. 4, Nehmer, J. (1988), S. 71, Goscinski, A. (1991), S. 7 f., Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T. (2001), S. 1, Martin, J. (1981), S. 22, Champine, G. A. (1980), S. 8 f., Popien, C., Schürmann, G., Weiß, K.-H. (1996), S. 5, von Bochmann, G. (1983), S. 26 f.

⁶⁴⁷ Im Kontext verteilter Anwendungssysteme kommt dies durch die Begriffe verteilter Rechner und CPU zum Ausdruck. Zusätzlich unterstrichen wird dies durch Betonung der Eigenständigkeit dieser Einheiten („independent CPUs“). Vgl. Tanenbaum, A. S., van Renesse, R. (1985), S. 30. Die Eigenständigkeit betonen auch Sloman, M., Kramer, J. (1989), S. 4, Goscinski, A. (1991), S. 7 f., Vossen, G. (2000), S. 627 f., Le Lann, G. (1980), S. 6 ff., Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T. (2001), S. 1. Elemente in diesem Sinne können als Subsysteme interpretiert werden.

⁶⁴⁸ Die Charakterisierung der Bindungsintensität der Kopplung ist abhängig davon, gegenüber welchem Bezugssystem das verteilte System abgegrenzt wird. So unterscheidet WEICK, der den Begriff der losen Kopplung in die Organisationslehre einführt, zwischen *loosly coupled systems* im Vergleich mit hierarchischen Organisationen und *tightly coupled systems* im Vergleich zu rein marktlichen Koordinationsformen. Vgl. Weick, K. E. (1976). Hier erfolgt die Abgrenzung gegenüber Systemen, die eine höhere Bindungsintensität als das Netzwerk aufweisen.

⁶⁴⁹ Vgl. in diesem Sinne auch Le Lann, G. (1980), S. 7, Sloman, M., Kramer, J. (1989), S. 4, von Bochmann, G. (1983), S. 26, Nehmer, J. (1988), S. 71. Einige Autoren unterscheiden auch lose und fest gekoppelte verteilte Systeme, womit die lose Kopplung nicht als konstitutiv anzusehen wäre. Vgl. Wegner, P. (1990), S. 54 f. Sie verwenden den Begriff der Verteilung im Sinne der Dezentralisation und sind damit in der Minderheit. KOSIOLS Analyse-Synthese-Konzept ist hierzu um das Kriterium der *Kopplungsintensität* bei der Aufgabensynthese zu erweitern.

⁶⁵⁰ Zur Unterscheidung *fest* und *lose* gekoppelter Systeme vgl. auch Goscinski, A. (1991), S. 3 f., Lorin, H. (1988), S. 10 ff., Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T. (2001), S. 2 ff. Die Eigenschaft *lose* oder

Um die Merkmale der Arbeitsteilung, der Eigenständigkeit und der losen Kopplung miteinander zu verbinden, werden besondere Anforderungen an die Koordination gestellt: Einerseits ist für die technische Abwicklung der Beziehungen eine zentrale Instanz weder erforderlich noch erwünscht, um die Flexibilität und Skalierbarkeit des Systems zu fördern; andererseits fehlt bei Ausnutzung dieser Vorteile jedoch bereits die hinreichende Kenntnis über das Gesamtsystem, um eine adäquate Zielausrichtung der Elemente vornehmen zu können.⁶⁵¹ Somit ist nicht davon auszugehen, dass sich die Elemente in einem verteilten System etwa vollständig „autonom“ verhielten.⁶⁵² Hingegen ist eine gewisse Rahmenorganisation vorzusehen, mit der Regeln geschaffen werden, die ein kritisches Maß an gemeinsamer Zielausrichtung sichern und dabei eine maximale Eigenständigkeit der Systemelemente erhalten.

Die Kenntnis der Merkmale verteilter Systeme ermöglicht eine Präzision der Abgrenzung zwischen den Begriffen der Verteilung und Dezentralisierung. In Abb. 61 werden sie anhand der Merkmale der Systemgliederung und der Kopplungsintensität zwischen den gebildeten Einheiten gegenübergestellt.⁶⁵³

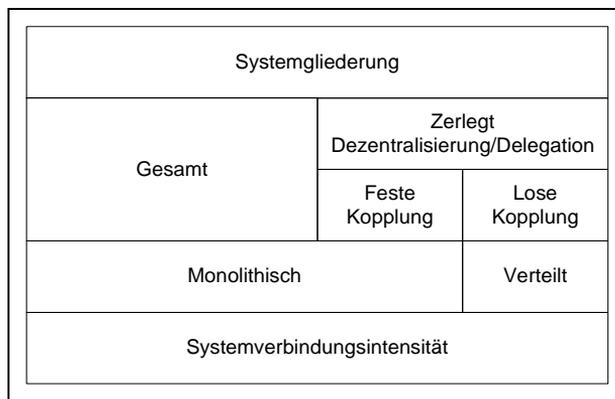


Abb. 61: Schema zur Systemgliederungs- und Kopplungsintensität

fest gekoppelter Systeme ist zudem hinsichtlich des Betrachtungsgegenstands zu konkretisieren. Zu unterscheiden ist maßgeblich zwischen der Entwicklungszeit („statically interconnected distributed system“) und Realisationszeit („dynamically interconnected distributed system“) von Systemen. Für verteilte Systeme sind allerdings diesbezüglich keine weiter gehenden Einschränkungen vorzunehmen. Vielmehr ist in diesem Sinne möglich, dass ein System zwar zur Entwicklungs-, nicht aber zur Laufzeit verteilt ist.

⁶⁵¹ Theoretisch ist zwar der Zustand des verteilten Systems als Menge der Zustände sämtlicher angeschlossener Elemente bestimmt. Durch die Dynamik verfügt aber ein einzelner Prozess entweder über unvollständige aktuelle oder über vollständige, jedoch potenziell überholte Zustandsinformation (Heisenbergsche Unschärferelation, uncertainty principle). Vgl. Herrtwich, R. G., Hommel, G. (1989), S. 362 ff. In verteilten Transaktionssystemen wird diesem Aspekt dadurch Rechnung getragen, dass nicht davon ausgegangen wird, es gäbe eine globale Uhr. Hingegen hat jede Komponente eines verteilten Systems eine lokale Uhr. Vgl. Bacon, J. (1993), S. 437. Weil der Austausch zwischen Prozessen eine nicht zu vernachlässigende und kaum vorhersehbare Zeit benötigt, wird auch gefolgert, dass es auf Dauer keine zwei Prozesse gibt, die zur gleichen Zeit die gleiche, zutreffende Sicht des Systems haben.

⁶⁵² Obwohl ENSLOW den Begriff der Autonomie selbst verwendet, weist auch er darauf hin, dass es sich hiermit nicht um „Anarchie“ handelt, sondern dass sich alle Teilsysteme im Rahmen der durch das Gesamtsystem verfolgten Zielsetzung bewegen („master plan“). Vgl. Enslow, P. (1978), S. 16. VOSSEN unterscheidet eine Entwurfs-, Ausführungs- und Kommunikationsautonomie in lokalen Datenbanksystemen eines Multidatenbanksystems. Vgl. Vossen, G. (2000), S. 627.

⁶⁵³ Zur synonymen Verwendung der Begriffe vgl. Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 90. MARTIN weist darauf hin, dass der Begriff der verteilten Verarbeitung gelegentlich sogar dann verwendet wird, wenn Teileinheiten nicht einmal verbunden sind. Vgl. Martin, J. (1981), S. 22.

Wird auch der Dezentralisierung – wie in der Organisationslehre üblich – der Aspekt der Koordination gebildeter Teileinheiten zugesprochen, konzentriert sich die Abgrenzung beider Begriffe auf die *Bindungsintensität* der im Zuge der Gliederung hergestellten Beziehungen. Demnach geht die Dezentralisierung der Verteilung logisch voraus, da mit ihr die Zerlegung eines Systems in Elemente vorgenommen wird. Die Elemente bilden jedoch nur dann ein verteiltes System, wenn zu ihrer Verbindung lose Kopplungsbeziehungen vorgesehen sind. Andernfalls werden die Systeme ebenso wie solche, die hinsichtlich eines betrachteten Kriteriums⁶⁵⁴ nicht zerlegt sind, als monolithisch bezeichnet. Hiermit wird ausgedrückt, dass die Systeme hinsichtlich des betrachteten Kriteriums „aus einem Guss“ bestehen.⁶⁵⁵

Die identifizierten Merkmale sind in einem Begriff allgemeiner verteilter Systeme zusammenzufassen, der die Möglichkeit bietet, auf verschiedene Sachverhalte übertragen zu werden.

*Ein System ist **verteilt**, wenn es aus eigenständigen Einheiten besteht, die zur Erfüllung gemeinsamer Zwecke in lose gekoppelte Beziehungen treten können.*

Für die Übertragung des Strukturmusters sind die relevanten Einheiten und der Zweck des Systems zu spezifizieren. Durch die Klassifizierung von Einheiten und Zwecken können Typen verteilter Systeme unterschieden werden.⁶⁵⁶ Eine Typisierung auf allgemeinem Niveau kann dahingehend getroffen werden, ob der Zweck in der Ausführung eines spezifischen Systemverhaltens oder in der Gestaltung anderer Systeme besteht. Demnach werden hier in der Terminologie der Referenzmodellierung verteilte Systeme auf *Buildtime*- und *Runtime-Ebene* unterschieden.⁶⁵⁷

*Ein verteiltes System auf **Runtime-Ebene** liegt vor, wenn das zielgerichtete Verhalten eines Systems durch eigenständige Elemente erbracht wird, die in einer Rahmenorganisation lose miteinander gekoppelt sind.*

*Ein verteiltes System auf **Buildtime-Ebene** liegt vor, wenn ein System aus eigenständigen Elementen besteht, die für ein übergeordnetes Gestaltungsziel situativ miteinander kombiniert werden können.*

Während mit verteilten Systemen auf Runtime-Ebene insbesondere Verbundeffekte in der Ausführung von Aufgaben realisiert werden,⁶⁵⁸ eröffnen verteilte Systeme auf Buildtime-

⁶⁵⁴ Die Einschränkung hinsichtlich der Zerlegung nach einem Kriterium wird vorgenommen, um die Zerlegung nach einem anderen Kriterium einzuräumen. Läge hingegen nur ein nicht zerlegtes Element vor, wäre dieses nach herrschender Begriffsauffassung nicht als System zu bezeichnen.

⁶⁵⁵ Die Bezeichnung wird auch im Bauwesen verwendet. Als monolithisch wird dort eine fugenlose Bauweise bezeichnet (z. B. Betongussbauweise). Vgl. Duden (2000), S. 889.

⁶⁵⁶ Von einer Vorstellung wird hier abgesehen, da von den Merkmalen kein Erkenntnisbeitrag für die Gestaltung der verteilten Referenzmodellierung ausgeht. Vgl. z. B. Le Lann, G. (1980), S. 6 f., Enslow, P. (1978), S. 14. Sloman, M., Kramer, J. (1989), S. 5, Wegner, P. (1990), S. 49 ff., Eckert, K.-P. (1994), S. 35, von Bochmann, G. (1983), S. 7 ff., Martin, J. (1981), S. 22 ff., Geihs, K. (1993), S. 15, Eckardt, K. J., Nowak, R. (1988), S. 22, Goscinski, A. (1991), S. 7, Bacon, J. (1993), S. 437, Popien, C., Schürmann, G., Weiß, K.-H. (1996), S. 5.

⁶⁵⁷ Konstruktionen auf Buildtime-Ebene dienen der Unterstützung anderer Konstruktionsprozesse und sind selbst nicht „ausführbar“. Konstruktionen auf Runtime-Ebene dienen hingegen der Verfolgung von Zwecken der Ausführung. Die Unterscheidung zwischen den Ebenen der Bild- und Runtime ist als eine Besonderheit von Methoden zur Referenzmodellierung eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 4.3.1 dieser Arbeit.

⁶⁵⁸ Die in der Literatur beschriebenen Effekte lassen sich auf die „klassischen“ Verbundeffekte für Rechner-netze zurückführen. Sie bestehen somit in dem Betriebsmittelverbund, dem Datenverbund, dem Kommunikationsverbund und dem Lastenverbund. Zu den Verbundeffekten vgl. Alpar, P. et al. (2000), S. 386 f. Zu den Effekten verteilter Systeme vgl. Schmidtke, F. (1982), S. 11 f., Goscinski, A. (1991), S. 4, Champine, G. A. (1980), S. 3 ff., Diel, H. G. (1982), S. 25, Popien, C., Schürmann, G., Weiß, K.-H. (1996), S. 5 f., von Bochmann, G. (1983), S. 7 ff., Le Lann, G. (1980), S. 3 ff., Mullender, S. J. (1991), S. 7 f., Herrt-wich, R. G., Hommel, G. (1989), S. 357 ff.

Ebene neue Gestaltungspotenziale in Konstruktionsprozessen. Ist ein verteiltes System verfügbar, in dem als Einheiten relevante Konstruktionsergebnisse enthalten sind, können sie in individuellen Konstruktionen wieder verwendet und situativ kombiniert werden. Beide Typen verteilter Systeme können für die Referenzmodellierung genutzt werden.

5.1.2 Gestaltungsmerkmale der VRM

5.1.2.1 Möglichkeiten zur Verteilung von Konstruktionsprozessen

Die Untersuchungsergebnisse des State-of-the-Art der Referenzmodellierung haben gezeigt, dass durch die Abstimmung zwischen Konstrukteuren, Nutzern und Modellen Gestaltungspotenziale erschlossen werden können, von denen Steigerungen der Effektivität und Effizienz von Konstruktionsprozessen zu erwarten sind. Als problematisch erweist sich jedoch die *Gestaltung* derartiger Abstimmungsmechanismen, da einzelne Akteure jeweils eigenständig agieren und insbesondere individuelle Ziele verfolgen. Eine konzeptionelle Grundlage zur Lösung solcher Gestaltungsprobleme liefern Arbeiten zu *verteilten Systemen*. Im Folgenden ist zu untersuchen, inwiefern Merkmale verteilter Systeme auf Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen übertragen werden können. Auf dieser Grundlage ist zu konkretisieren, wie die Gestaltungsprinzipien derartiger Systeme nutzbringend für die Referenzmodellierung eingesetzt werden können. Während zunächst von Restriktionen der Prozessgestaltung abstrahiert wird, ist im Anschluss zu untersuchen, welche Gestaltungsbedarfe angesichts des State-of-the-Art der Referenzmodellierung bestehen, um die Potenziale erschließen zu können.

Zur Übertragung der Merkmale verteilter Systeme ist eine systemtechnische Perspektive auf die Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen einzunehmen. In Abb. 62 werden relevante Elemente und Elementbeziehungen eines Systems zur Referenzmodellierung veranschaulicht, in dem die im Folgenden zu untersuchenden Möglichkeiten zur Verteilung dargestellt werden.

Das System besteht aus Subsystemen, die durch eigenständige Konstruktionsprozesse gebildet werden, in denen *Konstrukteure Modelle* für avisierte *Nutzer* konstruieren. Modelle sind hinsichtlich Gegenstand, Inhalt und Darstellung an situative Modellzwecke ausgerichtet.⁶⁵⁹ Akteure verfügen neben Eigenschaften, wie z. B. Kompetenzen, auch über Handlungsfähigkeit und stellen damit das Verhaltenspotenzial der Subsysteme dar, mit dem sie individuelle Zwecke verfolgen.

In diesem System erklären sich die aufgezeigten Gestaltungspotenziale für die Referenzmodellierung dadurch, dass zwischen den Subsystemen Synergien genutzt werden können, indem Konstruktionsprozesse untereinander hinsichtlich der für sie relevanten Modelle und Akteure abgestimmt werden. Hierzu sind die Subsysteme nach dem Muster verteilter Systeme auf Runtime-Ebene zu gestalten, womit eine *Verteilung* der Konstruktionsprozesse vorzunehmen ist, die folgende Merkmale aufweist.

*Im System der Referenzmodellierung liegt eine **Verteilung von Konstruktionsprozessen** vor, wenn gemeinsame Konstruktionsziele durch eigenständige Konstruktionsprozesse erbracht werden, die in einer Rahmenorganisation lose miteinander gekoppelt werden.*

⁶⁵⁹ In der konstruktionsprozessorientierten Sichtweise fließen in den Modellzweck sämtliche Anforderungen an die Konstruktion ein, sodass insbesondere auch *sach-, personen- und umfeldbedingte* Faktoren berücksichtigt werden. Vgl. hierzu die Einführung des Modellbegriffs in Kapitel 2.1.2 dieser Arbeit.

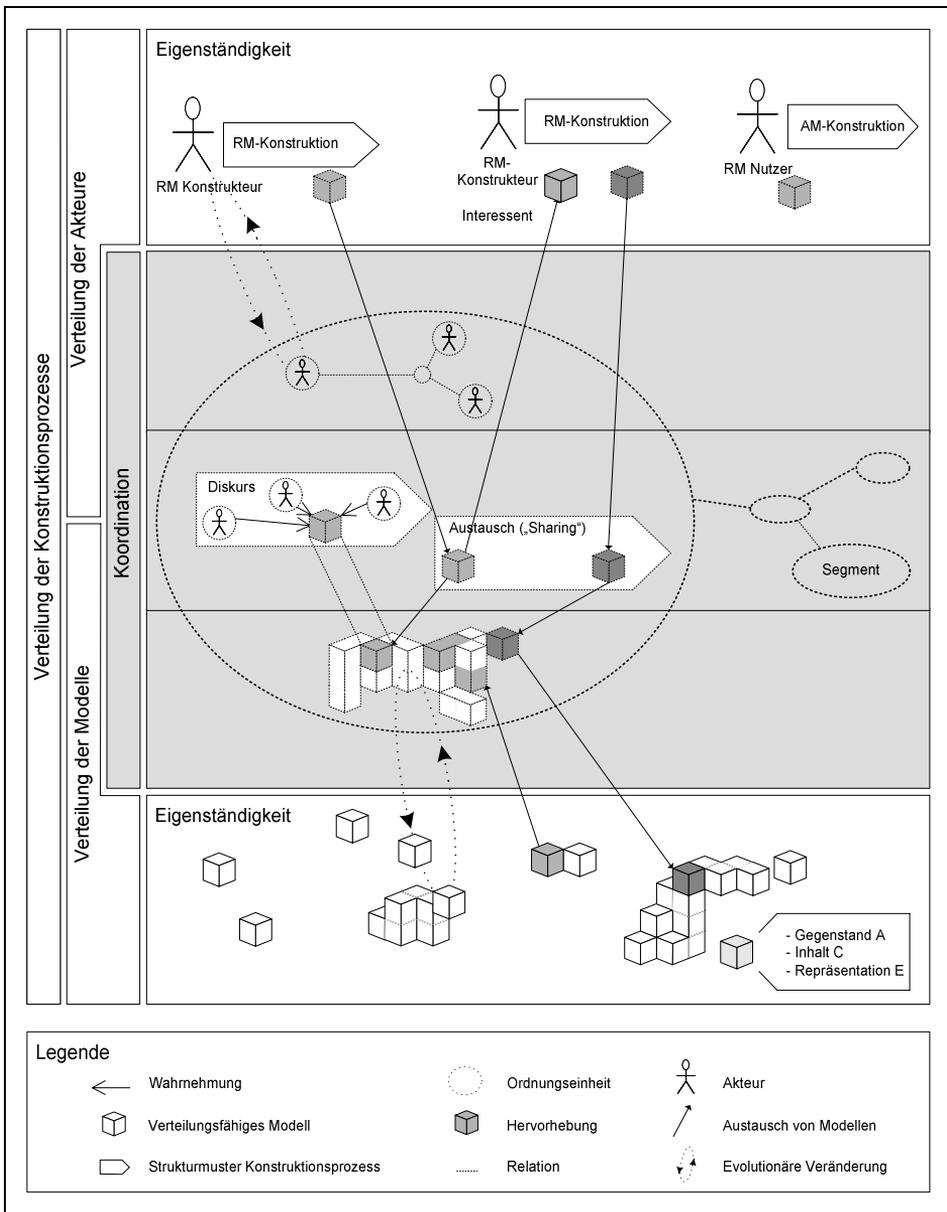


Abb. 62: Gestaltungsansätze zur Verteilung von Konstruktionsprozessen im System der Konstruktion von Referenzmodellen

Zur Koordination der Konstruktionsprozesse in losen Kopplungsbeziehungen sind spezielle *Koordinationsprozesse* vorzusehen, die durch eine Rahmenorganisation der Akteure und Modelle unterstützt werden. Beide Aspekte sind nachfolgend auszuführen.

Koordinationsprozesse zur Verteilung

Mit Koordinationsprozessen sind Abstimmungen zwischen Konstruktionsprozessen vorzusehen, in denen sie auf gemeinsame Zwecke hin ausgerichtet werden können, zugleich jedoch ihre Eigenständigkeit bewahren.

Auszug aus: **Brocke, J. vom**, *Referenzmodellierung, Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen*, Berlin 2003.

Originalformat von: <http://www.wi.uni-muenster.de/aw/brocke/referenzmodellierung.pdf>.

Da die Koordination an gemeinsamen Zwecken auszurichten ist, wird sich die Verteilung von Konstruktionsprozessen innerhalb einzelner Segmente des theoretischen Gesamtsystems vollziehen, in denen durch die Abstimmung der Konstruktionsprozesse jeweils ein *Anreiz-Beitrags-Gleichgewicht* hergestellt wird.⁶⁶⁰ Die Bildung derartiger Segmente kann sowohl zentral als auch dezentral erfolgen. So besteht etwa die Möglichkeit, dass eine Organisation gemeinsame Zwecke *deklariert* und Akteuren spezifische Anreize bietet, ihre Konstruktionsprozesse entsprechend dieser Zwecke mit anderen abzustimmen.⁶⁶¹ Für die Untersuchung des Problemlösungsbeitrags der Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung ist im Folgenden von der Situation auszugehen, dass sich Akteure nur dann an dem verteilten Verbund beteiligen, wenn sie hierdurch eine Steigerung der Effektivität oder Effizienz ihres eigenen Konstruktionsprozesses erwarten.

Um eine lose Kopplung zwischen den Konstruktionsprozessen zu ermöglichen, mit denen derartige Interessen erfüllt werden können, sind zur Abstimmung *Kommunikationsprozesse* vorzusehen. Kommunikationstechnisch sind zwei Prozesstypen zu unterscheiden:⁶⁶²

- (1) ***Austausch von Referenzmodellen (Sharing)***: Die Kommunikation zwischen Akteuren kann im Austausch von Referenzmodellen bestehen. Hierzu sind Modelle als Informationsressourcen zu *speichern* sowie informationslogistische Prozesse zu deren *Einstellung* (Upload) und *Bereitstellung* (Download) vorzusehen. In Austauschprozessen machen sich Akteure die Modelle zugänglich und stellen sie anderen Akteuren zur Verfügung. Der Tauschvorgang bildet damit die Grundlage der gemeinsamen Konstruktionsprozesse, in denen Modelle nicht nur wieder verwendet, sondern gemeinsam weiterentwickelt werden. Zur Differenzierung dieses Phänomens wird hier die Bezeichnung des „Referenzmodell-Sharings“ verwendet.
- (2) ***Diskurs über Referenzmodelle (Diskurs)***: Die Koordination erfordert den Austausch von Informationen *über* Referenzmodelle. Diese Kommunikation, die nicht im Austausch explizierter Modelle besteht, wird als *Diskurs* bezeichnet. Im Rahmen des Diskurses werden z. B. Bedarfe identifiziert, Projektgruppen gebildet und Konstruktionsergebnisse beurteilt. Prozesse des Diskurses können weiterhin hinsichtlich ihrer Relation zu Referenzmodellen differenziert werden. Während ein Teil des Diskurses exklusiv in Bezug auf einzelne Referenzmodelle zu führen ist (z. B. Beurteilungen), beziehen sich andere Teile auf modellübergreifende Aspekte (z. B. Terminologiebildung) oder sie besitzen keine explizite Modellreferenz (z. B. Eignung von Darstellungstechniken).

Die Koordinationsprozesse ermöglichen es, Konstruktionsprozesse aufeinander abzustimmen, die in räumlicher und zeitlicher Hinsicht verteilt ausgeführt werden. Sie bieten damit einen Ansatz zur Lösung der im State-of-the-Art aufgezeigten Störungen der Lenkung von Konstruktionsprozessen.⁶⁶³ Die durch die Verteilung der Konstruktionsprozesse zu erzielenden Synergieeffekte können gesteigert werden, wenn Akteure und Modelle in einer Rahmenorganisation verbunden sind, die unabhängig von einzelnen Konstruktions-

⁶⁶⁰ Die Bedeutung von *Anreiz-Beitrags-Gleichgewichten* im Zusammenschluss von Akteuren ist im organisationsbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens der Konstruktionsprozessgestaltung vorgestellt worden. Vgl. Kapitel 3.3.5 dieser Arbeit. *Anreiz-Beitrags-Gleichgewichte* werden in der *Koalitions- und Anreiz-Beitrags-Theorie* behandelt. Vgl. Cyert, M. R., March, J. G. (1963), Barnard, C. H. (1938), Simon, H. A. (1949).

⁶⁶¹ Eine Einschränkung der Eigenständigkeit der Akteure geht mit den Anreizen allein nicht einher. Sie bestünde lediglich dann, wenn die Akteure sie als einen zusätzlichen Beitrag aufgäben.

⁶⁶² Die Kommunikation bezeichnet den Austausch von Informationen zwischen Einheiten. Vgl. die Einführung des Informationsbegriffs in Kapitel 2.2 dieser Arbeit.

⁶⁶³ Der Begriff der *Lenkung* ist mit dem Strukturmuster zielgerichteter Systeme eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 3.2.3 dieser Arbeit. Im Sinne der Kybernetik umfasst die Lenkung Steuerungs- und Regelungskreisläufe, in denen Feedback- und Feedforwardinformationen generiert werden.

prozessen ist. Um diesbezüglich eine für die Verteilung der Konstruktionsprozesse adäquate Flexibilität zu gewährleisten, ist zu untersuchen, inwiefern Akteure und Modelle in verteilten Subsystemen organisiert werden können.

Verteilung des Akteursystems

Entsprechend des Begriffs allgemeiner verteilter Systeme könnte ein Akteursystem⁶⁶⁴ gebildet werden, das auf Build- oder Runtime-Ebene verteilt ist:

Ein verteiltes Akteursystem auf Buildtime-Ebene liegt vor, wenn eigenständige Akteure derart organisiert sind, dass sie für spezifische Zwecke situativ in Kooperationsbeziehungen treten können.

Ein verteiltes Akteursystem auf Runtime-Ebene liegt vor, wenn Akteure auch während der Verfolgung gemeinsamer Ziele ihre Eigenständigkeit bewahren.

Die Flexibilität der Konstruktionsprozesse wird erhöht, wenn die Verteilung auch auf Runtime-Ebene realisiert wird. Eine Verteilung, die ausschließlich auf Buildtime-Ebene besteht, ist z. B. gegeben, wenn sich Akteure für ein gemeinsames Projekt zusammenschließen, dessen Ausführung jedoch die Beteiligung an anderen Vorhaben ausschließt. Hinsichtlich der Potenziale für die Referenzmodellierung sind Rollen von Akteuren zu identifizieren, die typische Beziehungsverhältnisse kennzeichnen. Hinsichtlich ihrer Nähe zum Konstruktionsprozess können sie wie folgt unterschieden werden:⁶⁶⁵

Prozessimmanente Rollen: Im Sinne der prozessorientierten Interpretation des Modellbegriffs sind jeder Konstruktion die Rollen des Konstrukteurs und Nutzers immanent.

Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen stehen typischerweise einem breiten Spektrum avisierter Nutzer gegenüber. Die Gestaltung eines verteilten Akteursystems eröffnet die Möglichkeit, Nutzer als Akteure an der Konstruktion von Referenzmodellen zu beteiligen. Auf diese Weise kann durch die Diskurs- und Austauschprozesse eine *permanente kritische Prüfung* der Referenzmodelle erfolgen, die sich über sämtliche Phasen des Lebenszyklusses des Modells fortsetzt.⁶⁶⁶ So kann bereits die Initiierung von Konstruktionsvorhaben auf Bedarfsmeldungen von Kunden zurückgehen. Zudem können sie die Ausführung von Konstruktionsprozessen – von der Problemdefinition bis zur Anwendung des Modells – begleiten und diese interaktiv und in Abstimmung mit anderen Akteuren beurteilen. Während des Einsatzes des Modells besteht die Möglichkeit, Bedarfänderungen zu kommunizieren und an der Konstruktion neuer Versionen mitzuwirken. Auf diese Weise bleibt der Aufwand bis zur ersten – sowie zwischen allen weiteren – Prüfungen gering. Ferner werden handhabbare Korrekturmöglichkeiten geboten sowie durch die evolutionäre Anpassung des Referenzmodells an Kundenbedürfnisse das Marktrisiko minimiert.

⁶⁶⁴ Der Begriff des *Aktorsystems* ist insbesondere in der Modellierung sozialer Systeme verbreitet. Vgl. Lantermann, E.-D. et al. (1996).

⁶⁶⁵ Die Unterscheidung steht in Analogie zu Systematiken von Stakeholdern in der Koalitionstheorie, in denen etwa grundlegend zwischen *internen* und *externen* Stakeholdern unterschieden wird. Bezogen auf die Modellkonstruktion erweist sich die hier eingenommene prozessorientierte Differenzierung als vorteilhaft. Vgl. Fn. 343. Weitere Rollen sind insbesondere in Abhängigkeit alternativer Formen der Institutionalisierung des Systems der Referenzmodellierung zu bestimmen.

⁶⁶⁶ Das Konzept einer *permanenten kritischen Prüfung* ist bei der Ermittlung von Gestaltungspotenzialen in der Referenzmodellierung skizziert worden. Vgl. Kapitel 4.6 dieser Arbeit. Es bietet eine Möglichkeit zum Ausgleich der Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und der Inhaltsadäquanz, die sich hinsichtlich anzu-stellender Prüfungen konfliktär verhalten. Die Notwendigkeit von Prüfungen leitet sich in mehrfacher Hinsicht ab, insbesondere aus der Anschauung des kritischen Rationalismus und der Kybernetik. Die Prüfung von Referenzmodellen gegenüber den empirischen Anforderungen stößt aber auf das Problem eines großen Konstruktions- und Prüfaufwands.

Werden zudem *Konstrukteure* in das Akteursystem aufgenommen, können Effekte der *Arbeitsteilung* in der Referenzmodellierung realisiert werden. Gegenüber den in Arbeitsgruppen (z. B. Lehrstuhlteam) stattfindenden Formen der Arbeitsteilung ist in einem verteilten System die flexible Beteiligung fachlich spezialisierter Konstrukteure realisierbar, die insgesamt zu einer großen Anzahl ansteigen können. Die verteilte Organisation von Konstrukteuren erhöht die Konstruktionskapazität, die sich positiv auf die Breite und Tiefe von Varianten und Perspektiven auswirkt und somit die Effektivität der gegenstands- und inhaltsbezogenen Konstruktion steigern kann.⁶⁶⁷

Prozessrelationale Rollen: Neben der unmittelbaren Mitwirkung an der Konstruktion sind weitere Motive zur Beteiligung von Akteuren gegeben. So können einige Akteure als *Experten* konsultiert werden und somit einen spezifischen Beitrag zur Problemlösung leisten. Besonders in dieser Rolle kommt die Funktion der Akteure zum Tragen, im verteilten System als *Wissensressource* zu dienen. Sie ergänzen die durch Modelle gegebenen Informationsressourcen und -produkte, sodass auch Erfahrungswissen und Problemlösungsfähigkeiten in den Ressourcenverbund eingebracht werden, deren Explikation auch unter großem Aufwand nur schwer möglich wäre.

Andere Akteure können demgegenüber das Motiv haben, als *Interessenten* an Konstruktionsprozessen zu partizipieren. Besonders hoch sind entsprechende Bedarfe im wissenschaftlichen Einsatzfeld von Referenzmodellen, in dem sich Akteure aus Motiven der Forschung und Lehre an Prozessen beteiligen. Diese Akteure führen den Prozess zwar nicht aus, stehen zu diesem jedoch in Relation.

Prozessübergreifende Rollen: Im verteilten Verbund können mehrere Rollen identifiziert werden, die von einzelnen Konstruktionsprozessen unabhängig sind. Zu nennen sind etwa Rollen, die dem Erhalt des Systems dienen und die für Zwecke der Qualitätssicherung eingesetzt werden (z. B. themenspezifische Gutachter).

Durch die multiperspektivische Zusammensetzung des Akteursystems und dessen prozessorientierte Koordination besteht das Potenzial eines Abgleichs divergierender Vorstellungswelten. Die verteilte Gestaltung bietet somit eine bisher aufgrund der fehlenden Koordination nicht gegebene Form des Subjektivitätsmanagements, das auf pragmatischer Ebene durch *multipersonelle Kommunikationsprozesse* vorgenommen wird.

Verteilung des (Referenz-)Modellsystems

Die Möglichkeiten der Verteilung des Modellsystems sind auf Build- und Runtime-Ebene zu prüfen.⁶⁶⁸

Ein verteiltes Modellsystem zur Buildtime liegt vor, wenn eigenständige Modelle für spezifische (Modell-)Zwecke situativ (zu einem Modell) kombiniert werden können.

Ein verteiltes Modellsystem zur Runtime liegt vor, wenn die kombinierten Modellbestandteile auch während der Erfüllung des übergeordneten Zwecks (Nutzung) ihre Eigenständigkeit bewahren.

⁶⁶⁷ In der Untersuchung des Gestaltungspotenzials der Referenzmodellierung ist aufgezeigt worden, dass bei Kapazitätsbegrenzungen in Konstruktionsprozessen ein Risiko darin besteht, dass der Konstrukteur aufgrund des trade-off zwischen Breite und Tiefe der Varianten und Perspektiven eines Referenzmodells eine hohe Variantenbreite „erkauft“, indem er die Variantentiefe reduziert. Damit kann eine Minderung der vom Nutzer wahrgenommenen Inhaltsadäquanz einhergehen. Vgl. Kapitel 4.6 dieser Arbeit.

⁶⁶⁸ In der Literatur ist der Begriff *verteilter Modellsysteme* bislang nicht etabliert. EHRHARDT/SCHULZE/STRABBURGER thematisieren den Austausch von Modellen im Internet, in einer firmenspezifischen Intranetlösung oder innerhalb eines Local Area Network (LAN). Vgl. Ehrhardt, I., Schulze, T., Straßburger, S. (1999), S. 2. Sie beschreiben damit eine Gestaltung im organisations- und technologiebezogenen Aspekt, nicht aber im modellbezogenen Aspekt der Prozessgestaltung.

Die Vorteilhaftigkeit der Verteilung des Modellsystems ist differenziert zu beurteilen. Ein verteiltes Modellsystem auf Buildtime-Ebene kann wesentlich zur Flexibilisierung des Modellbestands beitragen und damit Schwächen der Konstruktionsprozesse überwinden, die sich aus der Struktur der Referenzmodelle ableiten. So könnte davon Abstand genommen werden, Referenzmodelle als Gesamtmodelle zu konzipieren, in denen eine möglichst große Anzahl relevanter Varianten und Perspektiven vorgestaltet ist. Hingegen wären etwa eigenständige Referenzmodelle *einzelner* Varianten zu konstruieren, die auch auf eine *spezielle* Perspektive beschränkt sein könnten. Zudem sind auch in unterschiedlichen Varianten wiederkehrende gleiche Teilkonstruktionen zu identifizieren, die hinsichtlich der Wiederverwendung besonders viel versprechend sind.

Konzentriert sich die Konstruktion auf solche *eigenständige* Referenzmodelle, die durch Austausch- und Kommunikationsprozesse im verteilten Akteursystem abgestimmt und transferiert werden, kann ein sich selbst verstärkender positiver Kreislauf eintreten, in dem sich die Modelle durch Effektivitäts- und Effizienzsteigerungen systematischerweise an herrschenden Bedürfnissen und deren Entwicklungen ausrichten. Der Kreislauf wird im Folgenden skizziert.

Effektivitätssteigerungen: Durch die Minderung der Konstruktionskomplexität kann bei gegebener Kapazität eine höhere Inhaltsadäquanz erreicht werden, die durch Spezialisierungseffekte verstärkt wird. Zudem verkürzt sich die Durchlaufzeit einer einzelnen Konstruktion, womit rasche Prüfzyklen möglich werden, in denen bei überschaubaren Teilproblemlösungen Ursachen von Änderungsbedarfen relativ klar zu lokalisieren⁶⁶⁹ sind. Die permanenten Diskurs- und Austauschprozesse unter Einbeziehung von Akteuren in prozessrelationalen Rollen tragen zudem auf pragmatischer Ebene zur Qualitätssicherung bei.

Effizienzsteigerungen: Durch die intensive Wiederverwendung der Referenzmodelle im verteilten Verbund werden Effizienzsteigerungen erreicht. Durch ihre Nutzung als Input des Konstruktionsprozesses entfällt der Aufwand einer Selbstkonstruktion.⁶⁷⁰ Zugleich erhöht sich das Nutzenpotenzial der Konstruktion, da Modelle als Output für die Wiederverwendung in sämtlichen anderen Konstruktionsprozessen des verteilten Verbunds bereitstehen.

Wechselwirkungen zwischen Effektivität und Effizienz: Im Zuge der Wiederverwendung profitieren nutzende Konstruktionsprozesse zugleich von der durch die Effektivitätssteigerung erzielten hohen Modellqualität. Simultan setzen die Vorteile hinsichtlich der Effektivität und Effizienz Anreize, eigenständige Referenzmodelle für den verteilten Bestand zu konstruieren und zugleich im eigenen Konstruktionsprozess eine frühzeitige Prüfung und Nutzung alternativer Angebote vorzunehmen, wodurch wiederum die Effektivität gesteigert wird und schließlich eine Minimierung des Konstruktionsrisikos erfolgt.

Sind allerdings *Gesamtsysteme* zu konstruieren, in denen mehrere Modelle des verteilten Systems zu kombinieren sind, werden Abstimmungen zwischen den Modellen notwendig. Durch die Eigenständigkeit der Modelle besteht eine Tendenz zu Redundanzen zwischen Modellinhalten sowie Inkompatibilität der Darstellungen. Für die Aufrechterhaltung der Verteilung auf Runtime-Ebene sind somit integrationsfördernde Maßnahmen vorzusehen,

⁶⁶⁹ Hinsichtlich der anzustellenden kritischen Prüfungen erhöht sich hierdurch der von POPPER beschriebene *Prüfbarkeitsgrad*, der einen Einfluss auf die mögliche *Strenge* der Prüfung hat. Je höher der Prüfbarkeitsgrad ist, desto höher kann auch die Strenge der Prüfung sein. Die Strenge der Prüfung wird – gegenüber der Häufigkeit von Prüfungen – als maßgeblich für die *Bewährung* einer Theorie angesehen. Vgl. Popper, K. R. (1994), S. 213.

⁶⁷⁰ Es liegt eine Minderung der Fertigungstiefe vor, die nicht immer zu einer Minderung des Aufwands des Konstruktionsprozesses führen muss. Zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit der Wiederverwendung sind Bewertungsmodelle zur Unterstützung von *Make-or-Buy-Entscheidungen* zu nutzen. Vgl. z. B. Hahn, D., Hungenberg, H., Kaufmann, L. (1994), S. 74 ff.

indem etwa Kopplungen der Modelle über Schnittstellen vorgenommen werden. Diese Maßnahmen führen jedoch zu einer zunehmenden Fragmentierung des Gesamtmodells sowie zu einem vergleichsweise hohen Anteil kopplungsspezifischer Konstruktionen. Mit zunehmendem Umfang des Inhalts reduziert eine solche Struktur die vom Nutzer wahrzunehmende Problemnähe des Referenzmodells. Konstrukteure von Anwendungsmodellen dürften in solchen Situationen Gesamtmodelle bevorzugen, aus denen sie Varianten und Perspektiven erzeugen können. Die verteilte Struktur des Modellsystems könnte nutzerspezifisch als hinderlich empfunden werden, da für Nutzer weniger die Austauschbarkeit einzelner Modelle als vielmehr deren Nähe zum spezifischen empirischen Gesamtproblem zählt.

5.1.2.2 Gestaltungsbeitrag einer verteilten Referenzmodellierung

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Gestaltungsbeiträge der Verteilung von Konstruktionsprozessen für die Referenzmodellierung differenziert zu beurteilen sind. Durch die Verteilung können – in Analogie zur Organisationslehre – *virtuelle Konstruktionsprozesse* gestaltet werden,⁶⁷¹ an denen sich im Zeitablauf unterschiedliche Akteure an verschiedenen Orten beteiligen und spezifische Konstruktionsergebnisse einbringen. Die Verteilung bietet damit Vorteile zur Entwicklung eines *bewährten* Bestands an Referenzmodellen, der evolutionär an wandelnde Anforderungen angepasst werden kann. Dabei werden – was mit methodenbezogenen Beiträgen allein kaum gegeben ist⁶⁷² – positive Effekte auf die Inhaltsadäquanz und Vergleichbarkeit der Modelle erzielt. Darüber hinaus wirkt die Beteiligung am Modellverbund sowohl aufwandsmindernd als auch nutzensteigernd, wodurch in mehrfacher Hinsicht die Wirtschaftlichkeit von Konstruktionsprozessen gefördert wird.

Allerdings sind auch Grenzen der Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung identifiziert worden. So erweist sie sich tendenziell dann als unvorteilhaft, wenn in den Konstruktionsprozessen *Gesamtsysteme* zu erstellen sind, mit denen ein weites Spektrum an Varianten und Perspektiven abzudecken ist. In diesem Fall ist die Verteilung der Modelle auf Runtime-Ebene nicht aufrechtzuerhalten, womit zugleich die Möglichkeiten der Verteilung der Konstruktionsprozesse begrenzt sind. Die Klarheit des Modells und insbesondere dessen Anwendungsfreundlichkeit aus Sicht der Nutzer wird in diesem Fall durch eine anwendungsbezogene Vereinigung und Aufbereitung der Modelle zu einem Gesamtsystem begünstigt.

Werden die Beurteilungsergebnisse in prozessorientierter Hinsicht systematisiert, ergeben sich Möglichkeiten, Ansätze der verteilten und nicht-verteilten Gestaltung so miteinander zu kombinieren, dass ihre Vorteile miteinander verbunden und ihre Nachteile kompensiert werden können. Das Konzept der Kombination wird in Abb. 63 entlang der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung veranschaulicht.

⁶⁷¹ In Analogie zu Unternehmensprozessen werden damit in der Referenzmodellierung *virtuelle Konstruktionsprozesse* geschaffen. Obwohl sich im Ergebnis ein einheitliches Modell präsentiert, sind an dessen Konstruktion mehrere Akteure in individuellen Konstruktionsprozessen beteiligt. Eine Übersicht zu den Definitionen von MERTENS/FAISST, PICOT/REICHWALD/WIGAND, WIRTZ und WÜTHRICH/PHILLIP gibt Wirtz, B. W. (2000), S. 4. Zu Merkmalen virtueller Unternehmen vgl. Wirtz, B. W. (2000), S. 6 und dort zitierte Literatur.

⁶⁷² Vgl. hierzu die Untersuchungen der Gestaltungspotenziale im State-of-the-Art der Referenzmodellierung in Kapitel 4.6 dieser Arbeit.

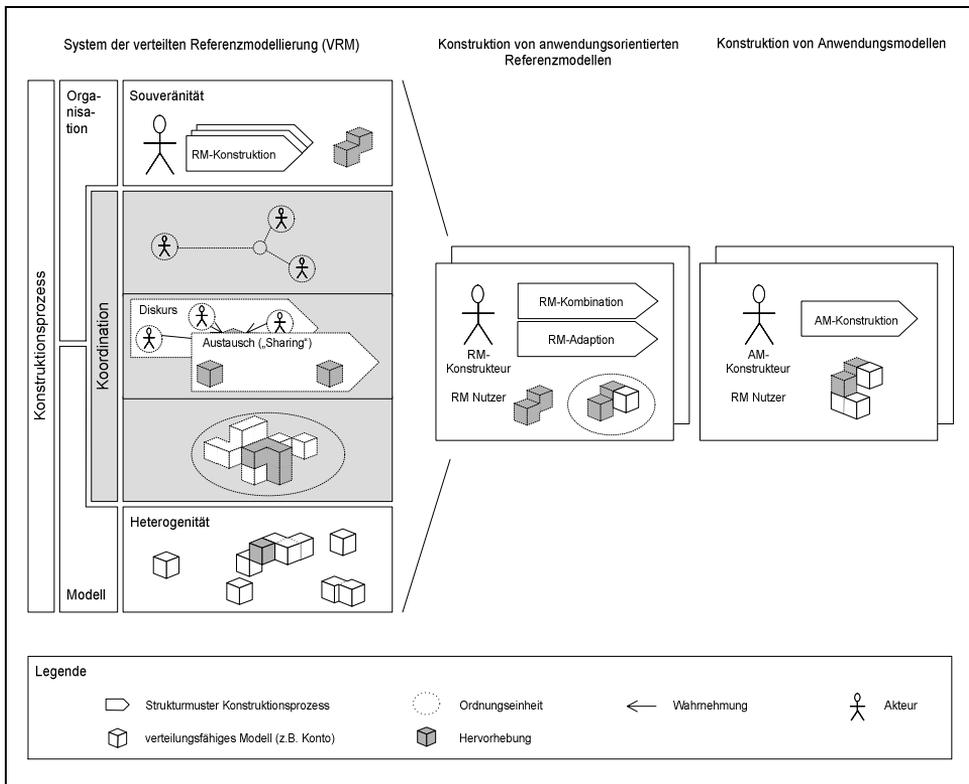


Abb. 63: Erweiterung der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung um den Gestaltungsbeitrag der Verteilung von Konstruktionsprozessen⁶⁷³

Mit der Verteilung von Konstruktionsprozessen kann ein Gestaltungsbereich der Referenzmodellierung erschlossen werden, der – entlang der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung – im *Vorfeld* der bisherigen Konstruktion von Referenzmodellen liegt.⁶⁷⁴ Hierzu ist ein System der verteilten Referenzmodellierung zu gestalten, das zur Stärkung anwendungsorientierter Konstruktionsprozesse dient („backbone“).

Das System der verteilten Referenzmodellierung (kurz: VRM-System) ist ein System der Referenzmodellierung, in dem eine Verteilung von Konstruktionsprozessen stattfindet, die dem gemeinsamen Ziel folgen, einen bewährten Bestand an Referenzmodellen aufzubauen, der von den Akteuren evolutionär an sich wandelnde Anforderungen angepasst wird.

Die Evolution des Modellbestands erfolgt dadurch, dass im VRM-System permanente Koordinationsprozesse stattfinden.⁶⁷⁵ Sie bewirken Zustandsveränderungen, die über die Modelle hinaus – durch Umfeldänderungen und Lernprozesse – auch die Akteure betreffen. Typisch für die Evolution ist dabei die Beachtung zeitlicher Entwicklungsbeziehungen (Evolutionspfade) zwischen den Zustandsmengen. Für die Prozessgestaltung folgt

⁶⁷³ Die hier beschriebene Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung stellt ein *konzeptionelles Schema* zur Kombination verteilter und nicht-verteilter Konstruktionsprozesse in der Referenzmodellierung dar. Das Schema wird im Verlauf der Gestaltungsbeiträge der Arbeit hinsichtlich verschiedener Perspektiven konkretisiert.

⁶⁷⁴ Das Grundmuster der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung ist mit der prozessorientierten Einführung des Referenzmodellbegriffs vorgestellt worden. Vgl. hierzu Kapitel 2.3.2 dieser Arbeit.

⁶⁷⁵ Zur Thematisierung der Evolution in Referenzmodellen vgl. auch Warnecke, G. et al. (1998).

hieraus, dass Konstruktionsprozesse weder zeitlich noch inhaltlich isoliert zu betrachten sind.⁶⁷⁶ Die Inhaltsadäquanz, Vergleichbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Konstruktionsprozesse wird erhöht, indem Planungen vorteilhafter Evolutionspfade erfolgen, in die jeweils einzelne Prozesse sowohl zeitlich als auch inhaltlich eingebettet werden.

Durch die Verteilung von Konstruktionsprozessen in einem VRM-System ergeben sich gegenüber dem State-of-the-Art einige konzeptionelle Besonderheiten der Prozessgestaltung. Während sich die Nutzung von Referenzmodellen bislang auf die Ableitung von Anwendungsmodellen auf Runtime-Ebene konzentriert,⁶⁷⁷ werden im VRM-System zugleich Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen selbst unterstützt. Somit wird das Gestaltungsspektrum der Referenzmodellierung von der bisherigen Konzentration auf *eine* Build- und *eine* Runtime-Ebene erweitert. Berücksichtigt wird, dass *mehrere* Ebenen der Buildtime bestehen können, auf denen Referenzmodelle sowohl in semantischen Beziehungen zueinander stehen als auch durch Konstruktionsbeziehungen miteinander verbunden sind. Von originärem Interesse sind in der verteilten Referenzmodellierung somit Kombinationen von Referenzmodellen. Sie dienen insbesondere der Konstruktion eines anwendungsorientierten Referenzmodells aus mehreren Referenzmodellen des verteilten Modellsystems. Solche Konstruktionsprozesse werden als Referenzmodellkombination bezeichnet.

Die Referenzmodellkombination ist ein Konstruktionsprozess, in dem ein Zustand⁶⁷⁸ eines Referenzmodells durch Nutzung mehrerer anderer Referenzmodelle zur inhaltsbezogenen Unterstützung (i. S. des Referenzmodellbegriffs) erzeugt wird.

Durch Referenzmodellkombinationen kann in Konstruktionsprozessen anwendungsorientierter Referenzmodelle der Modellbestand des VRM-Systems genutzt werden. Bei der Prozessgestaltung ist zu berücksichtigen, dass hiermit die Verwendungsrichtung der Modelle wechselt. Im System der VRM steht die Austauschbarkeit der Referenzmodelle im Vordergrund, für die eine Struktur zu finden ist, die die Eigenständigkeit fördert. Für die Konstruktion anwendungsorientierter Referenzmodelle ist hingegen die Ableitbarkeit von Anwendungsmodellen entscheidend, für die eine Ausrichtung an der anwendungsbezogenen Problemstruktur sowie Konfigurationsmechanismen hilfreich sind. Aufgrund der diesbezüglich identifizierten Schwächen der für die Verteilung aufbereiteten Modelle sind hierzu *Adaptionen* des durch Kombination erhaltenen Referenzmodells vorzusehen. Sie umfassen insbesondere Restrukturierungen, integrationsfördernde Anpassungen und anwendungsorientierte Erweiterungen.

Die Referenzmodelladaption ist ein Konstruktionsprozess, in dem ein durch Referenzmodellkombination erzeugter Zustand in einen auf die Anwendung des Referenzmodells ausgerichteten Zustand überführt wird.

Die hier vorgenommene Positionierung des VRM-Systems als „backbone“ anwendungsorientierter Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen beschreibt eine idealtypische Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung unter Berücksichtigung des gegenwärtigen State-of-the-Art. Darüber hinaus können auch Prozesse nützlich sein, die von diesem idealtypischen Verlauf abweichen. So besteht die Möglichkeit, dass Konstrukteure von Anwendungsmodellen *direkt* auf den Modellbestand des VRM-Systems zugreifen und da-

⁶⁷⁶ Aspekte der Planung der Evolution von Entwicklungen werden auch in der Anwendungssystementwicklung als eine Reaktion auf Innovationsdynamik thematisiert. Vgl. Gaedke, M., Gräf, G. (2000), S. 21 f.

⁶⁷⁷ Vgl. hierzu insbesondere das im State-of-the-Art erarbeitete Profil von Methoden zur Referenzmodellierung sowie die Konkretisierungen in den Untersuchungen zu Problemlösungs- und Darstellungstechniken. Vgl. Kapitel 4.3 dieser Arbeit.

⁶⁷⁸ Der Zustand wird hier explizit aufgeführt, um zu betonen, dass die Modellkonstruktion damit *nicht* abgeschlossen zu sein hat. Nach der konstruktionsprozessorientierten Einführung des Modellbegriffs liegt jedes Modell stets in einem spezifischen Zustand vor.

mit den Konstrukteur des anwendungsorientierten Referenzmodells als Intermediär umgehen. Zugleich kann bei dieser Vorgehensweise die Vorstellung aufgegeben werden, für Klassen von Anwendungsmodellen jeweils *ein* Referenzmodell im Sinne eines Gesamtsystems anzuwenden. Somit sind Konstruktionsprozesse vorzusehen, in denen zur Konstruktion eines Anwendungsmodells *mehrere* Referenzmodelle kombiniert werden. Sie werden als Multireferenzmodellianwendung bezeichnet.

*Die **Multireferenzmodellianwendung** ist ein Konstruktionsprozess, in dem ein Zustand⁶⁷⁹ eines Anwendungsmodells durch Nutzung mehrerer Referenzmodelle zur inhaltsbezogenen Unterstützung (i. S. des Referenzmodellbegriffs) erzeugt wird.*

Mit Prozessen der Multireferenzmodellianwendung kann hierzu eine unmittelbare Kombination und Anpassung einzelner Referenzmodelle gegenüber der Anwendungssituation vorgenommen werden. Die damit gegebenen Vorteile hinsichtlich der Flexibilität sind situativ gegenüber dem tendenziell höheren Aufwand der Komplettierung des Anwendungsmodells abzuwägen. Ein besonderes Potenzial kommt der direkten Anwendung von Modellen aus dem System der VRM zu, wenn keine adäquaten umfassenden Modelle vorliegen, ihre Konstruktion gegenüber dem zu erwartenden Nutzen als zu aufwendig erachtet wird oder Referenzmodelle gezielt nur in Konstruktionsteilbereichen verwendet werden sollen. Zugleich können die in der Referenzmodellkombination für Klassen von Anwendungssituationen zusammengestellten und angepassten Referenzmodelle wieder in den Modellbestand des VRM-Systems eingebracht⁶⁸⁰ und damit selbst wiederum Austausch- und Diskursprozessen zugänglich gemacht werden. Dies kann die Evolution des Modellbestands fördern.

Da mit der Verteilung von Konstruktionsprozessen eine besondere Perspektive auf die Prozessgestaltung eingenommen wird, ist zur Differenzierung von Gestaltungsbeiträgen der Begriff der verteilten Referenzmodellierung einzuführen.

*Die **verteilte Referenz-Informationsmodellierung** (kurz: VRM) ist ein spezielles Arbeitsgebiet der Referenzmodellierung, in dem Gestaltungsansätze zur Verteilung von Konstruktionsprozessen von Referenzmodellen betrachtet werden.*

Im Folgenden ist zu untersuchen, welche Gestaltungsansätze zur Verteilung von Konstruktionsprozessen erforderlich sind und welcher zusätzliche Gestaltungsbedarf sich hier zu ausgehend vom State-of-the-Art stellt.

5.1.2.3 Gestaltungsbedarf zur Schaffung eines Rahmens zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der VRM

Zur Realisierung der Potenziale, die mit der *Verteilung* von Konstruktionsprozessen eröffnet werden, stellen sich besondere Anforderungen an die *Gestaltung* der Prozesse. Trotz der Verschiedenartigkeit der Gestaltungsgegenstände, die sich in den einzelnen Aspekten

⁶⁷⁹ Der Zustand wird hier explizit aufgeführt, um zu betonen, dass die Modellkonstruktion damit *nicht* abgeschlossen zu sein hat. Nach der konstruktionsprozessorientierten Einführung des Modellbegriffs liegt jedes Modell stets in einem spezifischen Zustand vor.

⁶⁸⁰ In der Open-Source-Initiative (OSI) finden derartige Überlegungen Einzug in die Gestaltung von Lizenzverträgen. So wird z. B. in der GPL (GNU General Public License) festgelegt, dass Quelltexte nach Änderungen unter der GPL-Lizenz wieder in die Open Source Community einzubringen sind. Zu Open-Source-Lizenzmodellen vgl. z. B. Sandred, J. (2001), S. 26-29.

der Konstruktionsprozesse ergeben, weisen die Anforderungen eine für verteilte Systeme typische dialektische Struktur auf.⁶⁸¹ So ist mit der Gestaltung zwar die Abstimmung der Elemente herzustellen, um eine Arbeitsteilung zu ermöglichen, zugleich ist aber die Eigenständigkeit der betrachteten Elemente zu bewahren. Beide Anforderungen sind zwar konfliktär, jedoch zugleich essenziell für die Verteilung von Konstruktionsprozessen: Misslingt die Abstimmung, so wird das gemeinsame Ziel verfehlt;⁶⁸² wird hingegen – zur Zielerreichung – der Individualität einzelner Elemente zu wenig Rechnung getragen, verliert das System seine Attraktivität und verfehlt somit sein Ziel aufgrund der zu geringen Verbreitung.⁶⁸³ Die in diesem Sinne dialektischen Anforderungen an die Prozessgestaltung werden in Abb. 64 in den einzelnen Gestaltungsaspekten visualisiert und im Folgenden hinsichtlich des zu leistenden Gestaltungsbedarfs untersucht.

Konstruktionsprozess	Verteilung		
	Gestaltungsgegenstand	Anforderung	
		Eigenständigkeit	Arbeitsteilung
Organisationsbezogener Aspekt	Koordinationsform	Flexibilität	Stabilität
Modellbezogener Aspekt	Modellstruktur	Unabhängigkeit	Kopplungsfähigkeit
Methodenbezogener Aspekt	Beschreibungssprache	Signifikanz	Vergleichbarkeit
Technologiebezogener Aspekt	Informationstechnische Plattform	Anwendungssystemunabhängigkeit	Koordinationsdienst

Abb. 64: Anforderungen zur Schaffung eines Rahmens zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der VRM

Für die Prozessgestaltung sind daher Konzepte zu entwickeln, mit denen es gelingt, beide Anforderungen in Einklang zu bringen. Zum Teil können hierzu bewährte Ansätze zur Gestaltung verteilter Systeme aus der Organisations- und Anwendungssystemgestaltung genutzt und auf die Anforderungen der Referenzmodellierung übertragen werden. Im Fol-

⁶⁸¹ In dialektischen Strukturen gelten scheinbar widersprüchliche Merkmale zugleich. Vgl. z. B. zu dialektischen Strukturen in Interorganisationssystemen Klein, S. (1996), S. 91-93, Sydow, J. (1992), S. 78 ff. und die dort zitierte Literatur.

⁶⁸² Für derartige Abstimmungen wird in der Gestaltung verteilter Systeme die Entwicklung von Standards angestrebt. Standards sind Verabredungen zur Einschränkung von Freiheitsgraden bei der Systemgestaltung, die von einer Interessengruppe zu einer Zeit für eine Gestaltungsaufgabe eingehalten werden. Gegenüber Gesetzen und Normen, von denen ebenfalls eine einschränkende Wirkung ausgeht, werden Standards grundsätzlich marktorientiert im Diskurs relevanter Interessengruppen entwickelt. Die Entwicklung wird von Institutionen forciert, wie z. B. der Object Management Group (OMG). Vgl. von Bochmann, G. (1983), S. 10, Kogut, B. Shan, W., Walker, G. (1993), S. 75, Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 10 f., Sandred, J. (2001), S. 65 f.

⁶⁸³ Auch in der Anwendungssystementwicklung wird aus der Eigenständigkeit der Einheit verteilter Systeme die Gewährleistung ihrer Individualität als Erfolgsfaktor der Systeme abgeleitet. Vgl. z. B. Balzert, H. (2000), S. 901 f., Ehrhardt, I., Schulze, T., Straßburger, S. (1999), S. 2 ff.

genden sind die Anforderungen in den einzelnen Aspekten zu konkretisieren sowie der im aktuellen Stand der Forschung verbleibende Gestaltungsbedarf abzuleiten.

Organisationsbezogener Aspekt

Die Gestaltung des organisationsbezogenen Aspekts von Konstruktionsprozessen ist in der Referenzmodellierung bislang kaum behandelt worden. Auch für die Disziplin der Informationsmodellierung liegen keine Erkenntnisse über die Wirkung alternativer Koordinationsformen der Akteure auf die Effektivität und Effizienz ihrer Konstruktionsprozesse vor. Zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung leitet sich der Bedarf nach *Flexibilität* bei gleichzeitiger *Stabilität* ab.

- (1) **Flexibilität:** Um möglichst viele Akteure in den Diskurs und Austausch involvieren zu können, ist sowohl der Aufwand als auch die erforderliche Bindungsintensität einzelner Beteiligungen gering zu halten. Hiermit wird die Bereitschaft der Akteure erhöht, sich – auch bei geringer unmittelbarer Nutzenerwartung – an einzelnen Kommunikationsprozessen zu beteiligen.
- (2) **Stabilität:** Für die in den Konstruktionsprozessen aufzubauenden gemeinsamen Vorstellungswelten ist die Kontinuität von Beziehungen wichtig. So kann eine Gruppe von Akteuren mit zunehmender Häufigkeit und Intensität der Kommunikationsprozesse gemeinsame mentale Modelle entwickeln, die entscheidend für die Evolution des Modellbestands sind (z. B. Zielkonsens).

In der Institutionenökonomie werden als eigenständige Koordinationsformen die Hierarchie und der Markt unterschieden.⁶⁸⁴ Die durch standortspezifische Vorhaben gebildeten Arbeitsgruppen weisen die Koordinationsform der *Hierarchie* auf. Diese ermöglicht zwar ein Höchstmaß an Stabilität zur Entwicklung gemeinsamer Vorstellungswelten, steht jedoch durch die starken Bindungsintensitäten der Flexibilität entgegen. Der *Markt* hingegen zeichnet sich spiegelbildlich durch eine besondere Flexibilität aus, unterstützt jedoch die Abstimmung der Akteure nur unzureichend, sodass die Zielausrichtung und insbesondere die Entwicklung gemeinsamer Vorstellungen misslingt.

In der jüngeren Literatur der Organisationslehre werden mit *Netzwerken* innovative Koordinationsformen für verteilte Systeme vorgestellt.⁶⁸⁵ Sie bieten eine Koordinationsform, mit der sowohl die flexibilisierende lose Kopplung eigenständiger Akteure als auch deren stabilisierende Abstimmung unterstützt werden kann. Für die Rahmengestaltung im organisationsbezogenen Aspekt ist somit zu untersuchen, inwiefern das verteilte Akteursystem im VRM-System nach den Prinzipien eines Netzwerks gestaltet werden kann. Hierzu sind allgemeine Gestaltungsmerkmale von Netzwerken zu identifizieren und auf die Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung zu übertragen.

Modellbezogener Aspekt

Die Modelle im VRM-System müssen derart konzipiert sein, dass mit ihnen verteilte Systeme auf Build- und Runtime-Ebene gestaltet werden können. Hierzu haben die Modelle anderen Modellen gegenüber einerseits möglichst unabhängig zu sein, müssen jedoch zugleich Kopplungen mit ihnen eingehen können.

⁶⁸⁴ Vgl. z. B. Williamson, O. E. (1991), S. 281 sowie grundlegend Coase, R. H. (1937).

⁶⁸⁵ Vgl. Håkansson, H. (1989), S. 15 f., Sydow, J. (1992), S. 61 ff., Klein, S. (1996), S. 90 ff. und die Ausführungen zur Rahmengestaltung des organisationsbezogenen Aspekts in Kapitel 5.2.1 dieser Arbeit. Zu einer Analyse von Netzen aus Sicht der Volkswirtschaftslehre vgl. Aufderheide, D. (2000), S. 41 ff.

- (1) **Unabhängigkeit:** Damit die Modelle unabhängig von ihrem Umfeld sind, müssen sie einen spezifischen Modellzweck erfüllen und die hierzu erforderlichen Konstruktionsergebnisse vollständig und abgeschlossen zusammenfassen.
- (2) **Kopplungsfähigkeit:** Zur „arbeitsteiligen“ Erfüllung übergeordneter Zwecke müssen die Modelle lose miteinander gekoppelt werden können. Während sich die Beziehung hinsichtlich der Verteilung auf Buildtime-Ebene auf die Kombination von Modellen beschränkt, ist die Beziehung zur Verteilung auf Runtime-Ebene derart zu gestalten, dass die Eigenständigkeit der Modelle auch gegenüber dem gemeinsamen Modellzweck erhalten bleibt.

Die Untersuchungsergebnisse des State-of-the-Art der Referenzmodellierung haben gezeigt, dass bisherige Referenzmodelle durch ihre Konstruktion für die Zielanwendung der Ableitung unternehmensspezifischer Modelle als Gesamtsysteme strukturiert sind.⁶⁸⁶ Eine auf Eigenständigkeit ausgerichtete Zusammenfassung von Konstruktionsergebnissen erfolgt maßgeblich erst auf Gesamtmodellebene (z. B. Ordnungsrahmen). Im Innenverhältnis erfolgt zwar teilweise eine zusätzliche Strukturierung (z. B. Prozessobjekte), die damit geschaffenen Strukturen werden aber der zur Verteilung benötigten Unabhängigkeit und Kopplungsfähigkeit nicht gerecht. Zudem fehlen Beschreibungen der Konstruktionsergebnisse, die ihre Verwendung in situativen Zusammenschlüssen begünstigen oder gar lose Kopplungsbeziehungen auf Runtime-Ebene zuließe.

Hinsichtlich der Unabhängigkeit und Kopplungsfähigkeit von Systemen wird in der Literatur der Konstruktion nach dem *objektorientierten* Paradigma ein großes Potenzial zugesprochen.⁶⁸⁷ Die Erwartungen begründen sich maßgeblich in der Abgeschlossenheit und Vollständigkeit von Konstruktionsergebnissen, die nach dem Muster von Objekten strukturiert sind. Das hiermit gegebene Potenzial wird jedoch in der Referenzmodellierung nur unzureichend erschlossen, da die Objektorientierung hier maßgeblich auf die Verwendung objektorientierter Sprachen konzentriert wird.⁶⁸⁸ Sprachen entfalten ihre Wirkung jedoch erst auf Ebene der *Darstellung* von Modellen. Ihr strukturierender Beitrag besteht somit zunächst darin, Sprachkonstrukte zur Beschreibung relevanter Aspekte von Objekten zu - bieten. Die zur Förderung der Unabhängigkeit vorgesehenen Konzepte der Kapselung werden mit dem Sprachkonstrukt der Klasse realisiert, in dem Attribute und Methoden zusammengefasst werden. Gekapselt werden damit allerdings Sprachaussagen *innerhalb* einzelner Darstellungen.

Für die Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung sind jedoch Kapselungen *von* Darstellungen vorzunehmen. Hierzu sind die Strukturprinzipien der Objektorientierung auf Abstraktionsebenen oberhalb der Darstellungsebene anzuwenden, womit zugleich Freiheitsgrade hinsichtlich der individuellen Sprachwahl geboten werden können. Insbesondere wäre es somit möglich, Modelle zwar *objektorientiert* zu extrahieren und zu formieren, zur Darstellung einzelner Inhalte jedoch auch *nicht-objektorientierte* Sprachen zu verwenden. Somit könnten im VRM-System die Vorteile des objektorientierten und nicht-objektorientierten Ansatzes miteinander verbunden und zugleich deren Schwächen kompensiert werden.⁶⁸⁹

⁶⁸⁶ Vgl. Kapitel 4.6 dieser Arbeit.

⁶⁸⁷ Vgl. z. B. Taylor, D. A. (1992), S. 77.

⁶⁸⁸ SCHLAGHECK, der objektorientierte Referenzmodelle entwirft, argumentiert z. B. hinsichtlich der Komplexitätsreduzierung durch Objektorientierung, dass „die Komplexität eines Problems nicht allein durch eine Modellierungsnotation reduziert werden kann“, Schlagheck, B. (2000), S. 43, womit er die Objektorientierung auf die Sprache reduziert. Die gleiche Tendenz findet sich auch bei SCHÜTTE. Im Kapitel „Auswahl eines Modellierungsparadigmas“ werden nicht etwa Paradigmen selbst, sondern vielmehr Darstellungstechniken behandelt, die die diesen Paradigmen folgen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 87.

⁶⁸⁹ Schwächen der nicht-objektorientierten Ansätze werden in der geringen Strukturierung gesehen, während ihre Einfachheit Vorteile bietet. Demgegenüber bieten objektorientierte Ansätze zwar Vorteile hinsicht-

In der verteilten Anwendungssystementwicklung werden für eine vergleichbare Problemstellung Softwarekomponenten entwickelt.⁶⁹⁰ Für die Gestaltung im modellbezogenen Aspekt ist daher zu untersuchen, inwiefern die diesen Konstruktionen zugrunde liegenden Prinzipien auf die Struktur von Referenzmodellen übertragen werden können. Die Ergebnisse ermöglichen die Entwicklung des Musters einer *Referenzmodellkomponente*, die sich zur Strukturierung des verteilten Modellsystems eignet.

Methodenbezogener Aspekt

Im methodenbezogenen Aspekt sind Gestaltungsbeiträge auf mehreren Ebenen des konzeptionellen Bezugsrahmens der Gestaltung von Konstruktionsprozessen zu leisten. Als Rahmen der Koordinationsprozesse zwischen dem Akteur- und Modellsystem ist eine Beschreibungsmöglichkeit zu schaffen, durch die unterschiedliche Sachverhalte hinsichtlich ihrer Semantik im Kontext der VRM miteinander verglichen werden können. So ist etwa zu gewährleisten, dass zu dem Informationsbedarf eines Akteurs adäquate Referenzmodelle identifiziert werden können. Gegenüber der Gestaltung im modellbezogenen Aspekt ist zudem zu konkretisieren, mit welcher Technik Referenzmodelle als Referenzmodellkomponenten konstruiert werden können. Weiterhin ist eine Problemlösungstechnik zu entwickeln, in der die Besonderheiten der Konstruktion von Referenzmodellen unter Berücksichtigung sämtlicher Beiträge des „Gestaltungsmixes“ zur Verteilung von Konstruktionsprozessen von Referenzmodellen beschrieben werden. Die Gestaltung der Darstellungstechnik für Referenzmodellkomponenten und der Problemlösungstechnik setzt eine Rahmgestaltung in den übrigen Aspekten voraus, die daher in Kapitel 6 zu vertiefen ist.

Zu der hier vorzunehmenden Rahmgestaltung zählt die Schaffung der Beschreibungsmöglichkeiten des Akteur- und Modellsystems, für die eine geeignete Darstellungstechnik zu konzipieren ist. Sie hat eine standardisierte Beschreibung zu schaffen, zugleich jedoch signifikante Unterscheidungsmöglichkeiten der beschriebenen Sachverhalte zu gewähren.

- (1) **Standardisierte Beschreibung:** Zur Beschreibung der verschiedenartigen Sachverhalte – speziell der Akteure und Modelle – sollte eine *einheitliche* Darstellungstechnik zugrunde liegen, in deren Anwendung *eindeutige* Aussagen getroffen werden können.
- (2) **Signifikante Unterscheidung:** Innerhalb der standardisierten Beschreibung müssen die spezifischen Unterschiede einzelner Sachverhalte erkennbar sein, sodass Vergleiche angestellt werden können, in denen ihre Ähnlichkeit beurteilt werden kann.

Einen Lösungsbeitrag zur Standardisierung leisten Arbeiten der Informationsmodellierung, die sich mit Problemen der Subjektivität in Sprachanwendungen befassen.⁶⁹¹ Hervorzuheben sind insbesondere die Arbeiten zu *Normsprachen* von ORTNER. In Normsprachen werden – über die formale Sprachgestaltung hinaus – auch die in einem Anwendungsgebiet zur Bildung von Sprachaussagen zulässigen Wörter festgelegt (material-

lich der Strukturierung, objektorientierte Sprachen werden jedoch – insbesondere von Nutzern geringer Methodenkompetenz – als weniger anschaulich empfunden und weisen zudem Schwächen hinsichtlich der Geschäftsprozessmodellierung auf. Vgl. Frank, U., Prasse, M. (1997), S. 3, Schwegmann, A., Schlagheck, B. (1997), Nüttgens, M., Zimmermann, V. (1998), S. 2, Scheer, A.-W. (1998), S. 134 und die Untersuchungen zum State-of-the-Art in Kapitel 4.3 dieser Arbeit.

⁶⁹⁰ Vgl. z. B. Szyperski, C. (1998), S. 164 ff., Frank, U. (Component) (1999), S. 11 ff., Turowski, K. (2001), S. 269 sowie den Überblick bei Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25 ff. und die Ausführungen zur Rahmgestaltung des modellbezogenen Aspekts in Kapitel 5.2.2 dieser Arbeit.

⁶⁹¹ Zu weiteren Arbeiten, die sich mit der Standardisierung von Begriffssystemen befassen, vgl. z. B. das Konzept der Fachbegriffsmodellierung von Kugeler, M., Rosemann, M. (1998), Rosemann, M., Schwegmann, A. (2002), S. 71-75 und die dort zitierte Literatur. Die Bedeutung der Standardisierung von Begriffen im betrieblichen Umfeld wird auch an anderer Stelle betont. Vgl. Kirchner, M. (1998), S. 128, Schütte, R. (1998), S. 189-197.

sprachlicher Charakter).⁶⁹² Die Wörter werden in ihrer Bedeutung im Anwendungsbereich standardisiert und in einem Wörterbuch gepflegt. Normsprachen fördern damit die *Eindeutigkeit* der in einer Sprache getroffenen Aussagen.

Um eine signifikante Unterscheidungsmöglichkeit der Sachverhalte zu erzielen, ist die Beschreibung darüber hinaus mit einer angemessenen *Technik* vorzunehmen. Gestaltungsbeiträge zu derartigen Techniken werden mit Arbeiten zur Klassifikation geliefert, die in angrenzenden Forschungsgebieten, wie z. B. der Bibliothekswissenschaft, behandelt werden.⁶⁹³ Die dort zu findenden Beiträge werden hinsichtlich ihres Problemlösungsbeitrags zur Beschreibung von Sachverhalten im VRM-System untersucht. Auf dieser Grundlage wird eine Darstellungstechnik zur *merkmalsgestützten Kontextdarstellung* entwickelt.

Technologiebezogener Aspekt

Als technologische Voraussetzung der VRM wird eine Plattform benötigt, auf der die Koordinationsprozesse informationstechnisch ausgeführt werden können. Aus dem bestehenden Koordinationsbedarf leiten sich besondere Anforderungen ab:

- (1) **Koordinationspezifische Dienste:** Das System hat die zur Koordination erforderlichen Dienste bereitzustellen, wozu eine adäquate Vernetzung der verteilten Akteure und Modelle zu ermöglichen ist. Hierzu werden Systemdienste benötigt, die adäquate Austausch- und Diskursmöglichkeiten bieten.
- (2) **Anwendungssystemunabhängige Systemarchitektur:** Um ein für die Verteilung kritisches Maß an Eigenständigkeit der Akteure zu ermöglichen, ist eine Systemarchitektur vorzusehen, die es den Akteuren gestattet, in ihren dezentralen Prozessen individuelle Anwendungssysteme einzusetzen. Diese Individualität ist kritisch, da die Anwendungsprofile der Akteure stark differieren. Relevante Unterscheidungsmerkmale sind neben den persönlichen Präferenzstrukturen z. B. die technischen Umfeldbedingungen der Akteure sowie die mit den Referenzmodellen verfolgten Einsatzzwecke.

Im Umfeld des VRM-Systems existiert ein weites Spektrum an Anwendungssystemen, das hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeit zu prüfen ist. Die Beurteilungsergebnisse zeigen die Tendenz, dass Systeme auf organisationsbezogener Ebene, wie z. B. Projektmanagement-⁶⁹⁴ und Groupware-Systeme,⁶⁹⁵ zwar die Arbeitsorganisation von Akteuren untereinander fördern, jedoch zu wenig auf die spezifischen Anforderungen der Austausch- und Diskursprozesse zu Referenzmodellen ausgerichtet sind. Auf modellbezogener Ebene kommen die im State-of-the-Art der Referenzmodellierung beschriebenen CASE-Werkzeuge zum Einsatz, mit denen Prozesse der Konstruktion von Modellen unterstützt werden. In einigen innovativen Entwicklungen werden auch Systeme realisiert, die sich – im weitesten Sinne – zur Unterstützung verteilter Modellierungsaktivitäten eignen. Herauszu-

⁶⁹² Vgl. Ortner, E. (1995), Ortner, E. (1997), S. 28 u. S. 167-170, Lehmann, F. R. (1998), S. 366. In dem Ansatz zur Sprachkonstruktion bei ORTNER bildet die Grammatik einer Sprache den formalen und der Wortschatz den materiellen Teil der Sprachkonstruktion. Auf dieser Grundlage beschreibt ORTNER den Aufbau eines normsprachlichen Repositoriums über vier Sprachstufen. Vgl. Ortner, E. (2000), S. 11-13.

⁶⁹³ Vgl. z. B. Dahlberg, I. (1974), Salton, G., McGill, M. J. (1983) sowie die Übersicht bei Gödert, W. (1990), S. 95 ff. und die Ausführungen zur Rahmengestaltung im methodenbezogenen Aspekt in Kapitel 5.2.3 dieser Arbeit.

⁶⁹⁴ Zur Nutzung von MS-Project bei der Anwendung eines Vorgehensreferenzmodells zur SAP R/3-Einführung vgl. Scheer, A.-W. (House) (1997), S. 9 f. Zunehmend werden auch Anwendungssysteme für das Management verteilter Projekte entwickelt, die als Plattform das Internet nutzen. Vgl. z. B. Bartsch-Beuerlein, S., Klee, O. (2001), S. 55 ff. sowie den Marktüberblick bei Bartsch-Beuerlein, S., Klee, O. (2001), S. 189 ff.

⁶⁹⁵ Vgl. Fn. 595. Zum Einsatz von Groupware-Systemen zur Verwaltung von Prozessmodellen im Prozessmanagement vgl. Hansmann, H., Laske, M., Luxem, R. (2002), S. 289 f.

stellen sind internetbasierte Werkzeuge zur kollaborativen Konstruktion sowie zur Thesaurierung von Modellen.

Zur *kollaborativen* Konstruktion von Informationsmodellen werden CASE-Werkzeuge entwickelt, die die gemeinsame Nutzung von Dateien sowie deren zeitlich synchrone Modifikation ermöglichen.⁶⁹⁶ In der *ARIS-Collaborative Suite™* wird mit dem *ARIS Web Designer™* ein Werkzeug vorgestellt, das entsprechende kooperative Bearbeitungen von Modelldarstellungen auf der Plattform des Internets anbietet.⁶⁹⁷ Die Einsatzmöglichkeiten derartiger Werkzeuge im VRM-System sind differenziert zu beurteilen. So ist die zeitlich synchrone Bearbeitung von Modellen zwar technologisch innovativ, die hieraus resultierende Wirkung auf die Effektivität und Effizienz von Konstruktionsprozessen jedoch begrenzt. Das Potenzial der Kollaboration liegt folglich in der Überwindung *räumlicher* Distanzen, während die im VRM-System avisierte Evolution *bewährter Referenzmodelle* kaum realisiert wird. Zudem ist aufgrund der in Konstruktionen zu erbringenden kreativen Leistungen zu erwarten, dass die Konstruktionsprozesse trotz der angebotenen Technologie maßgeblich von einzelnen Akteuren oder präsent kooperierenden Projektgruppen wahrgenommen werden.⁶⁹⁸ Kollaborative Dienste eignen sich demgegenüber besonders zur Modifikation bereits erstellter Modelle. Speziell für kollaborative CASE-Werkzeuge kommt allerdings hinzu, dass sie keine anwendungssystemunabhängige Plattform bieten. Die Möglichkeit zur Kollaboration wird vielmehr als spezieller Dienst *eines* CASE-Werkzeugs realisiert, sodass nur diejenigen Akteure kooperieren können, die das gleiche Werkzeug einsetzen.⁶⁹⁹ Kollaborative CASE-Werkzeuge sind somit als ein Baustein zur optionalen Nutzung im Systemverbund der VRM vorzusehen, bieten jedoch nicht die Funktionalität einer für die Koordination benötigten Plattform.

Ein Ansatz zur *Thesaurierung* von Informationsmodellen wird im *GiPP-Projekt* mit dem System SETCOM (Semantisch reicher Thesaurus für cooperatives Modellieren) verfolgt.⁷⁰⁰ Das System leistet die Speicherung und Beschreibung von Modellen, auf die über das WWW zugegriffen werden kann. Nach dem zugrunde liegenden „Metamodell“ erfolgt die Beschreibung durch Zuordnung von Deskriptoren sowie durch die Erklärung der in

⁶⁹⁶ Ansätze zur systemtechnischen Unterstützung der Informationsmodellierung in Gruppen sind bereits früh am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität des Saarlandes untersucht worden. So stellen GALLER/HAGEMEYER/SCHEER ein Koordinationssystem für verteilte Modellierungsaktivitäten (ContAct) vor. Das System ist als CSCW-Werkzeug konzipiert, das die Koordination semi- und unstrukturierter Aktivitäten zur Transformation von Geschäftsprozessen in Workflow-Modellen unterstützt. Es wird als Verbindungsglied zwischen dem ARIS-Toolset und dem Workflow-Management-System *FlowMark* entwickelt. Vgl. Galler, J., Hagemeyer, J., Scheer, A.-W. (1995).

⁶⁹⁷ Vgl. IDS-Scheer (Designer) (2002).

⁶⁹⁸ Für die Beurteilung sind unterschiedliche kognitive Typen der Konstrukteure zu unterscheiden. Tendenziell ist die Stärke von CASE-Werkzeugen in der Erfassung kreativ erstellter Modelle und deren Variation zu sehen, vgl. Andersen, C. J. et al. (2000), S. 3 ff. Die Ausführung einer computergestützten kollaborativen Neukonstruktion ist daher eher unüblich. In aktuellen Entwicklungsprojekten werden Ansätze zur Erhöhung der Möglichkeiten kreativer und flexibler Zusammenarbeiten in kollaborativen CASE-Werkzeugen erarbeitet. Im *Knigh Tool* z. B. werden intuitive Benutzerinteraktionen entwickelt. Verwendet werden u. a. Touch-Whiteboards (spez. Smartboards), auf denen beispielsweise Freihandzeichnungen in standardisierte Sprachkonstrukte transformiert werden. Vgl. Damm, C. H. et al. (2000), S. 8 ff.

⁶⁹⁹ Wenn auch Importfunktionalitäten geboten werden, so ist doch zumindest der Einsatz des kollaborativen CASE-Werkzeugs erforderlich, womit jedoch bereits der Ausschluss von Interessengruppen einhergeht.

⁷⁰⁰ Das GiPP-Projekt (Geschäftsprozessgestaltung mit integrierten Prozess- und Produktmodellen) ist ein vom BMBF gefördertes Projekt. Im Teilbereich des Querschnittsthemas 4 „Referenzmodelle, Umsetzung und Prozessmanagement“ ist die Konzeption einer Modellbibliothek erarbeitet worden. Vgl. GiPP (Vorhaben) (1998). Vgl. auch Hagemeyer J., Rolles R. (1997). Vergleichbare Systeme werden im Umfeld der Referenzmodellierung auch unter dem Begriff webbasierter Repositorien thematisiert. Sie werden z. B. für Sammlungen von Patterns erstellt. Vgl. Strahinger, S. (Muster) (1999), S. 46. Da die Leistung der Systeme in der Implementierung von Klassifikationstechniken besteht, sind auch Analogien zu Architekturen digitaler Archive, Katalogsysteme und Bibliotheken gegeben. Vgl. z. B. McCray, A. T., Gallagher, M. E. (2001), S. 53, Glezer, C., Yadav, S. B. (2001), S. 37-44.

der Modelldarstellung verwendeten Begriffe innerhalb von Begriffssystemen.⁷⁰¹ Für die hier zu leistende technologiebezogene Gestaltung liefern derartige Thesauren Implementierungen eines Teils der im methodenbezogenen Aspekt vorzunehmenden Beschreibung des Modell- und Akteursystems. Sie beschränken sich jedoch allein auf die Beschreibung von *Modellen*, sodass keine Darstellung des Kontextes erfolgt, in den etwa auch die Profile von Akteuren sowie deren Bedarfe eingeordnet werden können. Zudem unterstützen sie keine Anwendungsfälle zur Koordination von Akteuren (z. B. Diskursprozesse).

Architekturprinzipien für Anwendungssysteme, die den Anforderungen des VRM-Systems nahe kommen, werden in der Literatur zu Interorganisationssystemen unter dem Begriff der *Virtual-Community-Plattformen* thematisiert.⁷⁰² In vielen Anwendungsgebieten stellen sie die informationstechnische Grundlage zur Netzwerkkoordination dar. Die beschriebenen Anforderungen im technologischen Aspekt können daher durch die Entwicklung einer Virtual-Community-Plattform für die verteilte Referenzmodellierung erfüllt werden. Da gegenwärtig Community-Plattformen zur Referenzmodellierung nicht identifiziert werden können und auch Vergleichsprodukte fehlen, die entsprechende Dienste implementieren, werden die Gestaltungen durch die Entwicklung des Prototypen *referenzmodelle.de* konkretisiert. Zielsetzung des Prototyps ist die Schaffung der informationstechnischen Mindestvoraussetzungen zur Realisierung der Verteilung von Konstruktionsprozessen im VRM-System. Die Implementierung dient als Demonstrationssystem für die konzeptionelle Gestaltung und ermöglicht zugleich die Beurteilung der Machbarkeit des Ansatzes sowie des zu erzielenden Nutzenpotenzials. Zudem legt das System den Grundstein für die Realisierung des Konzepts in der Referenzmodellierungspraxis.

Für die aufgezeigten Bedarfe sind im Folgenden Gestaltungsansätze zu entwickeln, die in Abb. 65 in den einzelnen Aspekten der Prozessgestaltung zusammengefasst wurden.

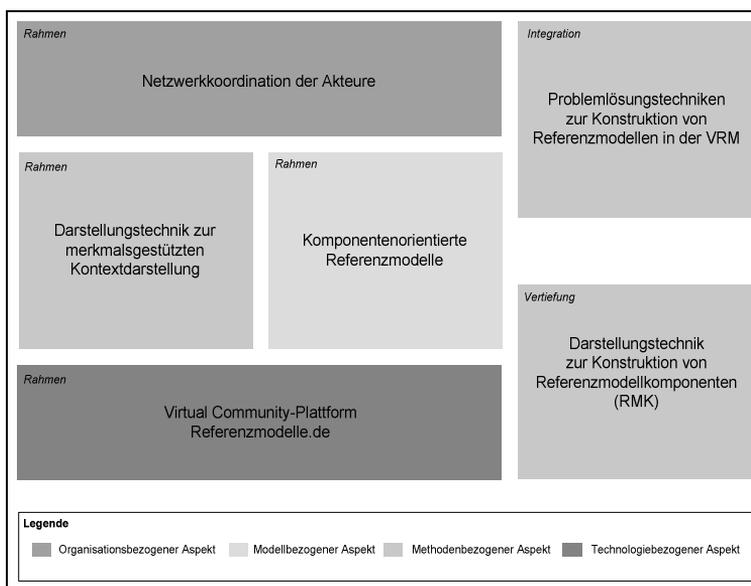


Abb. 65: Gestaltungsaspekte der VRM im konzeptionellen Bezugsrahmen

⁷⁰¹ Das Metamodell wurde in der Sprache des ER-Diagramms erstellt. Es sieht die E-Typen *Modell*, *Modelltyp*, *Deskriptor*, *Deskriptortyp*, *Begriff* und Beziehungstypen zwischen Begriffen vor. Vgl. zum Metamodell GiPP (Ergebnis) (1998). Die Autoren bezeichnen das Modell selbst als Metamodell.

⁷⁰² Zu Virtual Communities vgl. Rheingold, H. (1993), Hagel, J. III, Armstrong, A. G. (1997), S. 57 ff., Schubert, P. (1999), S. 29 sowie die Ausführungen zur Rahmengestaltung des technologiebezogenen Aspekts in Kapitel 5.2.4 dieser Arbeit.

Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass sich Gestaltungsbedarfe auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen stellen. Die Vorgehensweise der Gestaltung unterscheidet daher zwischen der Rahmgestaltung und einer vertiefenden Behandlung von Erweiterungen im methodenbezogenen Aspekt. Die Rahmgestaltung beschreibt die für die VRM grundlegenden Gestaltungsansätze, die den Aufbau des Akteur- und Modellsystems sowie deren methoden- und technologiebezogene Integration betreffen. Zu vertiefen ist die methodenbezogene Umsetzung des im modellbezogenen Aspekt konzipierten Strukturmodells der Referenzmodellkomponente. Schließlich ist die Integration der Gestaltungsbereiche durch Angabe einer Darstellungstechnik vorzunehmen.

Auf Basis der Rahmgestaltung können anschließend differenzierte Anforderungen an die weitere Gestaltung beschrieben werden.

5.2 Rahmgestaltung zur VRM

5.2.1 Netzwerkorganisation des Akteursystems

5.2.1.1 Koordination durch Netzwerke

Zur Koordination verteilter Organisationssysteme wird Netzwerkstrukturen eine besondere Bedeutung beigemessen. In der Organisationstheorie werden sie herkömmlicherweise institutionenökonomisch als eine hybride Koordinationsform zwischen Markt und Hierarchie eingeführt. Ihre Erklärung erfolgt innerhalb der Transaktionskostenökonomie, in der Netzwerken in sämtlichen transaktionskennzeichnenden Merkmalen eine mittlere Ausprägung zugesprochen wird.⁷⁰³ Der Beitrag dieser Ansätze für die *Gestaltung* von Organisationssystemen – sowie zu deren Führung – ist jedoch begrenzt. Neben dem auf die Erklärung von Vertragsgestaltungen ausgerichteten Fokus der Transaktionskostenökonomie schränken insbesondere die engen Prämissen ein.⁷⁰⁴

Zunehmend viele Arbeiten lösen sich daher von der Transaktionskostenökonomie zur Erklärung von Netzwerken und führen sie als eine eigenständige Koordinationsform ein.⁷⁰⁵ Hinsichtlich des Begriffs des Netzwerks besteht dabei weitgehend Einigkeit.

⁷⁰³ Vgl. Coase, R. H. (1937), Williamson, O. E. (1990), S. 1 ff., Williamson, O. E. (1991), S. 280. Als Merkmale werden bei WILLIAMSON die Anreizintensität, die administrativen Kontrollmöglichkeiten, die autonome Adaption, die kooperative beiderseitige Adaption und die Vertragsbeziehungen angewendet. Vgl. Williamson, O. E. (1991), S. 281. In weiteren Arbeiten werden auch andere Merkmalsstrukturen verwendet. Vereinfachend findet sich eine Dreiteilung, nach der das Ausmaß der transaktionsspezifischen Investition (Asset Specificity), die Unsicherheit und Komplexität (Uncertainty and Complexity) sowie die Häufigkeit und Dauer (Frequency and Duration) unterschieden wird. Stellenweise werden die Schwierigkeit der Leistungsfeststellung (Difficulty of Performance Measurement) und der Zusammenhang mit anderen Transaktionen (Connectedness to other Transactions) hinzugefügt. Vgl. Milgrom, P., Roberts, J. (1992), S. 30-33. Als maßgeblich für die Wahl der Koordinationsform werden die Transaktionskosten angesehen, vgl. Picot, A., Reichwald, R., Wiegand, R. T. (2001), S. 270.

⁷⁰⁴ Kritisiert wird maßgeblich die mangelnde Berücksichtigung von Vertrauen sowie sozialer und normativ-kultureller Bedingungen ökonomischen Handelns. Zu weiteren Kritikpunkten vgl. zusammenfassend Klein, S. (1996), S. 83 f. und die dort zitierte Literatur.

⁷⁰⁵ Vgl. auch Klein, S. (1996), S. 90 ff., Picot, A., Reichwald, R. (1994), S. 567. Betont werden die Arbeiten von HÅKANSSON, SYDOW und KLEIN, da mit ihnen vergleichsweise umfassende und abgeschlossene Ausarbeitungen vorliegen, vgl. Håkansson, H. (1989), Sydow, J. (1992), Klein, S. (1996) und die aus diesen Arbeiten im Folgenden referenzierten Stellen. Hinweise auf die Interpretation von Netzwerken als eigenständige Organisationen finden sich auch an anderer Stelle, vgl. Powell, W. W. (1990), S. 303 ff.

Ein Netzwerk kennzeichnet eine Koordinationsform, in der selbstständige Akteure zur Erreichung gemeinsamer Ziele untereinander Kopplungsbeziehungen eingehen.⁷⁰⁶

Netzwerke beschreiben somit im Wesentlichen Austauschbeziehungen zwischen einem aus Akteuren gebildeten verteilten System. Unabhängig vom Netzwerk verfügt jeder Akteur⁷⁰⁷ über ein individuelles Zielsystem, gegenüber dem er sein Handeln ausrichtet. Ein Akteur beteiligt sich demnach an einem Netzwerk, sofern er durch die potenziellen Austauschbeziehungen einen höheren individuellen Zielerreichungsgrad erwartet. Hierzu ist er bereit, freiwillig seine Eigenständigkeit zu beschränken. Zumeist werden *Unternehmensnetzwerke*⁷⁰⁸ betrachtet, die als spezielle Netzwerke für wirtschaftliche Austauschbeziehungen, rechtliche Selbstständigkeit und Unternehmen als Einheiten konzipiert werden, die auf die Stärkung ihrer Wettbewerbsfähigkeit zielen.⁷⁰⁹

Die in Netzwerken stattfindenden Mechanismen werden unterschiedlich erklärt: HÅKANSSON konkretisiert die Innenstruktur eines Netzwerks, indem er Akteure, Ressourcen und Aktivitäten als Elemente identifiziert und grundlegende Beziehungen zwischen diesen beschreibt.⁷¹⁰ SYDOW betont den Aspekt des kollektiven strategischen Managements in den für Netzwerke typischen dialektischen Beziehungen zwischen Autonomie zu Interdependenz, Kooperation und Konkurrenz, Reziprozität und Stabilität sowie Innen- und Außenbindung.⁷¹¹ Weitere Arbeiten fokussieren insbesondere auf Ansätze zur Klassifizierung von Netzwerktypen.⁷¹² Einen Beitrag zur systematischen *Erklärung* der in Netzwerken stattfindenden Koordinationsmechanismen liefert KLEIN.⁷¹³ Der mit seinem Ansatz erreichte hohe Erklärungsbeitrag der Funktionsweise von Netzwerken kommt insbesondere der im organisationsbezogenen Aspekt zu leistenden Gestaltungsaufgabe zugute. KLEIN schlägt einen *sozioökonomischen* Ansatz vor, der als Strukturmuster das *AGIL-Schema*⁷¹⁴

⁷⁰⁶ In diesem allgemeinen Netzwerkbegriff werden Begriffsmerkmale zusammengefasst, die als etabliert einzustufen sind. Um besondere Eigenschaften von Netzwerken hervorzuheben, kann der Begriff aus speziellen Blickrichtungen konkretisiert werden. So resultiert aus der Eigenständigkeit der Akteure einerseits sowie deren Kopplung gegenüber einem gemeinsamen Zielsystem andererseits eine interdependente Beziehung zwischen den Akteuren. Zum Begriff der *Interdependenz* vgl. z. B. Adam, D. (1996), S. 186-191. Die gemeinsame Zielerreichung erfordert die Kooperation zwischen den Akteuren. Aspekte der Interdependenz sowie die Kooperation finden z. B. im Netzwerkbegriff von KLEIN Eingang. Vgl. Klein, S. (1996), S. 100. Zu weiteren Netzwerkbegriffen vgl. Mitchells, J. C. (1969), S. 2, Sydow, J. (1992), S. 61 ff., Jarillo, J. C. (1993), S. 97 ff.

⁷⁰⁷ Zu dem zugrunde liegenden Akteurbegriff vgl. Kapitel 3.3.5 dieser Arbeit.

⁷⁰⁸ Während in der angloamerikanischen Literatur insbesondere die Bezeichnung des *Networks* synonym zum *Corporate* oder *Business Network* verwendet wird, vgl. Webster, F. E. (1992), S. 5, Forsgren, M., Johanson, J. (1992), S. 5 f., differenziert die deutschsprachige Literatur den speziellen Begriff des *Unternehmensnetzwerks*. Da im Folgenden nicht nur Unternehmen als Beteiligte im Netzwerk vorzusehen sind, wird hier eine Generalisierung vorgenommen

⁷⁰⁹ Vgl. Klein, S. (1996), S. 88 sowie die dort gegebene Übersicht zu Definitionen für Unternehmensnetzwerke von RORSGREN/JOHANSON, GRANDORI/SODA, NOHRIA/ECCLES, SYDOW, SYDOW/WINDELER und WEBSTER. Vgl. auch Håkansson, H. (1989), S. 15 f., Semlinger, K. (1993), S. 347.

⁷¹⁰ Vgl. Håkansson, H. (1989), S. 16 ff.

⁷¹¹ Vgl. Sydow, J. (1992), S. 78 ff. Vgl. in diesem Sinne auch Clemons, E. K., Reddi, S. P. (1993), S. 809, Borys, B., Jemison, D. B. (1989), S. 235.

⁷¹² Klassifizierungen werden z. B. hinsichtlich verschiedener Berechtigungs- oder Kommunikationsstrukturen sowie Branchen vorgenommen. Vgl. Håkansson, H. (1987), S. 97 ff., Backhaus, K., Meyer, M. (1993), S. 332, Powell, W. W. (1990), S. 305, Bronder, C., Pritzel, R. (1991), S. 46, Kubli, R. (1990), S. 71 ff., Kiesel, B., Klink, J. (1998), S. 19, Wildemann, H. (1997), S. 423 ff., Dowling, M., Lechner, C. (1998), S. 88 ff.

⁷¹³ Vgl. Klein, S. (1996), S. 134 ff.

⁷¹⁴ Das AGIL-Schema geht auf PARSONS/SMELSER zurück. Es beschreibt die generischen Funktionen *Adaption*, *Goal Attainment*, *Integration* und *Latent pattern maintenance*, die zusammen die Funktions- und Anpassungsfähigkeit sozialer Systeme sichern. KLEIN verwendet es in der von MÜNCH modifizierte Form. Vgl. Klein, S. (1996), S. 93 ff. und die dort zitierte Literatur.

nutzt und dieses hinsichtlich seiner generischen Funktionen auf mehreren Abstraktionsebenen anwendet. Das Schema wird in Abb. 66 dargestellt und im Folgenden zur Erklärung der für die Gestaltung des Akteursystems relevanten Zusammenhänge verwendet.

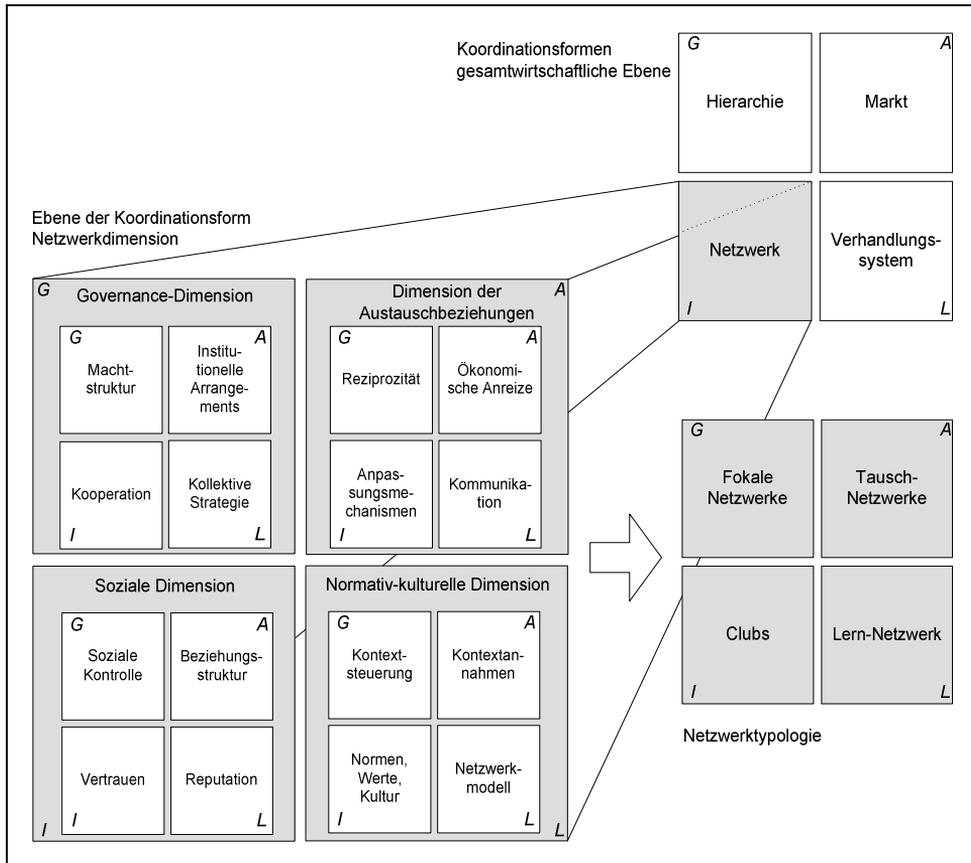


Abb. 66: Merkmale der Koordinationsform des Netzwerks im AGIL-Schema⁷¹⁵

Das AGIL-Schema dient der Differenzierung des Netzwerks gegenüber anderen Koordinationsformen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene, der Erklärung von Funktionsmechanismen von Netzwerken anhand von Netzwerkdimensionen sowie der Unterscheidung alternativer Typen von Netzwerken.

Differenzierung von Netzwerken auf gesamtwirtschaftlicher Ebene

Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene werden idealtypische Koordinationsformen zu speziellen Funktionen des Schemas identifiziert und so das *Netzwerk* gegenüber der *Hierarchie*, dem *Markt* und dem *Verhandlungssystem* abgegrenzt. Die Koordinationsform des Marktes fördert die Anpassungsfähigkeit (adaption), bei der einzelne Teilnehmer Bindungen lediglich für atomistische Transaktionen in Tauschbeziehungen eingehen. Hierarchien unterstützen die arbeitsteilige Zielerreichung (goal attainment), wozu die Beziehungen durch

⁷¹⁵ Klein, S. (1996), S. 135. Bei KLEIN werden die Koordinationsformen ihrerseits als Element eines umfassenden Koordinationsbezugsrahmens eingebettet. Zum Koordinationsbezugsrahmen vgl. Klein, S. (1996), S. 181-216. Zur Vorstellung der Merkmale vgl. im Folgenden S. 93-133.

Abhängigkeit, Machtausübung und dauerhafte Verträge gekennzeichnet sind. Zum Erhalt latenter Strukturmuster (latent pattern maintenance) – insbesondere hinsichtlich der Übereinstimmung individueller und systembezogener Werte und Normen – dienen Verhandlungssysteme.⁷¹⁶ Netzwerke hingegen bezeichnen kooperative Koordinationsformen zwischen autonomen, aber interdependenten (Organisations-)Einheiten, die im Wesentlichen auf sozialgestützten Mechanismen der Koordination und Integration basieren und durch Wechselseitigkeit (Reziprozität) gekennzeichnet sind (Integration).⁷¹⁷

Erklärung von Netzwerkdimensionen

Die wiederholte Anwendung des AGIL-Schemas auf die Koordinationsform des Netzwerks zeigt relevante Netzwerkdimensionen auf, deren Zusammenwirken die Funktionsweise der Koordinationsform erklärt. Durch die Struktur des AGIL-Schemas findet sich der Charakter einzelner Koordinationsformen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene auch in den Dimensionen des Netzwerks wieder. Unterschieden werden die Dimension der *Austauschbeziehungen* sowie eine *Governance*-, eine *soziale* und eine *normativ-kulturelle Dimension*.

Austauschbeziehungen: Die Austauschbeziehungen repräsentieren *wirtschaftliche* Abstimmungsmechanismen im Netzwerk (adaption). Ihr Zustandekommen selbst erfolgt durch ökonomische Anreize, deren Attraktion neben Skaleneffekten insbesondere durch Netzwerkeexternalitäten erhöht wird.⁷¹⁸ Sie begründen sich maßgeblich im Phänomen exponentieller Nutzensteigerung, durch das mit Erreichen einer kritischen Masse überproportionale Attraktivitätszuwächse erzielt werden. Zur Integration sind Anpassungsmechanismen vorzusehen, die eine lose Kopplung der Organisationseinheiten ermöglichen. Typisch sind Modularisierungen und Standardisierungen, durch die eine Reduktion – neben Transaktionskosten insbesondere von Wechselkosten (transition costs) – geboten wird. Die Erhaltung von Strukturen erfolgt durch die in Netzwerken zu schaffende Kommunikationsbasis.

Governance-Dimension: In der Governance-Dimension ist die Zielerreichung des Netzwerks zu sichern, wozu Koordinations- und Kontrollmechanismen vorzusehen sind (goal attainments). Zustandekommen und Anpassung der Beziehungen folgen Vertragsformen und institutionellen Arrangements. Das grundsätzlich gegebene Problem der unvollständigen Vertragsregelung verstärkt sich durch die Unvorhersehbarkeit zukünftiger Anforderungen (non-contractible issues).⁷¹⁹ Verwendet werden Verträge, deren Verpflichtungen am Geist und nicht am Wortlaut des Vertrags ansetzen, sodass auch unvorhergesehene Situa-

⁷¹⁶ Die eher unübliche Aufnahme von Verhandlungssystemen als Koordinationsformen argumentiert KLEIN mit der zunehmenden Verflechtung politischer und wirtschaftlicher Gestaltungsaspekte. Vgl. Klein, S. (1996), S. 100. Zudem ist zu beachten, dass – wenn auch das Vorkommen reiner Verhandlungssysteme eher unüblich ist – ihre Bedeutung als Idealtyp damit ungenommen ist. Bei Institutionalisierungen werden Verhandlungssysteme somit zumeist in andere Koordinationsformen eingebunden.

⁷¹⁷ Vgl. Klein, S. (1996), S. 100, der im Kontext seiner Untersuchung von Unternehmen als Einheiten ausgeht. Da mit dieser Arbeit aber nicht nur eine unternehmensbezogene Betrachtung anzustellen ist, wird der Begriff hier entsprechend auf (Organisations-)Einheiten verallgemeinert.

⁷¹⁸ Zu Netzwerkeffekten vgl. Liebowitz, S. J., Margolis, S. E. (1994), Katz, M. L., Shapiro, C. (1985), S. 424, Katz, M. L., Shapiro, C. (1986), S. 824, Besen, S. M., Farrell, J. (1994), S. 118. Exponentielle Nutzensteigerung ist gegeben, wenn durch die Teilnahme einer Netzwerkeinheit zusätzlicher Nutzen für alle anderen Netzwerkeinheiten gestiftet wird. Der Nutzen steigt dann exponentiell mit der Anzahl an Netzwerkeinheiten. Mit jedem neuen Element steigt die Attraktivität der Teilnahme am Netzwerk, durch die wiederum dessen Nutzenpotenzial und damit die Attraktivität der Teilnahme für andere erhöht wird. Die *kritische Masse* ist erreicht, sobald die Anzahl Einheiten ausreicht, um eine subjektiv wahrgenommene zunehmende Anzahl an Teilnehmern zu gewinnen. Zum Phänomen der kritischen Masse im Internet vgl. auch Grob, H. L., Bielezke, S. (1998), S. 66 ff. Zu Rationalisierungseffekten vgl. auch Kubicek, H., Klein, S. (1994), S. 94 ff.

⁷¹⁹ Zur Vertragsgestaltung in Austauschbeziehungen vgl. auch McNeil, I. R. (1978), S. 886 ff.

onen durch adäquate Interpretation erschlossen werden können (relationale oder neoklassische Verträge). Zur Zielverfolgung existieren auch in Netzwerken Machtstrukturen, die allerdings nicht starr sind, sondern sich durch Wechselwirkungen sowohl zeitlich als auch im situativen Kontext verändern können. Aufgrund der losen Kopplung wird die Führung in diesen hierarchischen Strukturen weniger durch autoritäre Machtausübung als vielmehr durch Einflussnahme vollzogen, die sich nicht auf Abhängigkeit, sondern maßgeblich auf Kompetenz und Konsens gründet und beratende kooperative Beziehungen konstituiert.⁷²⁰ Die Integration erfolgt durch die Kooperation, für die Spannungen typisch sind, die zwischen kongruenten und konfliktären Interessen und zwischen der Verfolgung gemeinsamer und individueller Ziele bestehen.⁷²¹ Zur Strukturhaltung dienen kollektive Strategien, in denen individuelle Strategien aufeinander abgestimmt werden.

Soziale Dimension: Ein besonderes Phänomen der Koordination in Netzwerken ist die Integration durch soziale Beziehungen, die in der sozialen Dimension berücksichtigt wird. Grundlage ist eine Beziehungsstruktur, die durch persönliche Bindungen der Akteure eine besondere Form der Sicherheit für den Auf- und Ausbau der Austauschbeziehungen schafft. Als kennzeichnende Merkmale der Beziehungen werden ein kritisches Maß an Souveränität sowie die Freiwilligkeit und Sichtbarkeit der Teilnahme hervorgehoben.⁷²² Die Strukturierung der Beziehungen erfolgt multikriteriell auf unterschiedlichen Netzwerkebenen (Multiplexität).⁷²³ Auch in sozialer Hinsicht findet eine Zielausrichtung statt, die durch soziale Kontrolle geleistet wird. Neben permanenter latenter gegenseitiger Beobachtung besteht die Option (bzw. das Risiko) der fallweisen Veröffentlichung individuellen Sozialverhaltens. Auf der Grundlage gemeinsamer Erfahrungen früherer Austauschbeziehungen bilden sich Beziehungen heraus, in denen wechselseitiges Vertrauen besteht, das die Abstimmung erleichtert und sich insbesondere in Beziehungen als vorteilhaft erweist, die einer vertraglichen Fixierung schwer zugänglich sind.⁷²⁴ Eine stabilisierende Wirkung hat die Reputation einzelner Akteure im Netzwerk, die als subjektives Werturteil entsteht, das sich Akteure voneinander bilden. Während die Reputation kollektiv gebildet wird, dient sie einzelnen Akteuren zugleich als Maß zur Erreichung individueller Ziele, sodass von ihr ein Anreiz für gemeinnütziges Verhalten ausgeht.⁷²⁵

Normativ-kulturellen Dimension: Die Stabilisierung des Netzwerks erfolgt durch gemeinsame Annahmen, die in der normativ-kulturellen Dimension betrachtet werden (latent pattern maintenance). Hinsichtlich der Anpassung werden Kontextannahmen über die

⁷²⁰ Vgl. Klein, S. (1996), S. 109 und die dort zitierte Literatur. Zu einer empirischen Analyse von Governance-Strukturen für Dienste, die auf das Problem der unvollständigen Vertragsgestaltung treffen, vgl. Bréchemier, D., Saussier, S. (1999).

⁷²¹ Diese Spannungen führen zu spieltheoretischen Entscheidungssituationen. Zu nennen sind das sog. Gefangenendilemma, nach dem bei dauerhafter Wiederholung eine „Wie-du-mir-so-ich-dir“-Strategie („Tit-for-Tat“) vorteilhaft ist. Vgl. Axelrod, R. (1984), S. 54, Frank, R. H. (1987), S. 593 ff., Ockenfels, P. (1993), S. 567 ff. Das Gefangenendilemma formalisiert den Konflikt zweier Individuen zwischen gegenseitiger Kooperation und/oder egoistischer Wahrnehmung eigener Vorteile. Zu weiteren spieltheoretischen Phänomenen vgl. Klein, S. (1996), S. 110 f.

⁷²² Die Souveränität wird auch als *Autonomie* bezeichnet. Da jedoch faktisch gewisse (Mindest-)Abhängigkeiten bestehen, wird hier der Begriff der *Souveränität* favorisiert. Vgl. in diesem Sinne auch Klein, S. (1996), S. 114. Die Freiwilligkeit schließt die Selbstverpflichtung mit ein, die Sichtbarkeit die auch öffentliche Bekennung zum Netzwerk im Außenverhältnis. Zu Merkmalen vgl. Miles, R. E., Snow, C. C. (1992), S. 69, Klein, S. (1996), S. 113, der zudem auf die Verwendung der aus der soziologischen Netzwerkanalyse bekannten Dimensionen hinweist.

⁷²³ Vgl. Sydow, J. (1992), S. 28, Klein, S. (1996), S. 113.

⁷²⁴ Zu berücksichtigen ist die Variabilität des Vertrauens, die von mehreren Einflussfaktoren abhängt, wie z. B. Dauer und Intensität der Beziehung, aber auch persönlichkeitspezifische Charaktermerkmale. Vgl. auch Klein, S. (1996), S. 115 und die dort zitierte Literatur.

⁷²⁵ Die Beurteilung legt insbesondere auch die Historie des Verhaltens eines Partners zugrunde. Die Anreizwirkung beinhaltet auch die Prävention opportunistischen Verhaltens. Vgl. Klein, S. (1996) und die dort zitierte Literatur.

Umwelt abgestimmt, mit denen die Positionierung des Netzwerks im Außenverhältnis geprägt wird. Ausschlaggebend für die Anpassungsprozesse sind z. B. Interessen, Orientierungen sowie Anreiz-Beitrags-Erwartungen.⁷²⁶ Da sich die Systeme im Innen- und Außenverhältnis wandeln, sind selbstreflektierende Anpassungsprozesse vorzusehen, die der Kontextsteuerung dienen. Als integrierende Basis dienen geteilte Normen und Werte sowie gemeinsame Kultur.⁷²⁷ Die Festigung der normativ-kulturellen Koordinationsmechanismen führt zur Etablierung gemeinsamer (mentaler) Modelle, die das *Netzwerkmodell* konstituieren.⁷²⁸

Für die *Gestaltung* von Netzwerken zeigen die Dimensionen relevante Konstruktionsbereiche auf. Sie sind für spezifische Zielsetzungen und Kontextfaktoren zu konfigurieren, wozu sowohl sachliche als auch zeitliche Abstimmungen im Innen- und Außenverhältnis vorzunehmen sind. Aufgrund der für Netzwerke typischen Dialektik sind die Wirkungsbeziehungen einzelner Gestaltungsparameter interdependent sowie bereichsweise auch konfliktär.⁷²⁹

Differenzierung von Netzwerktypen

Einzelne Konfigurationen können anhand von Netzwerktypen differenziert werden. So unterscheidet KLEIN je nach Dominanz einer Netzwerkdimension vier Grundtypen, die auch hybrid auftreten:⁷³⁰

- (1) **Tauschnetzwerke** werden durch die Austauschbeziehung zwischen den Akteuren konstituiert. Gegenüber der Koordinationsform des Marktes bieten sie eine stabilisierende Verbindung in Fällen problematischer Partner- oder Preisfindung sowie langlebiger Transaktionsbeziehungen.
- (2) **Fokale Netze** sind durch Machtverhältnisse geprägt, in denen eine Organisation in der Mitte ihre Partner in eine „enge, wohl-koordinierte Beziehung“⁷³¹ bindet.
- (3) **Clubs** hingegen zeichnen sich durch einen möglichst gleichberechtigten Zusammenschluss mit dem Ziel der gemeinsamen Nutzung komplementärer Ressourcen (pooled interdependence) aus. Zur Komplexitätsreduktion konzentrieren sie sich auf dezidierte Interessen und sind gegenüber Dritten zugangsreguliert.
- (4) **Lernnetzwerke** nehmen eine Sonderposition ein, da sie nicht eindeutig einer Netzwerkdimension zuzuordnen sind. Kennzeichnend ist der Austausch von Wissen sowie die Durchführung von Lernprozessen. Sie werden meist projektorientiert eingerichtet, weisen dann aber durch den Wissensaustausch eine hohe Bindungsintensität und -intimität auf.⁷³²

⁷²⁶ Den erforderlichen Abstimmungsprozessen ist die hier mit der konstruktionsprozessorientierten Interpretation des Modellbegriffs thematisierte Subjektivität der Wahrnehmung immanent. Demnach sind über sprachliche Einigungen hinaus gemeinsame Interpretationen der Umwelt zu entwickeln. Vgl. Klein, S. (1996), S. 117.

⁷²⁷ Kulturen werden in diesem Zusammenhang auch netzwerkspezifisch ausgeprägt. Arbeiten zu Kulturen in der Organisationsgestaltung können analog übertragen werden. Vgl. Klein, S. (1996), S. 118.

⁷²⁸ Die koordinierende Funktion gemeinsamer mentaler Modelle ist in der Organisationsgestaltung etabliert. In Spezialbetrachtungen, z. B. zur lernenden Organisation, werden sie besonders herausgestellt. Vgl. Argyris, C., Schön, D. A. (1978), S. 10 f., Senge, P. M. (1990), S. 14 f., Kim, D. H. (1993), S. 43 ff.

⁷²⁹ Zu Interdependenzen, Interpenetrationen und Entwicklungsaspekten von Netzwerken vgl. Klein, S. (1996), S. 120 ff. Die Defekte stellen sich analog in Bezug auf die Lenkung von Netzwerken, für die KLEIN dimensionsspezifische Ansätze des Managements dialektischer Strukturen vorstellt. Vgl. Klein, S. (1996), S. 251 ff.

⁷³⁰ Vgl. Klein, S. (1996), S. 125-133 und die dort zitierte Literatur.

⁷³¹ Klein, S. (1996), S. 129.

⁷³² Lernnetzwerke sind im Bereich des Computer Assisted Learning + Computer Assisted Teaching (CAL+CAT) von zunehmender Bedeutung. Vgl. vom Brocke, J. (2001), S. 149 ff., Grob, H. L., vom Brocke, J. (2002), Ferstl, O. K., Schnitz, K. (2001), S. 19-21, Pawlowski, J. M., Adelsberger, H. H. (2001), S. 65-68.

Für die Rahmengestaltung der VRM hinsichtlich des organisationsbezogenen Gestaltungsbereichs von Konstruktionsprozessen ist zu untersuchen, inwiefern die Koordination im verteilten Akteursystem durch Netzwerke erfolgen kann.

5.2.1.2 Netzwerkkoordination der Akteure in der VRM

Die Koordinationsform des Netzwerks bietet einen organisatorischen Rahmen, in dem es möglich wird, die teilweise entgegengesetzten Anforderungen an Flexibilität und Stabilität im organisationsbezogenen Aspekt in Einklang zu bringen. Zur Konfiguration sind besondere Wirkungen der Koordinationsform auf die Effektivität und Effizienz der Konstruktion von Referenzmodellen zu berücksichtigen. Festzustellen sind sowohl besondere Potenziale als auch Risiken, sodass in der Gestaltung die Potenziale auszunutzen und zugleich Maßnahmen zur Beherrschung der Risiken vorzusehen sind. Beide Gestaltungsaspekte sind im Folgenden zu untersuchen. Anschließend kann eine Charakterisierung von Netzwerken für die VRM erfolgen.

Nutzung von Potenzialen für die Konstruktion von Referenzmodellen

Die Netzwerkkoordination schafft ein günstiges Umfeld für Konstruktionsprozesse, durch das neben Skaleneffekten in Bezug auf die Effizienz auch positive Wirkungen auf die Effektivität der Konstruktionsprozesse realisiert werden können. Sie betreffen Aspekte der Erkenntnisgewinnung, der erkenntnisgeleiteten Evolution, des Subjektivitätsmanagements und der Innovationsdynamik von Konstruktionsleistung. Die einzelnen Wirkungsbeziehungen sind im Folgenden auszuführen.

Erkenntnisgewinnung: Die Organisationsform des Netzwerks begünstigt die gemeinsame Erkenntnisgewinnung. Die Austauschbeziehungen in Netzwerken bieten hierzu die Grundlage für individuelle kreative Eigenleistungen bei gleichzeitig stattfindenden Lernprozessen. Der Aufbau sozialer und normativ-kultureller Beziehungen begünstigt die Entwicklung gemeinsamer *Vorstellungswelten*, die für die Bildung und den Austausch von Erkenntnissen erforderlich sind.⁷³³ Unterstützt werden die Prozesse durch die verteilte Verfügbarkeit von Modellen sowie das Know-how latent verbundener Akteure, die sich auch prozessrelational beteiligen (z. B. Experten).

Erkenntnisgeleitete Evolution: Netzwerke liefern den organisatorischen Rahmen einer erkenntnisgeleiteten Evolution der Referenzmodelle. Möglich wird eine solche Entwicklung dadurch, dass die Führung des Netzwerks (governance) des Verbunds maßgeblich nach dem Prinzip der Einflussnahme erfolgt. Die Möglichkeiten zur Einflussnahme sind im System der VRM in hohem Maße an die Reputation gebunden, wodurch gerade *die* Akteure einen großen Einfluss nehmen, deren Beiträgen von anderen Akteuren ein hoher Wert beigemessen wird. Somit erfolgt die Ausrichtung des Systems erkenntnisgeleitet, wodurch insbesondere die Qualität der Modelle gefördert werden kann („follow the smart“). Die Entwicklung in Richtung der Kompetenz bezieht sich sowohl auf den Einfluss der Akteure als auch auf die Beachtung und Verwendung einzelner Referenzmodelle.

Subjektivitätsmanagement: Die in Netzwerken gegebene Form der intersubjektiven Abstimmung bietet einen wirkungsvollen Ansatz zum Subjektivitätsmanagement. Maßgeblich ist hierzu die Koordination in der normativ-kulturellen Dimension, in der auf Basis gemeinsamer Normen und Werte sowie kultureller Vorstellungen verhandelte Kontextannahmen getroffen und durch eine Kontextsteuerung angepasst werden. Damit wird be-

⁷³³ So wird auch in der Literatur Netzwerken gegenüber Märkten ein besonderes Potenzial zum Austausch von Know-how zugesprochen. Vgl. Powell, W. W. (1990), S. 324.

rücksichtigt, dass zwar das *Ergebnis* der Wahrnehmung subjektsspezifisch ist, nicht aber auch ihr *Zustandekommen* vollständig subjektsspezifisch variieren muss. Vielmehr lassen sich Abstufungen von Einflussfaktoren identifizieren, in denen etwa zunächst die (a) subjekttypspezifischen Wahrnehmungsfähigkeiten, dann die (b) intersubjektiven Wahrnehmungsstandards, dann das (c) subjektsspezifische Wahrnehmungspotenzial und schließlich auch die (d) Kontextfaktoren der aktuellen Wahrnehmungssituation wirken. Während Ebene (a) kaum zu beeinflussen ist, fördern die beschriebenen Koordinationsmechanismen in Netzwerken bereits die Bildung gemeinsamer mentaler Modelle auf Ebene (b). Damit wird zugleich das Abweichungspotenzial auf den ansonsten schwer zugänglichen Folgeebenen (c) und (d) reduziert.

Innovationsdynamik: Die für Netzwerke typischen Formen der Vertragsgestaltung schaffen eine Arbeitsgrundlage, die sich positiv auf Kreativität und Flexibilität der Konstruktionen auswirkt. So lebt die Steigerung der Modellqualität in der VRM von dem möglichst regen Austausch zwischen Akteuren, der durch Ansätze zur Formalisierung von Verträgen gestört würde: Es wäre eine große Anzahl an Verträgen zu schließen, in denen jeder einzelne auf Probleme der Formalisierung von Aussagen über Modellinhalte trifft. Die vergleichsweise hohen vertraglichen Freiheitsgrade in Netzwerken⁷³⁴ erweisen sich hier in mehrfacher Hinsicht als günstig. So werden in kooperativen Konstruktionsvorhaben Vereinbarungen durch gemeinsame Intentionen und mentale Modelle und in gegenseitigem Vertrauen sowie interaktiver Abstimmung erbracht. Gemeinsame Erfahrungen sowie die soziale Kontrolle und die Wirkung der Reputation erhöhen die Sicherheit. Bei darüber hinausgehendem Formalisierungsbedarf erleichtern relationale Verträge die Spezifikation, indem etwa der Modellzweck – weniger hingegen anzufertigende Inhalte oder Darstellungen – vereinbart wird.⁷³⁵

Behandlung von Risiken für die Konstruktion von Referenzmodellen

Durch die Abstimmungsprozesse in den Netzwerkdimensionen ist der Entwicklung des Organisations- und Modellsystems eine gewisse Eigendynamik immanent. Obwohl das Netzwerk im Allgemeinen stabilisierende Effekte aufweist, von denen einige im System der VRM auch positive Wirkungen auf die Modellqualität ausüben, sind zusätzliche Maßnahmen vorzusehen, mit denen die Funktionsfähigkeit des Netzwerks im System der VRM gesichert wird. Hierzu sind Gestaltungen vorzusehen, die der Komplexitätsbeherrschung, der Qualitätssicherung sowie der Schaffung adäquater Anreize dienen.

Komplexitätsmanagement: Aufgrund der potenziellen Vielzahl vernetzter Akteure und Modelle sowie deren evolutionären Weiterentwicklung werden Maßnahmen zum Komplexitätsmanagement benötigt. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die Akteure zwar das gemeinsame Interesse an Referenzmodellen verbindet, sie jedoch jeweils individuelle Interessenprofile besitzen. Grundlegende Unterschiede bestehen z. B. hinsichtlich der Gegenstandsbereiche der Modelle (z. B. Handelsunternehmen, Hochschulverwaltungen) sowie der jeweils verfolgten Zwecke (z. B. Programmierung einer E-Shop-Plattform, Personalentwicklung). Einzelne Akteure konzentrieren ihr Engagement somit auf lokale Teilbereiche des Gesamtsystems, in denen sich perspektivenspezifische Segmente mit *eigenen* Koordinationsmechanismen entwickeln, die insbesondere auch soziale und normativ-kulturelle Grundhaltungen betreffen. Sofern eine adäquate Kommunikationsplattform gegeben ist, entstehen derartige Segmente der VRM dynamisch. Unterstützt werden

⁷³⁴ So dürfte z. B. die Beteiligung von Fachexperten zur Prozessbegleitung oder auch die situative Involvierung von Konstrukteuren erst durch losere Formen des Zusammenschlusses machbar erscheinen.

⁷³⁵ Vgl. hierzu das Open-Source-Lizenzmodell der GPL (GNU General Public License), z. B. bei Sandred, J. (2001), S. 26-29.

kann sie durch organisatorische Maßnahmen, die etwa die Einrichtung segmentspezifischer Projektgruppen oder Koordinationsstellen betreffen können.

Qualitätsmanagement: Die lose Kopplung der Akteure, die Modelle jeweils eigenständig konstruieren können, erfordert Mechanismen zum Qualitätsmanagement. So bietet eine hohe Quantität an Modellen zunächst nur ein Erkenntnispotenzial, das Bewertungen und Selektionen zu unterziehen ist. Grundlegende qualitätssichernde Einflüsse gehen von den allgemeinen Koordinationsmechanismen des Netzwerks aus. Hervorzuheben sind insbesondere die modellbezogene Kommunikation sowie die Entwicklung gemeinsamer Vorstellungswelten und Anreizmechanismen der Reputation. Die Effizienz der Koordinationsprozesse kann gesteigert werden, wenn organisatorisch gezielte qualitätssichernde Maßnahmen vorgesehen werden. Derartige Maßnahmen sind segmentspezifisch zu konzipieren und können in der Einrichtung von Gutachtergremien bestehen. Ein verteiltes Begutachtungsverfahren kann darin bestehen, dass Modelle von Akteuren explizit bewertet werden und die Entscheidung über das Forum der Veröffentlichung nach Maßgabe der durchschnittlich erreichten Bewertungsergebnisse getroffen wird.

Anreizmanagement: Um die Akteure zur Teilnahme am Netzwerkverbund zu bewegen, sind *Anreizsysteme* notwendig.⁷³⁶ So gibt insbesondere der mit der Konstruktion verbundene hohe Aufwand Anlass zur Frage, ob Konstrukteure bereit sind, ihre Modelle in das Netzwerk einzubringen. Aufgrund fehlender institutionalisierter Verpflichtungen ist ebenso fraglich, ob sich Konstrukteure und Nutzer am Diskurs beteiligen und damit Wissen in Konstruktionen preisgeben, von denen andere Akteure profitieren. Insgesamt ist somit davon auszugehen, dass auch die Akteure im System der VRM opportunistisch handeln und – zumindest langfristig – auf ein positives Anreiz-Beitrags-Verhältnis bedacht sind.⁷³⁷

Durch die Konzeption der VRM wird zwar ein Anreiz-Beitrags-Gleichgewicht begünstigt, in dem sämtliche Akteure rollenspezifische Interessen an der Partizipation am verteilten Modellbestand besitzen, für den praktischen Einsatz sollten jedoch zusätzlich gezielte Anreizsysteme gestaltet werden. Bei der Entwicklung derartiger Systeme sind segmentspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen. Im wissenschaftlichen Kontext der Referenzmodellierung können hierzu Mechanismen der sozialen Netzwerkdimension in die Gestaltung einbezogen werden. So geht von der *Reputation* ein besonders starker Anreiz aus,⁷³⁸ da sie zugleich als Mittel zur Erreichung individueller Ziele dient. Ergänzend wirken wahrgenommene Verpflichtungen aus Beziehungsstrukturen und der sozialen Kontrolle. Das wirtschaftliche Potenzial von Referenzmodellen bekräftigt, dass schließlich auch die Aufnahme monetärer Anreize zu erwägen ist. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in praktischen Anwendungen des Systems der VRM auch Gestaltungen für geschlossene Gruppen von Akteuren vorgenommen werden können, wie z. B. organisierte Kooperationen zwischen Anbietern von Standardsoftware und deren Nutzern. Hier können Anreize durch Vereinbarung spezieller Konditionen geschaffen werden.

Charakterisierung von Netzwerktypen für die VRM

Die Gestaltung geschlossener Akteursysteme zeigt bereits, dass das als Idealtyp eingeführte System der VRM in der praktischen Anwendung in verschiedenen Ausprägungen auftreten kann. Zur Kennzeichnung möglicher Konfigurationen sind Netzwerke für die VRM auf Grundlage der beschriebenen Netzwerktypen zu charakterisieren. Schließlich sind

⁷³⁶ Zu Anreizsystemen vgl. Frese, E. (2000), S. 19, Ackermann, K.-F. (1974), Sp. 156-163.

⁷³⁷ Die Anreiz-Beitrags-Theorie ist im organisationsbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Konstruktionsprozessgestaltung vorgestellt worden. Vgl. Fn. 343.

⁷³⁸ Zur Verwendung der Reputation im Kontext der Auswahl von Partnern vgl. Larson, A. (1992), S. 98, Klein, S. (1996), S. 115.

auch Abweichungen zu berücksichtigen, in die Gestaltungsaspekte anderer Koordinationsformen einfließen.

Lernnetzwerke: Durch die stattfindende evolutionäre Erkenntnisbildung weisen Netzwerke für die Referenzmodellkonstruktion Merkmale von Lernnetzwerken auf. Zu berücksichtigen sind daher typische Barrieren, die in der Preisgabe von Wissen bestehen können. Besonders deutlich werden sie mit Blick auf kommerzielle Partner (z. B. SAP AG, Siebel). Doch auch im wissenschaftlichen Bereich sind derartige Barrieren nicht von der Hand zu weisen. So liegt häufig eher das Phänomen einer sog. „Coopetition“ als das eines positiven Informationsverhaltens vor. Einen Erklärungsansatz für dieses Verhalten liefert die Wahrnehmung komparativer Konkurrenzvorteile, die auch dann handlungsleitend ist, wenn sie sich nicht unmittelbar in Erlösen niederschlagen.

Clubs: Strukturell entsprechen Netzwerke für die Referenzmodellkonstruktion dem Muster des Clubs. Einzelne Teilnehmer sind potenziell gleichberechtigt, Machtverhältnisse entstehen erst durch Einfluss (Kompetenzpromotoren). Als gepoolte Ressource wird Konstruktionswissen genutzt, das einerseits mit Referenzmodellen verfügbar ist und andererseits über Akteure zugänglich gemacht werden kann (z. B. Expertenanfrage). Die Regulierung des Zugangs ist zur Sicherung des Anreiz-Beitrags-Gleichgewichts grundsätzlich zu erwägen. Neben Zugangsbeschränkungen sind, entsprechend der Ausführungen zu Anreizsystemen, auch Kompensationsformen für beitragsleistende Partner als Regulativ zu erwägen.

Tauschnetzwerke: Durch den Aspekt des Sharings von Referenzmodellen weisen Netzwerke im System der VRM Merkmale von Tauschnetzwerken auf. Die Referenzmodelle haben hierzu einen kritischen Entwicklungszustand (Reifegrad) zu erreichen, der ihre Austauschbarkeit möglich macht. Die Koordinationsmechanismen des Netzwerks bieten hierzu einen Rahmen, in dem auch unfertige Modelle getauscht werden können. Gegenüber dem Markt wird ein transaktionsreifer Entwicklungszustand somit tendenziell früher erreicht. Auf diese Weise kann im Zuge der permanenten kritischen Prüfung über den Diskurs hinaus auch ein frühzeitiger konstruktionsbegleitender Test von Teilergebnissen im Anwendungsfeld erfolgen (Beta-Versionen, Release-Candidates).

Fokale Netze: Durch die Bildung kontextspezifischer Segmente im System der VRM werden in Teilsystemen mehrfach Strukturen fokaler Netze gebildet, sodass insgesamt eine sog. multifokale Struktur vorliegt. Zentren werden einerseits als Koordinationsinstanzen gezielt eingerichtet (wie z. B. Gremien zur Qualitätssicherung oder Projektgruppen), andererseits entstehen sie auch evolutionär und bedarfsorientiert durch Interessenschwerpunkte und die zu diesen gebildeten kontextspezifischen Segmenten sowie durch den Einfluss von Kompetenzpromotoren.

In den Abwandlungen der idealtypischen Mechanismen eines Netzwerks bieten sich in Teilbereichen Kombinationen mit anderen Koordinationsformen an. Hervorzuheben sind die folgenden Gestaltungsbeiträge von Verhandlungssystemen, Märkten und Hierarchien:

Verhandlungssysteme: Die in Netzwerken in der normativ-kulturellen Dimension geschaffenen normen-, werte- und kulturbasierten gemeinsamen mentalen Modelle können in Teilbereichen des Verbundes durch Verhandlungssysteme ausgebaut oder unterstützt werden.

Markt: Während der Markt für die verteilte Konstruktion durch die fehlende Abstimmung ungeeignet ist, bietet er hingegen Potenziale für die Distribution vollständig konstruierter „Fertig“-Referenzmodelle, die in Versionen für bekannte Kundensegmente und Preismodelle vorliegen.

Hierarchie: Auch können innerhalb des Netzwerkverbundes einzelne Akteure intern hierarchisch organisiert sein. Auch die fallweise Konstituierung von Hierarchien aus der verteilten Netzwerkstruktur heraus ist vorzusehen. Hilfreich ist dieses insbesondere für die

Durchführung von Projekten. Für Zwecke der Zielerreichung innerhalb gegebener Restriktionen erweist sich die hierarchische Koordination hier als effizient. Zur Konsensfindung innerhalb des Netzwerks sind kontextspezifische Verhandlungssysteme zu nutzen, die durch Diskurs zur Stabilität gemeinsamer mentaler Modelle beitragen.

Die beschriebenen Koordinationsmechanismen bilden den Rahmen für die im System der VRM vorzusehenden Austausch- und Diskursprozesse. Um eine adäquate Koordination zu ermöglichen, sind spezifische Anforderungen an die Aufbereitung der Modelle zu stellen. Während Referenzmodelle bislang für die Ableitung einer Klasse von Anwendungsmodellen als Gesamtsysteme konzipiert wurden, liegt hier der Verwendungszweck in der *Übermittlung* der Modelle. Hierzu sind sie in informationstechnischer Hinsicht als „Nachrichten“ zu codieren. Zu ihrer Kombination in Referenz- und Anwendungsmodellen sind jedoch zusätzlich auch Konstruktionsbeziehungen zu ermöglichen. Die Ermittlung des Gestaltungsbedarfs hat Analogien zur Anwendungssystementwicklung aufgezeigt, bei der mit dem Ansatz der *Komponentenorientierung* ähnliche Fragestellungen verfolgt werden. Im Folgenden ist daher zu untersuchen, welche Gestaltungsmerkmale solchen Komponenten zugrunde liegen, um sie auf die Konstruktion von Referenzmodellen übertragen zu können.

5.2.2 Komponentenstruktur des Modellsystems

5.2.2.1 Komponentenorientierte Anwendungssysteme

In der verteilten Anwendungssystementwicklung wird der komponentenorientierten Strukturierung von Software aktuell eine besondere Bedeutung beigemessen. Dabei werden mit *Komponenten* Softwareeinheiten gebildet, die sich durch ein hohes Maß an Unabhängigkeit und Kopplungsfähigkeit auszeichnen und damit besonders gut für den Austausch in unterschiedlichen Konstruktionsvorhaben geeignet sind.⁷³⁹ Der Leitgedanke der Komponentenorientierung besteht somit darin, Anwendungssysteme aus Komponenten zusammenzusetzen, die marktlich ausgetauscht werden.⁷⁴⁰

Hinsichtlich der exakten Bedeutung des Begriffs der (*Software-)*Komponente gehen die Auffassungen allerdings auseinander.⁷⁴¹ Insbesondere die Abgrenzung zu korrespondierenden Begriffen im Kontext wiederverwendungsorientierter Softwareentwicklung ist uneindeutig. Weitgehend synonym werden die Bezeichnungen (Software-)Baustein⁷⁴², Business Object, Anwendungselemente oder Application Object verwendet.⁷⁴³ Die Arbeiten konzentrieren sich dabei maßgeblich auf die Gestaltung von *Softwarekomponenten*.⁷⁴⁴ Vorgestellt werden alternative Komponententechnologien, wie z. B. Common Object Re-

⁷³⁹ Stellenweise werden die damit einhergehenden Änderungen als derart grundlegend eingeschätzt, dass in der Komponentenorientierung ein neues Paradigma gesehen wird (Component Ware). Vgl. Schuster, E. (2000), S. 52, Bergner, K. et al. (2000), S. 39 sowie kritisch Pree, W. (1997), S. 169 f.

⁷⁴⁰ Vgl. Scheer, A.-W. (1998), S. 98, Turowski, K. (2001), S. 269, Frank, U. (Component) (1999), S. 11 ff.

⁷⁴¹ Zum Diskurs über den Komponentenbegriff vgl. Broy, M. et al. (1998), S. 49 ff., Szyperki, C. (1998), S. 164 ff.

⁷⁴² Vgl. Turowski, K. (1999), S. 3, Turowski, K. (2001), S. 269, Höß, O., Weisbecker, A. (2001), S. 3. FELLNER/RAUTENSTRAUCH/TUROWSKI stützen allerdings ihre Definition des Terminus *Komponente* auf den Begriff des *Softwarebausteins* und weisen diesem zusätzliche Eigenschaften zu, womit ein Bedeutungsunterschied gegeben ist. Vgl. Rautenstrauch, C., Turowski, K., Fellner, K. (1999), S. 34.

⁷⁴³ Vgl. Ortner, E. (2000), S. 2.

⁷⁴⁴ Diese Sichtweise wird auch von der Object Management Group (OMG) und dem ComponentWare Consortium (CWC) vertreten. Vgl. Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25 ff. Ebenso Wolf, H. et al. (2001), S. 17.

quest Broker Architecture (CORBA), Enterprise Java Beans (EJB) und Distributed Component Object Model (DCOM).⁷⁴⁵ Insbesondere in frühen Arbeiten werden hierin Weiterentwicklungen objektorientierter Technologien gesehen⁷⁴⁶, wobei allerdings für die vorzunehmende Untersuchung von Gestaltungsmerkmalen nicht hinreichend konkretisiert wird, worin diese *Weiterentwicklung* besteht.⁷⁴⁷

Im Folgenden ist ein allgemeiner Komponentenbegriff zu erarbeiten, der eine Übertragung der für die Verteilung förderlichen Gestaltungsmerkmale auf die Konstruktion von Referenzmodellen gestattet. Hierzu sind Softwarekomponenten von korrespondierenden Konzepten des *Moduls*, des *Objekts* und des *Geschäftsobjekts*⁷⁴⁸ abzugrenzen.⁷⁴⁹ Hinsichtlich der Verteilungsfähigkeit der jeweils gebildeten Strukturen können die Konzepte entlang eines Entwicklungspfads zunehmender Unabhängigkeit und angestrebter Verbreitung positioniert werden.⁷⁵⁰ Der Zusammenhang wird in Abb. 67 grafisch veranschaulicht und im Folgenden ausgeführt:

Das *Modul* ist ein Konstrukt des Software Engineerings, das der abgeschlossenen Beschreibung des Systemverhaltens auf Ebene des DV-Konzepts dient.⁷⁵¹ Zur Gewährleistung der Abgeschlossenheit verfügen Modelle über eine typische Struktur, nach der sie die Implementierung der Funktionalität im Modulrumpf kapseln und den Nachrichtenaustausch dezidiert Import- und Exportschnittstellen vorsehen.⁷⁵² Obwohl konzeptionell keine Einschränkungen hinsichtlich der Granularität vorgenommen werden, sind Module

⁷⁴⁵ Vgl. Ortner, E. (2000), S. 2. Zu einem Überblick vgl. Fan, M., Stallaert, J., Whinston, A. B. (2000), S. 28 f., Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 27-31.

⁷⁴⁶ Vgl. Nierstrasz, O., Dami, L. (1995), S. 5, Fan, M., Stallaert, J., Whinston, A. B. (2000), S. 27 f., Trapp, U. (2000), S. 4.

⁷⁴⁷ Eine differenzierte Betrachtung nach unterschiedlichen Architekturen für Componentware nehmen FERSTL ET AL. vor. Vgl. Ferstl, O. K. et al. (1997), S. 31-35. Einen Überblick zu alternativen Definitionsansätzen gibt SZYPERSKI. Vgl. Szyperski, C. (1998), S. 30-34. Stellenweise werden Einführungen des Begriffs auch unterlassen, vgl. Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997) oder explizit als nicht möglich erklärt, insbesondere da der Begriff schon in der Alltagssprache mit der Bedeutung des „Teil eines Ganzen“ verwendet würde. Vgl. Höß, O., Weisbecker, A. (2001), S. 3. Dieser Auffassung wird hier nicht gefolgt, da Komponenten im Kontext der Wirtschaftsinformatik durchaus eine signifikante Bedeutung aufweisen und für den wissenschaftlichen Zugang ohnehin exakt einzuführen sind. Vgl. Seiffert, H. (1996), S. 54 ff., Spohn, W. (1980), S. 216 und die dort zitierte Literatur.

⁷⁴⁸ Geschäftsobjekte werden in der deutschsprachigen Literatur angloamerikanisch als *Business Objects* oder auch kombiniert als *Business-Objekte* bezeichnet, vgl. etwa Schwegmann, A. (1999), S. 99 f.

⁷⁴⁹ Die Auswahl der Konzepte richtet sich nach der relativen Bedeutung, die ihnen in der Literatur für Zwecke der Wiederverwendung gerade in verteilten Systemen beigemessen wird. Auf die Eignung von Objekten und Klassen weist MEYER hin. Vgl. Meyer, H.-M. (1993), S. 75 ff. Allerdings fehlen gegenseitige Abgrenzungen der Konzepte. Kritisch anzumerken ist auch, dass sich die Konzepte auf unterschiedlichen Ebenen bewegen, sowohl hinsichtlich der Implementierungsnähe als auch hinsichtlich der Abstraktion.

⁷⁵⁰ Die Orientierung an diesem Entwicklungspfad ist hilfreich, da einerseits die Unterscheidungsmöglichkeiten sehr facettenreich sind und andererseits in der Entwicklung der Ansätze ein gewisser Trend zunehmender Eigenständigkeit und Einsatzweite festzustellen ist. Frühe Arbeiten zur Modularität und Objektorientierung zeigen durchaus auch die Tendenz, die enge Bedeutung der Entwicklungsstrukture zu Prinzipien (auch Paradigmen) auszuweiten. Während dieses für Objekte geradezu typisch ist, zeigen sich entsprechende Tendenzen auch für Module. Vgl. Meyer, B. (1997), S. 10 ff. Da alle Konzepte auf einem analogen Entwicklungspfad liegen, ist dann keine trennscharfe Abgrenzung zu vollziehen. Zu Abgrenzungen und Entwicklungsabschätzungen aus der Perspektive der Objektorientierung vgl. Wegner, P. (1990), S. 80 ff.

⁷⁵¹ Vgl. Balzert, H. (2000), S. 1050, Hruschka, P. (1986), S. 68 ff., Appelfeller, W. (1995), S. 38 ff., Alpar, P. et al. (2000), S. 225, Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 222. In der Terminologie des Wasserfallmodells sind Module entsprechend der Entwurfsphase des Softwareentwicklungsprozesses zuzuordnen. Wegen der Abgeschlossenheit und der Größe werden auch diese Systeme oft als Bausteine bezeichnet. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 63. RAUTENSTRAUCH/TUROWSKI/FELLNER betonen in der Abgrenzung zu Komponenten insbesondere die Bindung von Modulen an Programmiersprachen oder Umgebungen. Vgl. Rautenstrauch, C., Turowski, K., Fellner, K. (1999), S. 25.

⁷⁵² Vgl. Balzert, H. (2000), S. 1050 f.

tendenziell feingranular, sodass Anwendungssysteme sowie fachliche Aufgabenkomplexe zumeist durch mehrere Modulaufufe realisiert werden. *Objekte* im Sinne der Objektorientierung erfüllen ebenso die Eigenschaften von Modulen. Allerdings werden sie insbesondere durch Abstraktion zu *Klassen* bereits auf Ebene des Fachkonzepts betrachtet. Zudem kapseln sie – im Idealfall – auch die zur Ausübung des anzubietenden Verhaltens relevanten Eigenschaften. *Business Objects* sind spezielle Objekte, deren Verhalten eine aus Nutzungsicht abgeschlossene Geschäftsaufgabe leistet.⁷⁵³ Gegenüber generellen Objekten sind sie hierzu um Beschreibungen zu ergänzen, die z. B. Geschäftsregeln (Business Rules) betreffen.⁷⁵⁴

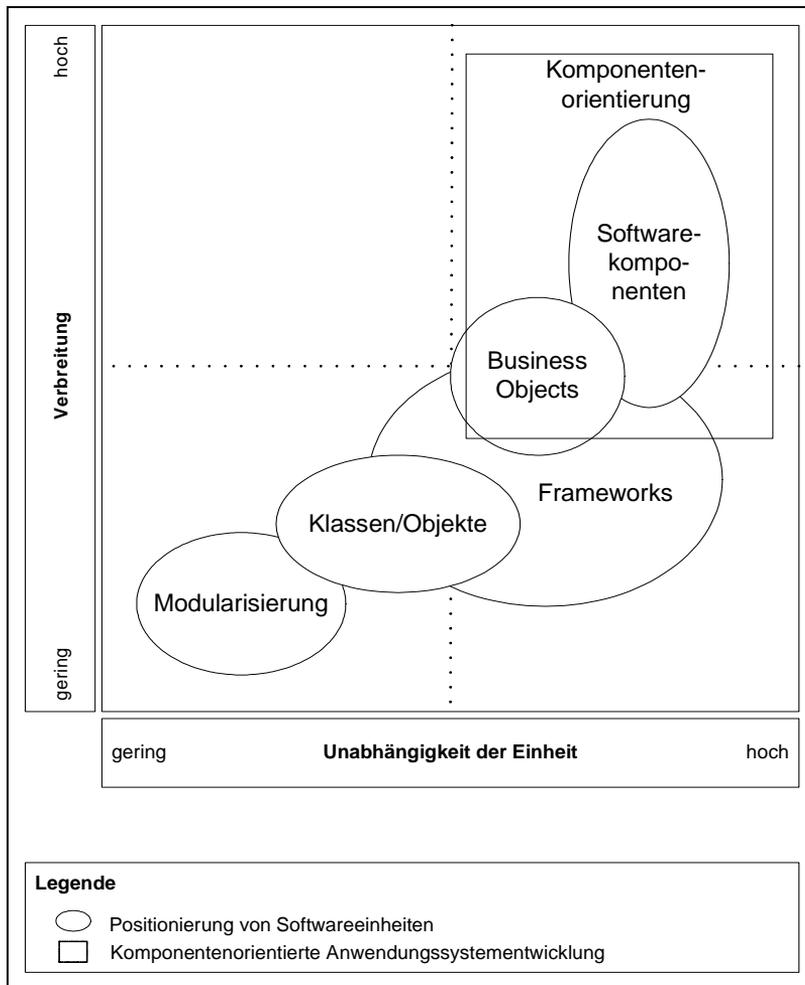


Abb. 67: Einordnung der komponentenorientierten Anwendungssystementwicklung

⁷⁵³ Als Geschäftsaufgaben sind Aufgaben des Zweckbereichs zielgerichteter Systeme anzusehen. Anzumerken ist hier auch, dass sich Objekte im Sinne des objektorientierten Paradigmas auf Instanzebene, Module aber auch Komponenten hingegen auf Typebene bewegen und damit eher mit dem objektorientierten Konstrukt der Klasse korrespondieren.

⁷⁵⁴ Dieses entspricht der Terminologie der von der Object Management Group (OMG) vorgeschlagenen Business Application Architecture (BAA). Vgl. Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 32 und die dort zitierte Literatur.

Aus softwaretechnischer Sicht weisen *Komponenten* gegenüber Modulen, Objekten und Geschäftsobjekten keine signifikanten Unterschiede auf. Konstituierend sind vielmehr Neuerungen hinsichtlich des Verwendungskonzepts der Einheiten.⁷⁵⁵ Erkenntnisleitend ist die „Vision“, Komponenten *unabhängig* von ihrem späteren Anwendungskontext zu entwickeln, um sie damit einer hohen marktlichen Verbreitung zugänglich zu machen.⁷⁵⁶ In abgeschwächter Form werden hier als Merkmale für Komponenten die Kontextsouveränität und Leistungsfähigkeit unterschieden.

Kontextsouveränität: Mit der Bezeichnung der Kontextsouveränität wird berücksichtigt, dass Softwareeinheiten nicht tatsächlich unabhängig von ihrem Anwendungskontext zu entwickeln sind.⁷⁵⁷ Die Kontextsouveränität kennzeichnet, dass Komponenten so zu konstruieren sind, dass sie in einem Anwendungskontext eingesetzt werden können, der zur Entwicklungszeit nicht vollständig bekannt sein muss. Bestehen dabei Kontextabhängigkeiten, sind diese in der Beschreibung der Komponente kenntlich zu machen. Als Voraussetzung einer solchen Souveränität ist die *Unabhängigkeit* und *Kopplungsfähigkeit* der Einheiten zu gewährleisten. Sie wird allerdings – gegenüber Vergleichskonzepten – aus pragmatischer Sicht definiert. Demnach ist die *inhaltsorientierte* Unabhängigkeit und Kopplungsfähigkeit vorrangig, die durch bewährte technische Mechanismen der Kapselung unterstützt wird. Die damit erreichte Austauschbarkeit begünstigt es, Anwendungssysteme individuell durch Selektion und Kombination vorgefertigter Komponenten zu erstellen, zu modifizieren und zu aktualisieren (plug and play).⁷⁵⁸

Leistungsfähigkeit: Die Kontextsouveränität schafft die technischen Voraussetzungen für eine extensive Wiederverwendung von Komponenten. Zur Erhöhung ihres Verbreitungsgrades wird in der Literatur zur Anwendungssystemgestaltung darüber hinaus ihre *Marktfähigkeit* gefordert.⁷⁵⁹ Damit ist die Intention verbunden, Vorteile der Wiederverwendung, die bislang auf einzelne hierarchisch koordinierte Organisationen begrenzt waren, auf verteilte Austauschbeziehungen auszuweiten. Aus Entwicklungssicht wird das Potenzial dispositiver Prozesse betont, durch die Komponenten nicht selbst entwickelt, sondern „hinzugekauft“ werden (off the shelf components).⁷⁶⁰ Mit dieser Intention ist der Austausch von Komponenten jedoch nicht auf die Koordinationsform des Marktes zu beschränken. Kennzeichnend sind vielmehr lose gekoppelte Austauschbeziehungen, die insbesondere auch in Netzwerken geboten werden. Hinsichtlich der Gestaltung der Komponenten sind hierzu Aspekte der *Leistungsvereinbarung* zu berücksichtigen, die mit zunehmender Entkopplung der Austauschbeziehung an Bedeutung gewinnen (design by contract).⁷⁶¹ Um als leistungsfähig zu gelten, haben Komponenten hierzu auch einen kritischen Reifegrad (z. B. Robustheit) sowie eine adäquate Spezifikation aufzuweisen (z. B. Dokumentation).

⁷⁵⁵ Vgl. auch Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25 und die dort zitierte Literatur sowie Frank, U. (Component) (1999), S. 13.

⁷⁵⁶ Arbeiten zur Komponentenorientierung sind durchaus auch visionär geprägt, was zunehmend kritisch gesehen wird. WOLF ET AL. bezeichnen Softwarekomponenten als „Wunschtraum“ und weisen auf „überzogene Hoffnungen“ hin. Vgl. Wolf, H. et al. (2001), S. 15 f. Vgl. auch Pree, W. (1997), S. 171 f.

⁷⁵⁷ Begründet wird dieses auch durch Erkenntnisse der Systemtheorie. So sind Komponenten durch die von ihnen zu erbringenden Dienste als offene Systeme einzustufen, die somit stets in einer Abhängigkeit zum Umfeld stehen. Auch SZYSPERSKI weist auf Kontextabhängigkeiten hin und betont, diese zu explizieren („explicit context dependencies only“). Vgl. Szyperki, C. (1998), S. 34.

⁷⁵⁸ Vgl. Pree, W. (1997), S. 171 f., Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25, Fan, M., Stallaert, J., Whinston, A. B. (2000), S. 28, Turowski, K. (2001), S. 269, Fellner, K. J. (1999), S. 24.

⁷⁵⁹ Auf die Besonderheit der Etablierung von Märkten von Komponenten, die das Merkmal der *Marktfähigkeit* voraussetzen, wird mehrfach hingewiesen. Vgl. Wolf, H. et al. (2001), S. 15, Kaufmann, T., Hau, M. (1999), S. 117 ff., Rautenstrauch, C., Turowski, K., Fellner, K. (1999), S. 34, Fellner, K. J. (1999), S. 24, Turowski, K. (1999), S. 4, Turowski, K. (2001), S. 269.

⁷⁶⁰ Vgl. Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25.

⁷⁶¹ Analog findet sich auch die Bezeichnung „contractually specified interfaces“. Vgl. z. B. Szyperki, C. (1998), S. 59 u. S. 43.

Zur Realisierung der Merkmale besitzen Komponenten in der Anwendungssystemgestaltung typische Gestaltungsmerkmale. Sie sind dem in Abb. 68 dargestellten typischen Aufbau einer exemplarischen Softwarekomponente zu entnehmen und werden im Folgenden vorgestellt.⁷⁶²

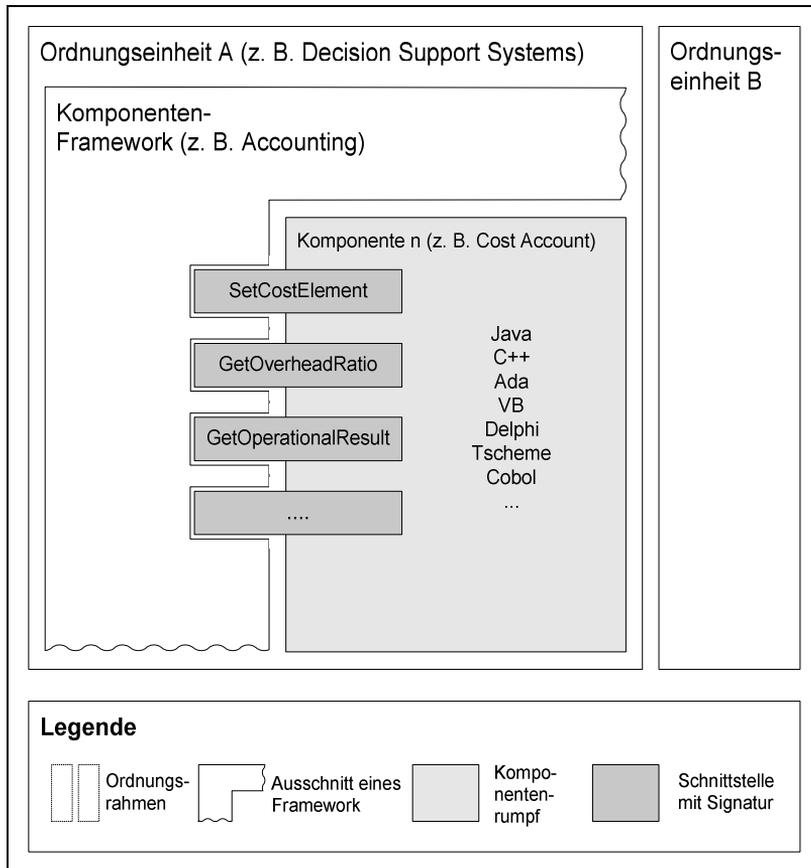


Abb. 68: Strukturmuster einer Softwarekomponente

Analog zu Modulen und Klassen verfügen Komponenten über *Schnittstellen*, in denen Methoden anhand von Signaturen verzeichnet werden. Die Implementierung dieser Methoden wird somit im Rumpf der Komponente gekapselt. Um die Leistungsfähigkeit der Komponenten zu steigern, werden Standards vereinbart, die Regeln für die Beschreibung der Signaturen festschreiben.

In den Anfängen der Komponentenorientierung werden zum Teil unterschiedliche Auffassungen über die für Komponenten typischen Repräsentationsformen vertreten.⁷⁶³ Heute

⁷⁶² Zum Aufbau einer Komponente vgl. Frank, U. (Component) (1999), S. 17. Der Zusammenhang zwischen Frameworks und Komponenten wird thematisiert bei Szyperki, C. (1998), S. 277, Pree, W. (1997), S. 172, Scheer, A.-W. (1998), S. 109, Turowski, K. (1999), S. 8, Frank, U. (Component) (1999), S. 13 und der dort zitierten Literatur.

⁷⁶³ Einige Autoren fordern eine binäre Codierung von Komponenten, andere lassen Quell- oder Objektcode zu und wieder andere fordern ihre Plattformunabhängigkeit. Demgegenüber abstrahieren einige von der Repräsentation und stellen vielmehr allein auf wirkungsbezogene Merkmale ab. Vgl. Broy, M. et al. (1998), S. 49 ff., Szyperki, C. (1998), S. 164 ff.

werden verschiedene Typen von Komponenten unterschieden⁷⁶⁴, in denen das beschriebene Strukturmuster auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen angewendet wird. Damit wird aufgezeigt, dass die besonderen Gestaltungsmerkmale von Komponenten, mit denen ihre Verteilungsfähigkeit erreicht wird, nicht in der Darstellung, sondern in ihrer Struktur und Spezifikation begründet liegen. Einen anschaulichen Beleg hierzu liefern *Entwurfskomponenten*, mit denen das Strukturmuster auf die Ebenen des Softwareentwurfs übertragen wird. Aber auch in implementierungsnäheren Arbeiten wird betont, dass durch die komponentenorientierte Kapselung im Rumpf der Komponente beliebige Sprachen zum Einsatz kommen können (Sprachunabhängigkeit).⁷⁶⁵ An die Sprachen sind dabei keine besonderen Anforderungen bezüglich der zu unterstützenden Abstraktionskonzepte zu stellen, da die Implementierung diesbezüglich von der Kapselung in der Komponentenstruktur profitiert.

Die Granularität von Komponenten ist nicht festgelegt: Es finden sich Komponenten für einzelne GUI-Funktionalitäten ebenso wie solche, die vollständige Anwendungssysteme kapseln.⁷⁶⁶ Um die Wiederverwendbarkeit der Konstruktionsergebnisse zu erhöhen, besteht die Tendenz, kleine Komponenten zu konstruieren, die in Aggregations-/Disaggregations- und Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehungen zu *Komponentensystemen* verbunden werden. Damit wird deutlich, dass Komponenten zwar eigenständig ausgetauscht werden, bei der Verwendung im Konstruktionsprozess aber nicht etwa gänzlich „autonom“ bleiben.⁷⁶⁷ Die hierzu erforderliche exklusive Ressourcenbindung wirft nicht nur Fragen der Wirtschaftlichkeit auf, sondern ist auch aus Gründen der Integration bedenklich.⁷⁶⁸ Zur Konstruktion von Anwendungssystemen sind daher Abstimmungen zwischen den verwendeten Komponenten vorzunehmen. Zur Unterstützung dienen Infrastrukturen, in denen Komponenten sowohl fachlich als auch technisch integriert werden (Glueing).⁷⁶⁹

Als standardisierte Infrastrukturen zur Einbettung von Komponenten werden in der objektorientierten Programmierung *Frameworks* entwickelt.⁷⁷⁰ Frameworks sind Rahmenapplikationen, mit denen Dienste implementiert werden, die in einer Gruppe von Anwen-

⁷⁶⁴ Unterschieden werden etwa Fach- und Technikkomponenten sowie in weiterer Verfeinerung Komponenten verschiedener Fach- und Technikbezüge. Eine entsprechende Typologie leistet jedoch für die Entwicklung eines auf Referenzmodelle zu übertragenden Komponentenbegriffs keinen Beitrag, sodass auf ausgewählte Literaturstellen verwiesen wird. Vgl. Ortner, E., Lang, K.-P., Kalkmann, J. (1999), S. 37 ff., Schuster, E. (2000), S. 52 f., Höß, O., Weisbecker, A. (2001), S. 3 f., Turowski, K. (1999), S. 4, Fellner, K. J. (1999), S. 24, Turowski, K. (2001), S. 269, Wolf, H. et al. (2001), S. 17 f.

⁷⁶⁵ Die Sprachunabhängigkeit wird als „language-independent component specification“ beschrieben. Vgl. Pree, W. (1997), S. 170 f. In diesem Sinne auch Frank, U. (Component) (1999), S. 17.

⁷⁶⁶ Zu Spektren der Granularität vgl. Höß, O., Weisbecker, A. (2001), S. 4, Pree, W. (1997), S. 170 f. Vollständige Anwendungssysteme als Komponenten sieht SZYPERSKI, vgl. Szyperski, C. (1998), S. 11. Auf Legacy systems im Speziellen weisen FERSTL ET AL. hin. Vgl. Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25. In Softwareentwicklungsprojekten werden gerade beide Extreme als typisch angesehen. Dies wird auch durch existierende Komponentenmärkte belegt. Vgl. Wolf, H. et al. (2001), S. 17 f.

⁷⁶⁷ Auch FRANK weist darauf hin, dass Komponenten nicht vollständig unabhängig voneinander sind. Vgl. Frank, U. (Component) (1999), S. 12 f.

⁷⁶⁸ So weisen auch WOLF ET AL. explizit darauf hin, dass Komponenten auch andere Komponenten voraussetzen können und stützen sich auch auf SZYPERSKI, der einräumt, dass Softwarekomponenten potenziell auch eigene Ressourcen beinhalten. Vgl. Wolf, H. et al. (2001), S. 71.

⁷⁶⁹ Vgl. Frank, U. (Component) (1999), S. 14.

⁷⁷⁰ Abgrenzungen der Begriffe werden in der Literatur kontrovers diskutiert. So weisen WOLF ET AL. z. B. auf technische Unterschiede zwischen Frameworks und Komponenten hin. Vgl. Wolf, H. et al. (2001), S. 18. Die hier vorgestellte Flexibilität wird möglich, indem Komponenten und Frameworks als voneinander unabhängige Konzepte aufgefasst werden, mit denen unterschiedliche Perspektiven eingenommen werden. So können insbesondere Frameworks und Ordnungsrahmen als Komponenten gekapselt sein. Vgl. auch Turowski, K. (1999), S. 6, Schmitzer, B., Leibmann, H. (2000), S. 95. Ein Beispiel eines als Komponente gekapselten Frameworks ist die sog. Framework Component des ComponentWare Consortiums, die sog. Desktop Applications eine einheitliche Schnittstelle für den Zugriff auf CORBA-ORBs und auf OLE/COM ermöglicht. Vgl. Ferstl., O. K. (1997), S. 30.

dungssystemen generell benötigt werden.⁷⁷¹ In Teilen, in denen situative Anforderungen zu berücksichtigen sind, lassen sie „Lücken“, die sich sowohl auf ganze Funktionsbereiche (horizontal partiell) als auch auf die Ausprogrammierung einzelner Klassen erstrecken können (vertikal partiell).⁷⁷² Als Infrastrukturen für die komponentenorientierte Konstruktion werden Frameworks entwickelt, in denen zur Berücksichtigung situativer Anforderungen Komponenten einzubetten sind. Ergänzend können Ordnungsrahmen zum Einsatz kommen, die gegenüber Frameworks keine Implementierung liefern, sondern einen ausschließlich strukturierenden Zweck erfüllen.⁷⁷³

Die beschriebenen Merkmale kennzeichnen somit ein idealtypisches Prinzip der komponentenorientierten Konstruktion. Anwendungssysteme werden aus verteilt vorliegenden Komponenten zusammengestellt (Buildtime). Sie können in unterschiedlichen Konstellationen zum Einsatz kommen (Runtime), die durch Aggregations- und Spezialisierungsbeziehungen zwischen Komponenten sowie dem Einsatz von Infrastrukturen realisiert werden, in denen sowohl Ordnungsrahmen und Frameworks als auch Individualentwicklungen vorgenommen werden können. Ordnungsrahmen geben Rahmenstrukturen vor, deren Implementierung durch kombinierten Einsatz von Frameworks, Komponenten und individuellen Entwicklungen erfolgen kann. Sowohl Komponentensysteme und Ordnungsrahmen als auch Frameworks können selbst als Komponenten gekapselt werden.

Um die Prinzipien der Komponentenorientierung auf die Konstruktion von Referenzmodellen übertragen zu können, werden die identifizierten Merkmale in einem allgemeinen Komponentenbegriff zusammengefasst.⁷⁷⁴ Das Strukturmuster der Komponente ist damit allgemein wie folgt einzuführen:

*Ein System entspricht dem Strukturmuster einer **Komponente**, wenn es einem spezifischen Zweck dient⁷⁷⁵ und so konzipiert ist, dass es in lose gekoppelten Beziehungen ausgetauscht (Leistungsfähigkeit)⁷⁷⁶, in zur Entwicklungszeit nicht vollständig bekanntem Kontext eingesetzt werden kann (Kontextsouveränität)⁷⁷⁷*

⁷⁷¹ Vgl. Lewis, T. et al. (1995), S. 34 f., Appelfeller, W. (1995), S. 67 f., Nietsch, M. (1996), S. 118 ff., Schwegmann, A. (1999), S. 96. Zur wertenden Betrachtung von Frameworks vgl. Appelfeller, W. (1995), S. 74 f.

⁷⁷² Hinsichtlich der Gestaltungsmöglichkeiten ist zudem zu unterscheiden, ob die interne Gestaltung des Frameworks offen gelegt wird, sodass auch Modifikationen möglich sind (Whitebox), oder ob diese verborgen bleiben (Blackbox). Vgl. Heß, H. (1993), S. 55, Frank, U. (Framework) (2001), S. 203 f. sowie die zusammenfassenden Ausführungen bei Schwegmann, A. (1999), S. 98.

⁷⁷³ MEISE führt den Begriff des Frameworks hingegen explizit als englische Entsprechung zum Ordnungsrahmen ein. Vgl. Meise, V. (2001), S. 61.

⁷⁷⁴ Die Auffassung, das Strukturmuster der Komponenten unabhängig einzelner softwaretechnischer Implementierungen aufzufassen, teilen auch FRANK/JUNG, die in Komponenten eine Abstraktion über Klassen, Module oder Systeme sehen. Vgl. Frank, U., Jung, J. (2001), S. 59 f. Auch SZYPERSKI spricht zunächst allgemein von einer „unit of composition“, vgl. Szyperski, C. (1998), S. 34, weist allerdings dann darauf hin, dass Komponenten in Binärform vorliegen und plattformenabhängig einzusetzen sein sollten. Ebenso betonen NIERSTRASZ/DAMI die Abstraktion vor dem Hintergrund der objektorientierten Softwareentwicklung. Vgl. Nierstrasz, O., Dami, L. (1995), S. 5. Ein zunächst abstrakter Ansatz findet sich zudem bei Schuster, E. (2000), S. 52 f. Auch das Konstrukt des Moduls entfaltet durch Abstraktion von einer softwaretechnischen Betrachtung Gestaltungspotenzial, das zugleich in der Organisationsgestaltung gesehen wird und dort die sog. *modulare* Organisation oder Fabrik begründet. Vgl. Picot, A., Reichwald, R., Wieand, R. T. (2001), S. 201 f., Wildemann, H. (1988).

⁷⁷⁵ Die Zielorientierung der Komponente wird hier im Sinne der Ausführungen zu Business Objects ergänzt. Die Wichtigkeit der Zielsetzung unterstreichen auch die von FERSTL ET AL. aufgestellten erforderlichen Eigenschaften von Softwarekomponenten. Vgl. Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25.

⁷⁷⁶ Diese wird hier aber zusammen mit der Kontextsouveränität als wesentliches Abgrenzungskriterium gerade gegenüber herkömmlichen objektorientierten Konstrukten erachtet. Nicht zuletzt trägt dieser Aspekt auch maßgeblich zum Interesse an der Komponentenorientierung bei. Durch die ergebnisorientierte Bedeutung der Marktfähigkeit wird die Robustheit des Begriffs gefördert.

⁷⁷⁷ Vgl. auch Rautenstrauch, C., Turowski, K., Fellner, K. (1999), S. 34, Fellner, K. J. (1999), S. 24, Turowski, K. (1999), S. 4, Turowski, K. (2001), S. 269. Hier wurde allerdings der Begriff der Komponente (nicht

und hierzu über eine Schnittstelle verfügt, die relevante Spezifikationen zu ihrer Nutzung zusammenfasst.

Für jede Komponente ist damit ein spezifischer mit ihr geleisteter Systemzweck konstituierend, der um weitere Zwecke ergänzt werden kann. Komponenten können selbst aus Teilsystemen bestehen, deren Bildung in Abhängigkeit des spezifischen Systemzwecks sowie relevanter Kontextfaktoren situativ vorzunehmen ist.⁷⁷⁸

Mit dem Begriff der *Komponentenorientierung* sind Konstruktionen gekennzeichnet, in denen Strukturen nach dem Muster von Komponenten gebildet werden. Zur Konzeption einer derartigen Konstruktion von Referenzmodellen ist zu untersuchen, in welcher Hinsicht Referenzmodelle strukturiert werden können, um die Anforderungen nach Unabhängigkeit und Kopplungsfähigkeit im System der VRM zu erfüllen.

5.2.2.2 Komponentenorientierte Referenzmodelle

Die Ergebnisse der Untersuchungen komponentenorientierter Anwendungssysteme legen nahe, auch Referenzmodelle komponentenorientiert zu strukturieren, um deren Unabhängigkeit und Kopplungsfähigkeit zu fördern. Gleichwohl gelingt die Übertragung aufgrund des Wechsels der Betrachtung von Software auf Informationsmodelle nicht unmittelbar. Zunächst ist die *Bedeutung* einer komponentenorientierten Struktur von Informationsmodellen zu erklären, auf deren Basis zu untersuchen ist, inwiefern eine solche Struktur auf die Konstruktion von Referenzmodellen angewendet werden kann. Die Ergebnisse werden in dem Begriff der *Referenzmodellkomponente* sowie in der Einführung des Prinzips einer *komponentenorientierten Konstruktion* von Referenzmodellen zusammengefasst. Der mit einer solchen komponentenorientierten Referenzmodellstruktur verfolgte Ansatz bildet den Ausgangspunkt der später vorzunehmenden Konkretisierung der methodenbezogenen Gestaltung.

Komponentenorientierte Struktur von Informationsmodellen

Komponenten als Strukturmuster von Informationsmodellen sind gegenüber ihrem ursprünglichen Einsatzfeld in der Softwareentwicklung in folgenden Punkten abweichend zu interpretieren:

Realisation und Strukturtransparenz: Softwarekomponenten dienen der Ausführung von Programmfunktionalität. Sie implementieren hierzu spezifische Verhaltensweisen, deren Realisation sie bei Aufruf in einem Gesamtsystem anbieten. Mit Informationsmodellen wird demgegenüber die Intention verfolgt, Transparenz hinsichtlich der Struktur des Systems zu schaffen. Dieses gilt umso mehr für Informationsmodelle in der Referenzmodellierung, deren Ausführung – im beschriebenen Standardprofil – weder intendiert noch möglich ist, wenn Abstraktionskonzepte der Buildtime-Ebene verwendet werden (z. B. zur Variantendarstellung). Bei der Übertragung des Strukturmusters der Komponente ist somit zu berücksichtigen, die Komponente nicht zur *Realisation*, sondern zur Schaffung von *Transparenz* einzusetzen.

Black- und Whiteboxperspektive: Die Kapselung erfüllt bei Softwarekomponenten den Zweck, nur die für den Aufruf des Verhaltens relevanten Spezifikationen in der Schnitt-

Softwarekomponente) auf Systeme im Allgemeinen ausgeweitet. Eine Abgeschlossenheit bedingt die Wiederverwendbarkeit, und diese wird wiederum hinreichend durch die Merkmale der Kontextsouveränität und *Leistungsfähigkeit* berücksichtigt.

⁷⁷⁸ In objektorientierten Ansätzen wird diesbezüglich von Klassen ausgegangen. Andere Subsysteme sind etwa Module, vgl. Frank, U., Jung, J. (2001), S. 59 f. oder auch konkretere Bestandteile, wie Tabellen, Abfragen, Makros, Vorgänge etc., vgl. Möhle, S. (1999), S. 45.

stelle sichtbar zu machen und deren Implementierung zu verbergen (Blackbox).⁷⁷⁹ Mit der Intention, Strukturen zu erklären, ist in der Referenzmodellierung jedoch die Umsetzung von Schnittstellenspezifikationen im Rumpf der Komponente gerade von Interesse (Whitebox). Die Kapselung ist daher als Strukturierungsprinzip zu übertragen, nach dem Strukturbeschreibungen im Komponentenrumpf in der Schnittstelle verdichtet werden. Perspektivenspezifisch kann die Komponente entweder auf Ebene der Schnittstelle oder detailliert in einzelnen Darstellungen genutzt werden.⁷⁸⁰

Fachkonzeptfokus: Durch das Prinzip der Kapselung versprechen Komponenten – mehr noch als objektorientierte Ansätze – Möglichkeiten zur vertikalen Integration.⁷⁸¹ Demnach könnten fachkonzeptionelle Beschreibungen bei Erhalt allgemeiner Komponentenstrukturen bis zur Ebene der Implementierung detailliert werden. Die Machbarkeit einer derart durchgängigen Konstruktion wird in der Literatur jedoch sowohl aus theoretischer als auch aus praktischer Sicht bezweifelt.⁷⁸² Die Übertragung der Komponentenstruktur konzentriert sich daher – in Übereinstimmung mit dem Profil von Referenzmodellen – auf Informationsmodelle der fachkonzeptionellen Ebene. Können diesbezüglich adäquate Komponenten entwickelt werden, ist zugleich eine gute Ausgangssituation zur Konkretisierung der Konstruktionsergebnisse auf implementierungsnäheren Ebenen gegeben.

Unter Berücksichtigung der Besonderheiten der für die Referenzmodellierung relevanten Informationsmodelle kann der allgemeine Komponentenbegriff auf die Struktur des Modellsystems der VRM übertragen werden.

*Ein Informationsmodell weist eine **komponentenorientierte Struktur** auf, wenn es aus Teilen besteht, die jeweils sämtliche für einen Zweck relevanten Inhalte beschreiben sowie in lose gekoppelten Beziehungen ausgetauscht und in einem zur Entwicklungszeit nicht vollständig bekannten Kontext eingesetzt werden können und die zur Nutzung relevanten Spezifikationen in einer Schnittstelle zusammenfassen.*

Die dem allgemeinen Komponentenbegriff zugrunde liegende systemtechnische Sicht lässt offen, auf welchen Bereich der Konstruktion von Referenzmodellen das Strukturmuster anzuwenden ist. Dieser Frage ist im Folgenden nachzugehen.

Übertragung komponentenorientierter Strukturen auf die Konstruktion von Referenzmodellen

Im State-of-the-Art werden Konstrukte zumeist auf die Schicht der *Modelldarstellung* begrenzt. So stehen in der objektorientierten Referenzmodellierung mit Klassen ebenfalls abgeschlossene Modelleinheiten zur Verfügung, die durch Verwendung von Schnittstellen

⁷⁷⁹ Die Betrachtung von Komponenten zur Softwareentwicklung als „Blackboxes“ wird in der Literatur als konstitutiv für die mit der Komponentenorientierung verfolgten Wiederverwendung angesehen. Vgl. Turrowski, K. (2001), S. 269, Wolf, H. et al. (2001), S. 18. Auch die Kapselung der inneren Struktur und Implementierung ist bereits hierzu zu zählen. Vgl. Wolf, H. et al. (2001), S. 17.

⁷⁸⁰ In der Konstruktion von Komponenten ist eine entsprechend differenzierte Betrachtung von Komponenten auf Ebene der Schnittstelle und des Rumpfs auch für Softwarekomponenten gegeben. Aus Sicht der Nutzung jedoch kommt das hier herausgestellte Blackboxprinzip zum Tragen.

⁷⁸¹ Im Sinne einer vertikalen Integration wird von der Vorstellung ausgegangen, eine durchgängige Objektstrukturstruktur der Konstruktionsergebnisse auf unterschiedlichen Ebenen der Implementierung vorzusehen. Vgl. Amberg, M. (1993), S. 23 f., Dischinger, G. (1995), S. 240 ff. Im Kontext von Business Objects vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 100 u. S. 103, der explizit darauf hinweist, dass Business Objects idealtypisch sowohl der Wiederverwendung von fachlichem Know-how als auch von Codes dienen.

⁷⁸² Vgl. Dischinger, G. (1995), S. 240 ff., Kurbel, K., Teubner, R. A. (1996), S. 243 ff. SCHLAGHECK beschreibt in diesem Zusammenhang eine „naive Sichtweise auf die Durchgängigkeit des objektorientierten Softwareentwicklungsprozesses“, Schlagheck, B. (2000), S. 41. Allerdings ist einzuräumen, dass in aktuellen Entwicklungen, z. B. im Bereich von Enterprise JAVA Beans, Fortschritte der vertikalen Integration gemacht werden.

Prinzipien der Kapselung bieten und somit auch faktisch Komponenten realisieren könnten. In einzelnen Darstellungstechniken sind zudem Sprachkonstrukte auf höherer Abstraktionsebene verfügbar, wie z. B. Pakete oder auch namentlich Komponenten.⁷⁸³ Auch die von SCHÜTTE in der Referenzmodellierung verwendeten Prozessobjekte zielen – wenn sie auch nicht über Schnittstellen verfügen – erklärtermaßen auf die Kapselung von Struktur und Verhalten.⁷⁸⁴

Von der Übertragung der Komponentenstruktur auf die Modellebene der Darstellung geht jedoch nur eine eingeschränkte Wirkung auf die Unabhängigkeit und Kopplungsfähigkeit von Referenzmodellen aus. So zeigen die Erkenntnisse der prozessorientierten Sicht auf die Konstruktion von Modellen, dass die Darstellung nur einen Teilaspekt von Informationsmodellen ausmacht. Gerade die Vorgehensmodelle zur Referenzmodellierung betonen zudem den Stellenwert der *Problemdefinition* und *Rahmenkonstruktion* gegenüber der *Strukturkonstruktion*, die ihren Niederschlag auf den Modellebenen des Gegenstands und des Inhalts finden.

In der VRM sind Komponenten daher als Muster zur Kapselung vollständiger Referenzmodelle zu verwenden, sodass sie als Referenzmodellkomponenten bezeichnet werden. Referenzmodellkomponenten stellen Referenzmodelle dar, die auf einer – gegenüber dem State-of-the-Art – höheren Abstraktionsebene zusammenfassend strukturiert und spezifiziert werden.

*Eine Referenzmodellkomponente (RMK) ist ein Referenzmodell, das in lose gekoppelten Beziehungen ausgetauscht und in zur Entwicklungszeit nicht vollständig bekanntem Kontext eingesetzt werden kann. Hierzu verfügt es über eine Schnittstelle, in der sämtliche zur Erfüllung des Zwecks eines Referenzmodells erforderlichen Konstruktionsergebnisse zugänglich gemacht werden.*⁷⁸⁵

Mit einer RMK werden somit die zweckspezifischen Konstruktionsergebnisse in eine „Hülle“ gefasst, in der sie für Nutzungen im Außenverhältnis standardisiert beschrieben werden. Aus dieser Aufbereitung erwachsen unmittelbar Vorteile hinsichtlich der Verteilungsfähigkeit der Modelle, die sowohl die Speicherung als auch die Abwicklung von Austausch- und Diskursprozessen begünstigt. Für die Speicherung sind abgeschlossene Einheiten gegeben, die anhand der Spezifikation klassifiziert werden können. Der Austausch wird über den Effekt der Bündelung von Konstruktionsergebnissen hinaus durch die mit der Schnittstelle erbrachte Leistungsbeschreibung der Referenzmodelle unterstützt. So können sich Konstrukteure in gemeinsamen Entwicklungen über die Schnittstelle abstimmen; entsprechende Abstimmungen können gegenüber potenziellen Nutzern hinsichtlich ihrer Bedarfe vorgenommen werden, für die im Ergebnis des Abstimmungsprozesses mit der Schnittstellenspezifikation zugleich eine Leistungsvereinbarung vorliegt. Im Innenverhältnis kann die Konstruktion demgegenüber – innerhalb des durch die Spezifikation gesetzten Rahmens – frei gewählt werden. Insbesondere ist es auf diese Weise

⁷⁸³ Zu den Konstrukten in der UML vgl. Fn. 471. Vertiefende Untersuchungen zur Konstruktion von Komponenten in UML nehmen KOBRYN und ELTIG/HUBER vor. Vgl. Kobryn, C. (2000), Eltig, A., Huber, W. (2001).

⁷⁸⁴ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 223 sowie die Anmerkungen in Fn. 496 dieser Arbeit.

⁷⁸⁵ In strenger Auslegung der Merkmale ist in modellbezogener Hinsicht von technischen Merkmalen zu abstrahieren und auf den wirkungsbezogenen Charakter der Komponentenstruktur abzustellen. Demnach ist das typische Merkmal der Referenzmodellkomponente im modellbezogenen Aspekt die Austauschbarkeit in lose gekoppelten Beziehungen und die Einsatzmöglichkeit in nicht vollständig vorhersehbarem Kontext. Gestaltungsempfehlungen der Verwendung einer Schnittstelle, über die alle zweckrelevanten Inhalte zugänglich gemacht werden, betreffen hingegen technische Realisationsmöglichkeiten, die in den methodenbezogenen Aspekt fallen. Da für Komponenten jedoch keine alternativen Techniken verwendet werden, sodass sie einen typischen Beitrag zum Strukturmuster leisten, wird der Definition in Anlehnung an Softwarekomponenten gefolgt. Dem konzeptionellen Unterschied wird in der Definition durch die Bildung von zwei Sätzen Rechnung getragen.

möglich, Konstruktionen in unterschiedlichen Sprachen vorzunehmen und die Konstruktionsergebnisse auf Basis der Schnittstellenspezifikation dennoch miteinander zu vergleichen und in Beziehung setzen zu können.

Eine *komponentenorientierte Struktur* des Modellsystems ergibt sich, indem mehrere RMK zueinander in Beziehung stehen. Für die Austausch- und Diskursprozesse in der VRM sind semantische Beziehungen von Bedeutung, die dadurch entstehen, dass Referenzmodelle verwandte Probleme behandeln. Sie kommen im Vergleich der Schnittstellenspezifikationen der Modelle zum Ausdruck und sind mit adäquaten Techniken zur Katalogisierung zu beschreiben.

Über semantische Beziehungen hinaus werden in der Anwendungssystementwicklung auch Prinzipien einer *komponentenorientierten Konstruktion* beschrieben. Komponentensysteme können gebildet werden, indem Komponenten in Spezialisierungsbeziehungen auseinander erzeugt sowie durch Aggregationsbeziehungen miteinander kombiniert werden.⁷⁸⁶ Während erste Ansätze der Spezialisierung von Referenzmodellen im Variantenmanagement objektorientierter Referenzmodellierung bereits eingeführt wurden, stellen Aggregationsbeziehungen einen für Komponenten typischen und in der Referenzmodellierung neuen Konstruktionstypen dar. Das für Softwarekomponenten avisierte *Plug-and-Play-Prinzip* stellt in Aussicht, Referenzmodelle zu konstruieren, indem vorgefertigte RMK aus dem verteilten Bestand der VRM bedarfsspezifisch miteinander kombiniert werden.

Eine solche Konstruktion erweitert die bisher verwendeten Techniken der Variantenkonstruktion um die einer kompositionellen Konstruktion nach dem *Baukastenprinzip*.⁷⁸⁷ Während die Variantenkonstruktion in der Fertigungswirtschaft insbesondere für Variationen von Produkten innerhalb gegebener Grenzen eingesetzt wird, findet das Baukastenprinzip zur Rationalisierung innovativer Neukonstruktionen Anwendung, wobei der Konstruktion ein hohes Maß an Flexibilität zugesprochen wird.⁷⁸⁸ Dem Baukastenprinzip liegt die Erkenntnis zugrunde, dass auch innovative Lösungen nicht immer vollständig neuartig sind, sondern wiederkehrende Teilfunktionen beinhalten, die ergänzt und neu kombiniert werden. Zur Herstellung neuartiger Produktsysteme wird daher ein Bestand an solchen Elementen mit definierter Teilfunktion vorgehalten und durch selektive Kombination und individuelle Erweiterung zusammengestellt.

Durch Prozesse der Referenzmodellkombination können nach dem Baukastenprinzip Referenzmodelle aus dem verteilten Bestand der VRM zusammengestellt werden. Darüber hinaus besteht mit Multireferenzmodellierungen die Möglichkeit, auch die Ableitung von Anwendungsmodellen nach dem Baukastenprinzip vorzunehmen. Da derartige Referenzmodelle in einem zur Konstruktionszeit nicht vollständig bekannten Kontext eingesetzt werden können, eignet sich diese Vorgehensweise besonders dann, wenn das Anwendungsfeld des Modells heterogen ist oder einem starken Wandel unterliegt.

Den viel versprechenden Nutzungsmöglichkeiten komponentenorientierter Referenzmodelle stehen jedoch grundlegende Fragen aus Sicht der methodenbezogenen Gestaltung gegenüber. So ist im gegenwärtigen State-of-the-Art eine komponentenorientierte Konstruktion von Referenzmodellen nicht möglich. Eine hierzu benötigte Darstellungstechnik wird in Kapitel 6 entwickelt. Zuvor sind Ausdrucksmöglichkeiten zu schaffen, mit denen etwa eine Spezifikation des Gegenstands, des Inhalts und der Darstellung in Schnittstellen vorgenommen werden kann.⁷⁸⁹ Im Gesamtsystem der VRM hat eine solche Methode zu-

⁷⁸⁶ Vgl. Frank, U. (Component) (1999), S. 14 f.

⁷⁸⁷ Vgl. Schuster, E. (2000), S. 52.

⁷⁸⁸ Vgl. Spur, G. (1994), S. 61, Steinhilper, W., Röper, R. (2000), S. 7.

⁷⁸⁹ Die Bedeutung der Dokumentation zur Findung adäquater Komponenten wird auch in der Literatur zu Softwarekomponenten betont. Vgl. Frank, U. (Component) (1999), S. 13 f.

gleich die unterschiedlichen Profile einzelner Akteure zu berücksichtigen, sodass eine Darstellungstechnik zu entwickeln ist, mit der die Spezifikation des Akteur- und Modellsystems ermöglicht wird. Um einerseits eine standardisierte Beschreibung zu gewährleisten, andererseits aber zugleich signifikante Unterscheidungsmöglichkeiten einzelner Sachverhalte zu bieten, sind Ansätze zur Sprachnormierung und zur Klassifikation zu nutzen. Entsprechend des Gestaltungsbedarfs ist ein adäquater Ansatz zur Klassifikation auszuwählen, der unter Berücksichtigung sprachlicher Normierungen in eine Darstellungstechnik umzusetzen ist.

5.2.3 Darstellungstechnik zur Beschreibung des Akteur- und Modellsystems

5.2.3.1 Arbeiten zur Klassifikation

Das Gesamtsystem der VRM besteht aus dem Akteur- und dem Modellsystem, für die mit der Netzwerkorganisation und der Komponentenorientierung günstige Rahmengestaltungen im organisations- und modellbezogenen Aspekt vorgenommen wurden. Um die Ziele der verteilten Referenzmodellierung zu erreichen, sind beide Systeme adäquat aufeinander abzustimmen. In methodenbezogener Hinsicht ist hierzu eine Darstellungstechnik bereitzustellen, die eine einheitliche Verzeichnung der beiden Teilsysteme ermöglicht und zugleich Aussagen über die Ähnlichkeit der zu beschreibenden Sachverhalte zulässt. So sind Ausdrucksmöglichkeiten zu schaffen, um Akteure hinsichtlich ihrer spezifischen Interessen, Fähigkeiten und Bedarfe ebenso zu beschreiben, wie Modelle hinsichtlich der gegenstands-, inhalts- und darstellungsbezogenen Besonderheiten. Über die Normierung der Beschreibung hinaus ist zu gewährleisten, dass mit der Beschreibung thematische Entsprechungen sichtbar werden.⁷⁹⁰ So sollte z. B. der Konstrukteur eines Referenzmodells zur Lösung eines spezifischen Teilproblems seiner Konstruktion möglichst treffsicher problemrelevante Referenzmodelle finden können; zugleich besteht der Bedarf, andere Akteure zu konsultieren, die im Netzwerk hinsichtlich einer Problemklasse als Experten gelten oder über Erfahrungen aus ähnlichen Konstruktionen verfügen.

Bei der Gestaltung einer solchen Darstellungstechnik kann auf Arbeiten der *Klassifikation* von Wissenseinheiten zurückgegriffen werden, bei denen zwei Grundrichtungen auszumachen sind:

Ansätze zur Entwicklung von Klassifikationstechniken: Ein Bereich befasst sich mit der Entwicklung allgemeiner Techniken zur Klassifikation. Metawissenschaftliche Beiträge bieten hier insbesondere die Disziplinen der Bibliothekswissenschaften und der künstlichen Intelligenz.⁷⁹¹ Neben diesen eher methodenbezogen ausgerichteten Beiträgen werden

⁷⁹⁰ Zur Normierung sind in der Untersuchung des Gestaltungsbedarfs Arbeiten zu Normsprachen von ORTNER sowie Beiträge zur Fachbegriffsmodellierung herausgestellt worden. Vgl. Ortner, E. (1997), S. 28, Kugeler, M., Rosemann, M. (1998), S. 74-90. Von ihnen geht für die Beschreibung des Akteur- und Modellsystems der Problemlösungsbeitrag aus, die zur Beschreibung zu verwendenden Begriffe zu standardisieren. Die Standardisierung wird bei der Entwicklung der Darstellungstechnik berücksichtigt.

⁷⁹¹ Auch als Bibliothekswesen, Ordnungslehre oder Dokumentationslehre bezeichnet, bilden sie den Ausgang der Betrachtung. Anfänge entsprechender Klassifikationssysteme werden bereits von SCHRETTINGER in den 1930er-Jahren vorgestellt. Vgl. Teubner, R. A. (2002), S. 5. Heute zeichnen sich die Beiträge durch die Anwendungsorientierung aus. Vgl. grundlegend Dahlberg, I. (1974), Buchanan, B. (1979), Salton, G., McGill, M. J. (1983), Gaus, W. (1995), Lorenz, B. (1995) sowie die Zusammenstellungen bei Gödert, W. (1990), S. 95 ff., Gödert, W. (1991), S. 1 ff. Auch existieren Beiträge zur allgemeinen Ordnungslehre. Zunehmende Beachtung erlangen Klassifikationsschemata zur Organisation digitaler und internetbasierter Informationsbestände. Vgl. Gödert, W. (1987), Vizine-Goetz, D. (1996), Koch, T. (1998), S. 326 ff., McCray, A. T., Gallagher, M. E. (2001), S. 51-53, Glezer, C., Yadav, S. B. (2001), S. 37-44 und die jeweils dort zitierte Literatur.

mit Arbeiten zu Information-Retrieval-Systemen auch technologiebezogene Aspekte in der Gestaltung berücksichtigt.⁷⁹²

Arbeiten zur Entwicklung von Klassifikationsschemata: In einzelnen Fachdisziplinen interessiert die Anwendung von Klassifikationstechniken zur Findung von Klassifikationsschemata. Diese Schemata dienen als Ordnungsrahmen für Inhalte einer Disziplin. Sie tragen einerseits zur Profilbildung eines Faches bei und sind somit von besonderem wissenschaftlichen Interesse. Andererseits bieten sie einen Rahmen für die Wissensorganisation einer Disziplin und fördern auf diese Weise auch die praktische Anwendung von Erkenntnissen. Sowohl in der Betriebswirtschaftslehre⁷⁹³ als auch in der Wirtschaftsinformatik⁷⁹⁴ haben entsprechende Arbeiten daher eine gewisse Tradition.

Für die Entwicklung einer Technik zur Beschreibung des Akteur- und Modellsystems in der VRM können einzelne Erkenntnisse der Arbeiten genutzt werden. Vorschläge einzelner Klassifikationsschemata geben Aufschluss über das für Beschreibungen zu bietende Ausdrucksspektrum. Mit ihnen wird jedoch eine statische Einzeldarstellung vorgenommen, die den unterschiedlichen Perspektiven der Akteure sowie dem Wandel ihrer Vorstellungen und der Entwicklung gemeinsamer Vorstellungswelten nicht gerecht wird. Hier ist daher vielmehr eine adäquate Klassifikationstechnik zu finden, die zur segmentspezifischen Abstimmung akzeptierter Schemata verwendet werden kann.

Bei der Entwicklung einer solchen Klassifikationstechnik ist zu berücksichtigen, dass sie einen Teilbeitrag im Gestaltungsmix der VRM leistet und damit die Beschreibung durch Gestaltungen in den anderen Aspekten unterstützt wird, diesen gegenüber jedoch auch Anforderungen zu berücksichtigen sind. So vollzieht sich die Entwicklung adäquater Klassifikationsschemata im organisationsbezogenen Bereich durch Koordinationsmechanismen der normativ-kulturellen Netzwerkdimension. Die zu entwickelnde Technik ist somit primär auf die Unterstützung der dort auszuführenden Koordinationsprozesse auszurichten. Formal-wissenschaftliche Anforderungen, wie die der Vollständigkeit, Präzision und Konsistenz⁷⁹⁵, sind durch die Technik nur insoweit zu begünstigen, wie damit die Koordinationsmöglichkeiten nicht eingeschränkt werden. Die sich ausgehend von der organisatorischen Ebene stellenden Anforderungen sind durch zwei Grundanforderungen zu konkretisieren:

(1) **Flexibilität:** Die in der Netzwerkorganisation auszuführenden Koordinationsprozesse stellen besondere Anforderungen an die Flexibilität der Klassifikationstechnik. So sind Ansätze, die von einer Gesamtstruktur ausgehen, ungeeignet, da sie aufgrund in-

⁷⁹² Da jeweils verwandte Probleme behandelt werden, nutzen einzelne Arbeiten Ergebnisse verschiedener Bereiche. Insbesondere setzt auch die Entwicklung von Information-Retrieval-Systemen auf methodenbezogenen Ergebnissen auf. Vgl. Danilowicz, C., Biliński, J. (2001), S. 625-632, Zhang, J., Rasmussen, E. M. (2001), S. 280-285, Zhang, X., Berry, A. W., Raghavan, P. (2001), S. 314-332, Yu, C., Meng, W., Wu, W., Liu, K.-L. (2001), S. 189-191, KOBAYASHI/TAKEDA nehmen eine Untersuchung von Ansätzen zum Information Retrieval im World Wide Web vor. Zu den Ergebnissen vgl. Kobayashi, M., Takeda, K. (2001), S. 150-161.

⁷⁹³ Unterscheidungsmerkmale betreffen z. B. die Branche, Funktionsbereiche und Transaktionsphasen. Vgl. z. B. Küpper, H.-U. (1984). Eine Übersicht über die Entwicklung von Arbeiten zu Betriebstypen in ausgewählten Unternehmensbereichen gibt BRAUN, vgl. Braun (1999), S. 9 f.

⁷⁹⁴ Die Arbeiten reflektieren betriebswirtschaftliche Unterscheidungsmerkmale und nehmen eine auf die Gestaltung von Anwendungssystemen orientierte Konkretisierung ein. Vgl. Hoffmann, W., Scheer, A.-W., Backer, R. (1992), Hars, A. et al. (1992), Chen, P. S., Hennicker, R., Jarke, M. (1992) sowie die Sammlung von Arbeiten bei Fettke, P., Loos, P. (Klassifikation) (2001), S. 51 ff. Herauszustellen ist das Projekt KEBBA (Kooperative Entwicklung von branchen- und betriebstyporientierten Anwendungsarchitekturen) der IBM Anwendungssysteme GmbH und des FORWISS (Bayerischen Forschungszentrums für Wissensbasierte Systeme), in dem ein Schalenmodell entwickelt wurde, das über einen technischen Kern, Basisklassen sowie betriebstypische, branchentypische und unternehmensindividuelle IV-Funktionen verfügt. Vgl. Mertens, P., Holzner, J., Ludwig, P. (1996), Mertens, P. et al. (1997), S. 73 ff., Braun, M. (1999), S. 12 f.

⁷⁹⁵ Vgl. z. B. Gaus, W. (1995), S. 148 f., Fettke, P., Loos, P. (2000), S. 57 ff. und die dort zitierte Literatur.

dividueller mentaler Modelle nicht von sämtlichen Akteuren nachvollzogen und genutzt werden können.⁷⁹⁶ Da die Koordinationsprozesse hingegen in einzelnen kontextspezifischen Segmenten der VRM ausgeführt werden, ist – dem Netzwerk nachempfunden – eine multifokale Klassifikation zu ermöglichen. Hierbei kann die Beschreibung aus Sicht des Gesamtsystems durchaus Inkonsistenzen aufweisen, sofern innerhalb einzelner Segmente eine akzeptierte Terminologie verwendet wird.

- (2) **Erweiterbarkeit:** Da sich die Anforderungen an die Klassifikationstechnik aufgrund der situativen Ziele und Umfeldbedingungen ändern können, ist eine Darstellungstechnik zu entwickeln, die gegenüber dem Beschreibungszweck minimal ist und für spezifische Bedarfe erweitert werden kann. Erweiterungsbedarf stellt sich auf Modellebene durch Besonderheiten der Referenzmodellierung (z. B. Variantendarstellung) sowie auf Organisationsebene durch spezifische Selektionsinteressen (z. B. Suchverfahren). Zudem bringen technologische Entwicklungen neue Verfahren hervor, die in Erweiterungen mit dem für die VRM spezifischen Verfahren zu kombinieren sind (z. B. internetbasierte Technologie).

Eine Klassifikationstechnik, die dem hier verfolgten Beschreibungszweck unter besonderer Berücksichtigung der geschilderten Anforderungen nahe kommt, ist die *Facettenklassifikation*.⁷⁹⁷ Hierbei handelt es sich um eine nicht-hierarchische Klassifikation, mit der ein Sachverhalt unter mehreren Gesichtspunkten gekennzeichnet wird (multikriterielle Beschreibung). Diese Gesichtspunkte sind Facetten, zu denen alternative Ausprägungen vorliegen und die einem Objekt bei der Beschreibung zugewiesen werden.

Das der Facettenklassifikation zugrunde liegende Prinzip bietet für die VRM in mehrfacher Hinsicht Vorteile. Da mit Facetten einzelne Beschreibungseinheiten vorliegen, die nicht in die hierarchische Gesamtstruktur eingebunden sind, ist die Technik sehr flexibel: Einzelne Facetten und deren Ausprägungen können lokal erzeugt sowie – in Abstimmung mit bestehenden Zuordnungen – gelöscht und editiert werden. Zur Beschreibung werden Facetten selektiert und für individuelle Interessen zusammengestellt. Durch die Offenlegung der alternativen Ausprägung einer Facette werden zudem überschaubare und intersubjektiv nachvollziehbare Beschreibungseinheiten gebildet.⁷⁹⁸ Die Einfachheit und Abgeschlossenheit der Beschreibung begünstigt zudem die Erweiterbarkeit der Technik. Für die Referenzmodellierung erweist es sich außerdem als günstig, dass auch bisherige Arbeiten zum Variantenmanagement das Prinzip der Facettenklassifikation zugrunde legen, womit deren Integration gefördert wird.⁷⁹⁹

⁷⁹⁶ Weitere Einschränkungen betreffen die begrenzte Kapazität der Akteure bei zugleich ohnehin selektivem Interesse. Diese Probleme könnten allerdings durch geeignete Gestaltungsmaßnahmen, wie z. B. Filter, im technologiebezogenen Aspekt behandelt werden.

⁷⁹⁷ Die Facettenklassifikation ist aufgrund ihrer Einfachheit und Mächtigkeit ein im Grundprinzip seit langem verwendetes Verfahren, für das insbesondere anwendungsorientierte Schemata entwickelt werden. Vgl. Vickery, B. C. (Hrsg.) (1960). Betriebswirtschaftliche Anwendungen finden sich z. B. zur Marktsegmentierung im Marketing. Die Wirtschaftsinformatik verwendet die Facettenklassifikation auch als eine Methode zur Terminologiebildung. Vgl. Rosemann, M. (1996), S. 22, Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 2.

⁷⁹⁸ Unabhängig vom „Facettenreichtum“ sind Gegenstände jeweils nur hinsichtlich einer Facette zu beschreiben, während das Beschreibungsergebnis durch Relation der Ausprägungen alle Facettenausprägungen berücksichtigt. Auch bei Auswertungen können Selektionen an einzelnen Facetten ansetzen, um z. B. Referenzmodelle zu finden. Eine komplexe Hierarchie, die alle Aspekte reflektiert, tendiert mit zunehmender Größe dazu, intersubjektiv wie bereits subjektiv kaum nachvollzogen zu werden. Die Berücksichtigung von Konstruktion in Netzwerken erhöht den Konsens, mindert jedoch die subjektive Klarheit der Struktur.

⁷⁹⁹ Die Grundlage einer merkmalsorientierten Variantendarstellung schafft SCHÜTTE, vgl. Schütte, R. (1998), S. 209 ff., insbes. S. 211. SCHWEGMANN erweitert die Betrachtung auf die Strukturierung von Merkmalen hinsichtlich der Dokumentation von Beziehungen zwischen Merkmalen sowie die Zuordnung von Variantenmerkmalen zu Bezugsobjekten in einer Bezugsobjektclusterhierarchie. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 157.

Als Nachteil ist der Facettenklassifikation jedoch grundsätzlich entgegenzuhalten, dass Beziehungen zwischen Ausprägungen verschiedener Facetten vernachlässigt werden. Darüber hinaus steigt mit zunehmender Anzahl an Beschreibungskriterien die Anzahl an Facetten und damit die Komplexität der Beschreibung. Für die Kontextdarstellung in der VRM ist daher eine Darstellungstechnik zu konzipieren, die das Prinzip der Facettenklassifikation auf die Beschreibung des Akteur- und Modellsystems überträgt und dabei Konzepte zur Komplexitätsreduktion vorsieht.

5.2.3.2 Darstellungstechnik zur merkmalsgestützten Kontextdarstellung

Der Ansatz zur Beschreibung der Teilsysteme in der VRM besteht darin, eine Darstellungstechnik zu entwickeln, mit der – unabhängig von Akteuren oder Modellen – der *Kontext* der VRM beschrieben werden kann. Durch Anwendung dieser Darstellungstechnik in Koordinationsprozessen sind in einzelnen Segmenten der VRM interaktiv relevante Unterscheidungsmerkmale, wie z. B. Branchen, Aufgaben oder Darstellungsformen, zu vereinbaren. Die Akteure konstruieren somit den *Raum* der Referenzmodellierung, innerhalb dem sich faktisch jeder für die Referenzmodellierung relevante Sachverhalt bewegt. Diese Sachverhalte können einerseits unmittelbar Akteure oder Modelle sein oder abstrakte Phänomene, wie Bedarfe oder Interessen sowie Segmente der VRM. Die Klassifikation erfolgt somit in einem evolutionären Prozess der Klassenbildung und -zuordnung, in dem insbesondere auch eine Anpassung der Kontextstruktur vorgenommen wird, sofern ein Sachverhalt bisher unberücksichtigte Differenzierungsmerkmale aufweist.

Die hierzu erforderliche Darstellungstechnik wird nach dem Prinzip der Facettenklassifikation entwickelt, das durch eine merkmalsgestützte Technik umgesetzt und um Abstraktionskonzepte erweitert wird. Die Strukturmerkmale der konzeptionellen Gestaltung werden in dem in Abb. 69 dargestellten Metamodell zusammengefasst und im Folgenden beschrieben.

Die Grundstruktur der Darstellungstechnik leitet sich aus der Intention ab, den Kontext unabhängig von einzelnen zu beschreibenden Sachverhalten zu konstruieren. Demnach werden Ausdrucksmöglichkeiten vorgesehen, mit denen der Kontext separat gebildet (Kontextbildung) und für situative Beschreibungszwecke zur Kennzeichnung von Sachverhalten genutzt werden kann (Kontextzuordnung).⁸⁰⁰ Zur Behandlung der Subjektivität in Sprachanwendungen setzt die Kontextbildung auf einem normierten Begriffssystem auf, sodass insgesamt eine mehrstufige Standardisierung der Beschreibung erfolgt: Sie betrifft die Vereinbarung von Wörtern und ihrer Bedeutung, deren Verwendung zur Kontextbildung sowie die Beschreibung von Sachverhalten in diesem Kontext. Begriffe stellen die Grundlage zur Formulierung von Struktureinheiten der Kontextbildung dar.

In der *Begriffsbildung* sind die zur Beschreibung zu verwendenden Wörter auszuwählen und hinsichtlich ihrer zeit- und kontextspezifischen Bedeutung einzuführen.⁸⁰¹ Ist der

⁸⁰⁰ Die Bezeichnungen der *Bildung* und *Zuordnung* richten sich nach den vorgeschlagenen Namenskonventionen für Prozessbezeichnungen im Umgang mit Ordnungseinheiten, die im modellbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Prozessgestaltung unterbreitet wurden.

⁸⁰¹ Zur Thematisierung des Begriffs *Begriff* im wissenschaftstheoretischen Kontext vgl. Seiffert, H. (1996), S. 39, Charpa, U. (1996), S. 75 f. und die dort zitierte Literatur. Zu einer knappen Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der Auseinandersetzung mit dem Begriff vgl. Thiel, C. (1994), S. 10 ff. Der Begriff ist bewusst von seiner sprachlichen Repräsentation losgelöst. Er ist das, was sämtliche sprachlichen Ausdrücke darstellen, die füreinander stehen können. Vgl. Seiffert, H. (1996), S. 68, Thiel, C. (1994), S. 9, Röd, W. (1994), S. 54, Stegmüller, W. (Begriff) (1980), S. 61, Weingartner, P. (Extension) (1980), S. 217. Während die *Intention* des Begriffs die Bedeutung der dem Begriff entsprechenden Ge-

Kontext, in dem ein Begriff gilt, bereits merkmalsgestützt dargestellt worden, kann der Begriff hinsichtlich seines Kontextes – analog zu Sachverhalten – beschrieben werden. In diesem Fall stützt sich die Einführung des Begriffs explizit auf andere Begriffe. Allgemein können verschiedene Beziehungstypen zwischen Begriffen unterschieden werden, zu denen insbesondere Synonyme und Antonyme, Analogien sowie Generalisierungs-/Spezialisierungs- und Aggregationsbeziehungen zählen.⁸⁰² Sie bilden Begriffssysteme, die bei einer Einführung durch Explikation normierter Prädikatoren Terminologien darstellen.⁸⁰³

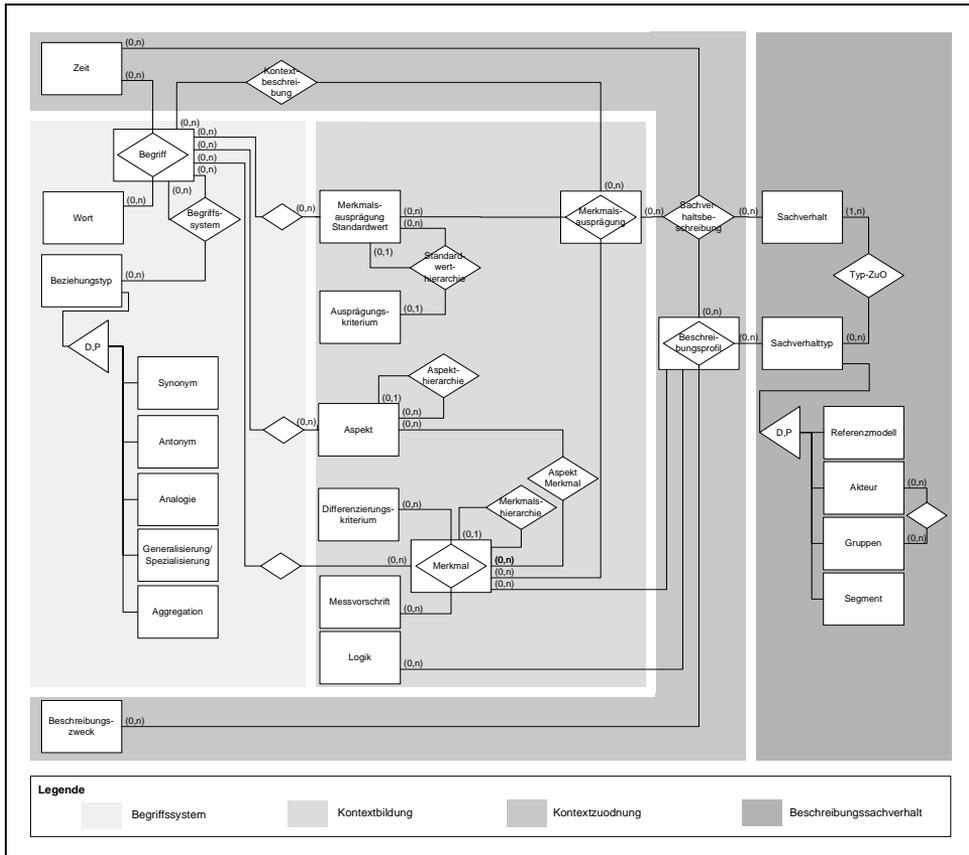


Abb. 69: Metamodell zur merkmalsgestützten Kontextdarstellung

Zur *Kontextbildung* werden anstelle der Facetten allgemeine Merkmale verwendet, die unabhängig von einem zu beschreibenden Sachverhalt sind.⁸⁰⁴ Merkmale repräsentieren

genstände darstellt, kennzeichnet die *Extension* den Umfang des Begriffs und wird durch die Anzahl der einzelnen Gegenstände gebildet, deren Bedeutung er darstellt. Vgl. Seiffert, H. (1996), S. 58 ff., Thiel, C. (1994), S. 11 f., Weingartner, P. (Extension) (1980), S. 217 ff.

⁸⁰² Vgl. Charpa, U. (1996), S. 89 und die dort zitierte Literatur. Die Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehung begründet insbesondere sog. Begriffspyramiden. Vgl. Thiel, C. (1994), S. 12 ff.

⁸⁰³ Die Tätigkeit, einem Gegenstand einen Prädikator zuzusprechen, wird in der Sprachtheorie als *Prädikation* bezeichnet. Vgl. Seiffert, H. (1994), S. 314 f., Seiffert, H. (1996), S. 53, Thiel, C. (1994), S. 13 f. Im wissenschaftlichen Kontext ist die Prädikation explizit vorzunehmen, wobei ein kritisches Maß an Exaktheit gefordert wird. So normierte Prädikatoren werden als Termini, ihre Einführung als Explikation bezeichnet. Vgl. Seiffert, H. (1996), S. 56, Spohn, W. (1980), S. 216 und die dort zitierte Literatur.

⁸⁰⁴ Anzumerken ist, dass die Unabhängigkeit im darstellungstechnischen Sinne zu verstehen ist. Auch bei der Konstruktion des Kontextes spielen subjektive Annahmen über Sachverhalte eine Rolle, die in den Kon-

Kriterien, nach denen der Kontext zu differenzieren ist (Differenzierungskriterium). Zur Darstellung ist für sie eine Messvorschrift anzugeben, nach der alternative Merkmalsausprägungen zu erfassen sind. Je nach Verwendungszweck kann für Merkmale die Vergabe *freier* oder *standardisierter* Ausprägungen vorgesehen sein. Die Angabe freier Ausprägungen ist lediglich durch die Messvorschrift restringiert und erfolgt in Relation zu einem zu beschreibenden Sachverhalt.⁸⁰⁵ Für die eigenständige Kontextbildung sind hingegen standardisierte Ausprägungen zu bilden, die hier als Standardwerte (z. B. Schlagworte) berücksichtigt werden. Die Standardwerte beschreiben somit Kennzeichen der Kontextbildung (z. B. öffentliche Verwaltung), die gegenüber einem Merkmal als Kriterium (z. B. Branche) eine Merkmalsausprägung des Kontextes ergeben (z. B. die öffentliche Verwaltung ist eine Branche).

Mit zunehmendem Umfang des zu konstruierenden Kontextes steigt der Bedarf nach einer Strukturierung der Kontextbildung. Die Wahl eines adäquaten Ordnungsprinzips erweist sich jedoch angesichts der auf organisationsbezogener Ebene zu unterstützenden Koordinationsprozesse als problematisch.⁸⁰⁶ Die Strukturierung sämtlicher Merkmalsausprägungen in einer Hierarchie aus Merkmalen ist ungeeignet, da hiermit das Prinzip der Facettenklassifikation aufgegeben wird und dem Bedarf nach Flexibilität nicht entsprochen werden kann; durch die Bildung vermaschter Strukturen könnten zwar vielfältige Verknüpfungsmöglichkeiten in der Kontextbildung berücksichtigt werden, doch besteht hier die Gefahr, dass mit zunehmender Inanspruchnahme solcher Verknüpfungen eine Kontextstruktur geschaffen wird, deren Internalisierung die kognitiven Fähigkeiten der Akteure übersteigt (lost in hyper space).

Als Lösungsansatz werden hier darstellungstechnisch alternative Strukturierungsmöglichkeiten entwickelt, mit denen Aussagen entsprechend der situativen Anforderungen in Beziehung gesetzt werden können. Hierdurch entsteht die Tendenz, mehrere lose Teilbeschreibungen vorzusehen. Feste Kontextzusammenhänge werden dabei in separaten Hierarchien strukturiert, die in losen Zusammenhängen wieder verwendet werden können. Die einzelnen Konzepte werden in Abb. 70 visualisiert und im Folgenden vorgestellt.

Obwohl sich eine hierarchische Gliederung als alleiniges Ordnungsprinzip als zu inflexibel erweist, etablieren sich durch Koordinationsprozesse der normativ-kulturellen Netzwerkdimension für einzelne Segmente des Systems der VRM gemeinsame *Terminologien*. In der Kontextstruktur führen sie dazu, dass in Teilbereichen stabile Muster vorliegen, für die darstellungstechnisch Hierarchien von Merkmalen sowie von Merkmalsausprägungen verwendet werden können.

(1) **Standardisierung von Kriterienkatalogen in Merkmalshierarchien:** Mit Merkmals-hierarchien können bestehende feste Über- und Unterordnungsbeziehungen zwischen Merkmalen gebildet werden. Sie eignen sich in Situationen, in denen die zur Beschreibung anzusetzenden Kriterien in einer etablierten Form über mehrere Ebenen

text einzuordnen sind. So sind etwa bei der Konstruktion des Kontextes eines Systems der VRM Strukturen zu bilden, die sich zur Unterscheidung von Modellen und Akteuren eignen. Gleichwohl wird die Darstellung dieser Inhalte in Konstrukten vorgenommen, die unabhängig von der Beschreibung eines Sachverhaltes eingesetzt werden können.

⁸⁰⁵ Freie und standardisierte Beschreibungsmerkmale bilden eine vollständig disjunkte Spezialisierung des E-Typen Beschreibungsmerkmal. Da für die separate Kontextdarstellung allein standardisierte Beschreibungsmerkmale von Bedeutung sind, ist zur Förderung der Klarheit (Grundsatz der Darstellungsadäquanz) auf die Darstellung der Spezialisierung verzichtet worden. Gleichwohl können in der Anwendung der VRM auch freie Merkmale verwendet werden.

⁸⁰⁶ Ansätze zur Kontextdarstellung in Informationsmodellen orientieren sich zumeist an hierarchischen Strukturen, die durch Querverbindungen in Strukturen überführt werden. Vgl. z. B. Rupprecht, C., Peter, G., Rose, R. (1999), S. 7 f. Solche Ansätze sind gerade zur intersubjektiven Strukturierung des verteilten Verbunds ungeeignet. Zum einen trifft eine „Schlagwortstruktur“ auf das Problem unterschiedlicher mentaler Modelle der Mitglieder, zum anderen fehlen Abstraktionskonzepte zur Beherrschung der umfangreichen multikriteriellen Unterscheidungsmerkmale.

verfeinert werden. So könnte etwa die Beschreibung von Modelldarstellungen standardmäßig nach Kriterien der Sprachauswahl und -anwendung von Sprachen zu beschreiben sein, wobei die Sprachauswahl hinsichtlich der Formalität, der Erweiterbarkeit und der Implementierungsebene der Sprache zu beschreiben ist.

- (2) **Standardisierung von Ausprägungsstrukturen in Standardwerthierarchien:** Mit der Bildung von Standardwerthierarchien können Abstraktionsbeziehungen zwischen Standardwerten konstruiert werden.⁸⁰⁷ Sie eignen sich insbesondere, wenn Merkmalsausprägungen nach einem etablierten Schema differenziert werden, in dem der Standardwert einer übergeordneten Ebene durch alternative Werte der darunter liegenden Ebene konkretisiert werden kann.⁸⁰⁸

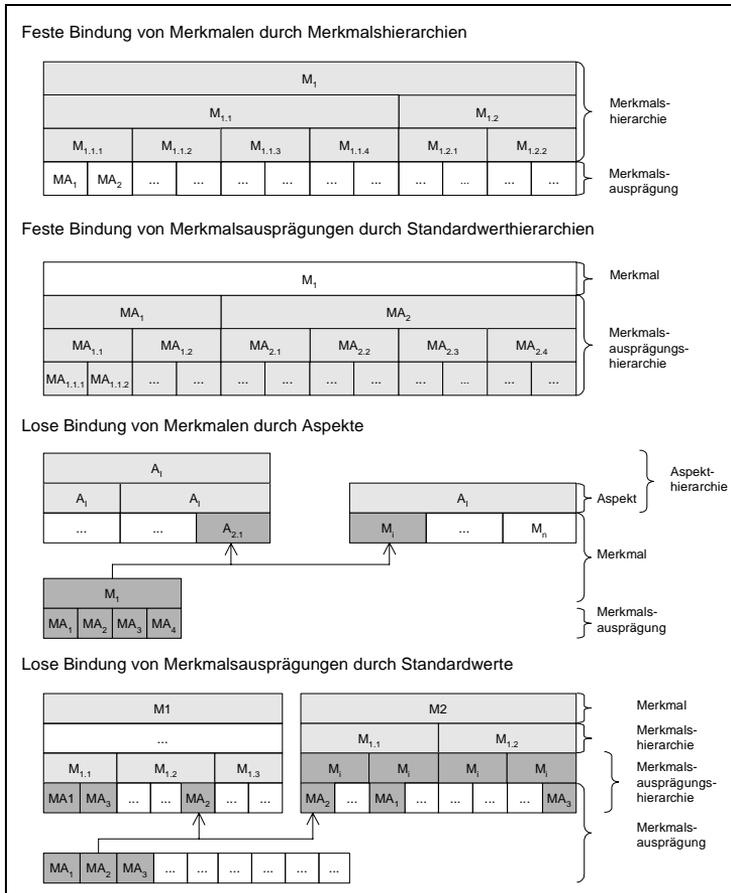


Abb. 70: Abstraktionskonzepte zur merkmalsgestützten Kontextdarstellung

⁸⁰⁷ Die Verwendung von Standardwerten zur Bildung von Hierarchien macht deutlich, dass sie nicht allein auf unterster Hierarchieebene vorkommen. Somit ist bei der Kontextbildung zu beachten, welche wahrgenommenen Termini als Merkmale und welche als Standardwert darzustellen sind. Ausschlaggebend ist die Frage, ob ein Terminus zur Kennzeichnung eines Sachverhalts zu verwenden ist. Ist dieses der Fall, liegt ein Standardwert einer Merkmalsausprägung vor (z. B. semi-formal). Merkmale grenzen sich hingegen gerade dadurch ab, einem Sachverhalt nicht zur Beschreibung zugewiesen werden zu können (z. B. Formalität).

⁸⁰⁸ So können zum Beispiel unternehmensbezogene Aufgaben nach dem Schema der Wertkette von PORTER zunächst in primäre und unterstützende Aktivitäten unterschieden werden. Auf konkreterer Ebene werden als Ausprägungen zu primären Aktivitäten *Eingangslgistik, Operationen, Ausgangslgistik, Marketing und Verkauf* sowie *Service* angeboten und zu den unterstützenden Aktivitäten entsprechend *Unternehmensinfrastruktur, Human Ressource Management* und *technologische Entwicklung*. Zur Wertkette vgl. Porter, M. E. (1999), S. 63 ff., insbes. S. 66 ff.

Standardwerthierarchien in der hier beschriebenen Grundform eignen sich zur Kontextbildung, wenn zwischen den durch die Standardwerte ausgedrückten Phänomenen eine Spezialisierungsbeziehung besteht. Sind auch Aggregationsbeziehungen zu berücksichtigen (z. B. ein Computer und seine Bestandteile), so wäre für diese Unterscheidung ein Merkmal einzuführen (z. B. Computerbestandteile). Um die Konstruktion dieser Beziehungen direkt zwischen Standardwerten vornehmen zu können, sind die Eintragungen in der Hierarchie jeweils paarweise um logische Operatoren zu erweitern. In einer solchen Ausbaustufe könnten logische Operatoren auch auf die Beziehung zwischen Merkmalen und den ihnen zugeordneten Standardwerten ausgeweitet werden.⁸⁰⁹

Die durch Hierarchien darzustellenden etablierten Muster des Kontextes können in verschiedenen Systematiken wieder verwendet werden. Hierzu sind sie im Außenverhältnis lose in übergeordnete Strukturen einzubauen. Für die *Wiederverwendung* von Merkmalen wird hierzu das Konstrukt des Aspekts eingeführt, während die Beziehung für Standardwerte über Merkmalsausprägungen und Merkmale zu gestalten ist.

- (1) ***Wiederverwendung von Merkmalen in Aspekten:*** Ein *Aspekt* repräsentiert einen Teil des Kontextes, der durch situative Zusammenfassung mehrerer Merkmale beschrieben wird.⁸¹⁰ Darstellungstechnisch wird mit dem Aspekt somit eine Gruppierung von Merkmalen vorgenommen. So kann z. B. ein Aspekt zur Differenzierung von Modelldarstellungen Merkmale hinsichtlich der Darstellungstechnik (z. B. Formalität: formal, semi-formal, unformal) und der Perspektive (z. B. Rolle: Organisationssystem- oder Anwendungssystemgestaltung) zusammenfassen. Zur Wiederverwendung kann es im gewählten Beispiel etwa kommen, wenn Merkmale zur Kennzeichnung von Perspektiven ebenso zur Differenzierung von Akteuren dienen (z. B. Rolle). Für umfassendere Beschreibungsvorhaben sind *Aspekthierarchien* einzurichten. So kann z. B. die Differenzierung von Modelldarstellungen selbst in einen umfassenderen Aspekt zur Unterscheidung von Modellen eingebettet werden, in den auch Beschreibungen von Modellgegenständen und -inhalten aufgenommen werden.
- (2) ***Wiederverwendung von Standardwerten in Merkmalsausprägungen:*** Die separate Konstruktion von *Standardwerten* ermöglicht zugleich deren Nutzung in unterschiedlichen Merkmalsausprägungen. Neben dem Effekt der Wiederverwendung von Merkmalshierarchien wird es hierdurch möglich, Merkmalsausprägungen aus unterschiedlichen Strukturierungen auf identische Standardwerte zulaufen zu lassen. Durch die Verwendung des Ausprägungskriteriums kann eine solche Integration nicht nur gegenüber Merkmalen, sondern ebenso gegenüber Standardwerten unterschiedlicher Hierarchien vorgenommen werden. Zwar ist hierbei zu beachten, dass namensgleichen Standardwerten je nach Verwendung in Merkmals- und Standardwerthierarchien eine unterschiedliche Bedeutung zukommen kann, doch besteht insbesondere

⁸⁰⁹ Entsprechend der Intention der Entwicklung der Methode zur Kontextdarstellung wird von der Umsetzung dieser Erweiterung zugunsten der Klarheit der Grundstruktur abgesehen. Zudem ist die Akzeptanz einer derartigen Erweiterung der Komplexität nicht nur hinsichtlich der Konstruktion, sondern auch hinsichtlich der Anwendung der Klassifikation zu prüfen und gegenüber der Umsetzung auf Basis von Merkmalen zu bewerten. Konzeptionell sind Arbeiten zur Thesaurenentwicklung zu nutzen, in denen differenzierte Begriffssysteme aufgebaut werden. Zu nennen ist z. B. das im GIPP-Projekt erstellte Metamodell, vgl. GIPP (Ergebnis) (1998). Weitere zu unterscheidende Beziehungen zwischen Wörtern sind insbesondere Homonyme, Synonyme und Verweise.

⁸¹⁰ Ansätze zur aspektorientierten Konstruktion werden gegenwärtig vermehrt in die Wirtschaftsinformatik eingebracht. Ausgangspunkt ist der Vorschlag des Paradigmas der aspektorientierten Programmierung in der Anwendungssystementwicklung („aspect oriented programming“). Vgl. Kiczales, G. et al. (1997), S. 220 ff., Walker, R. J., Baniassad, E. L. A., Murphy, G. C. (1998), AOSD (2002), Überlegungen zur aspektbasierten Klassifikation finden sich auch bei Fettke, P., Loos, P. (Klassifikation) (2001), S. 251 f. Strukturell stellen sie reine Gruppierungen von Merkmalen dar, deren Potenzial durch Ausrichtung der Gruppen auf spezifische Beschreibungsinteressen entsteht.

dort ein großes Einsatzpotenzial, wo Strukturen unterschiedliche Perspektiven auf gleiche Phänomene reflektieren.⁸¹¹

Die Integration der Teilsysteme der VRM wird dadurch vorgenommen, dass sämtliche Sachverhalte gegenüber der gebildeten Kontextstruktur beschrieben werden. Darstellungstechnisch sind hierzu Zuordnungen zwischen Merkmalsausprägungen und den zu beschreibenden Sachverhalten vorzunehmen. Zur Komplexitätsreduktion ist der Zugriff auf die Kontextstruktur über *Beschreibungsprofile* zu gestalten, mit denen eine Komposition von Merkmalen zur Beschreibung eines Typs von Sachverhalten erfolgt, die für einen spezifischen Beschreibungszweck als relevant erachtet werden. Somit wird eine standardisierte Beschreibung vorbereitet, in der Sachverhalte durch Kombination der Merkmalsausprägungen sämtlicher Merkmale gekennzeichnet werden. Wird ein Sachverhalt durch Zuweisung mehrerer Merkmalsausprägungen beschrieben, werden die Merkmale im Profil per Konjunktion miteinander verknüpft. Zur Gestaltung komplexer Aussagen zur Beschreibung sind Verknüpfungen mit Junktoren vorzunehmen. Die damit geschaffenen zusätzlichen Ausdrucksmöglichkeiten sind im Einzelfall den gesteigerten Anforderungen an die Handhabung und intersubjektive Nachvollziehbarkeit der Beschreibung gegenüberzustellen.

Das Konstrukt des *Beschreibungszwecks* eröffnet die Möglichkeit, verschiedene Profiltypen zu bilden, mit denen z. B. strukturanaloge Profile für Differenzanalysen in unterschiedlichen Ausprägungen vorgehalten werden (Fähigkeits-, Anforderungs- und Interessenprofile). Mit der Zusammenstellung von Merkmalen werden zugleich die ihnen assoziierten Merkmale und Merkmalsausprägungen sowie die relevanten Teilbäume ihrer Hierarchien wieder verwendet. Bei der Zusammenstellung der Profile können übergeordnete Merkmale und Aspekte samt Hierarchien genutzt werden. Aufgrund der multikriteriellen Strukturierung des Kontextes werden einzelne Sachverhalte der VRM mit ihrer Beschreibung innerhalb eines n-dimensionalen Raums positioniert.⁸¹² Demnach ist jedes Merkmal als eine Dimension zu interpretieren, deren Dimensionsbezugsobjekte die Merkmalsausprägungen sind, die in hierarchischer Struktur vorliegen können.⁸¹³

Ausgehend von dieser Strukturanalogie weist der Raum der VRM gegenüber der dimensionalen Analyse quantitativer Daten einige Besonderheiten auf. So sind die Bezugsobjekte (hier: Merkmalsausprägungen) *nicht* mit Kennzahlen zu Fakten zu verbinden.⁸¹⁴ Fakten stellen – im übertragenen Sinne – vielmehr die Zuordnungen von Merkmalsausprägungen zu Sachverhalten der VRM dar. Der innerhalb der Dimensionen aufgespannte Raum ist damit relativ „unterorganisiert“.⁸¹⁵ So existiert eine vergleichsweise große Anzahl an Dimensio-

⁸¹¹ So könnte es etwa der Präferenz der einen Gruppe entsprechen, Aufgaben nach dem Modell der Business Systems von MCKINSEY zu differenzieren, während eine andere der Wertkette von PORTER folgt. In beiden Fällen könnte aber der identische Standardwert *Verkauf* erreicht werden. Zu Business Systems von MCKINSEY vgl. Bales, F. et al. (1980), S. 6, zitiert nach Ghemawat, P. (2000), S. 18 f.

⁸¹² Vergleichbare Strukturen werden in Anwendungssystemen für die dimensionale Datenanalyse gebildet. Zu nennen sind insbesondere Konzepte des Online Analytical Processing (OLAP). Vgl. Codd, E. F., Codd, S. B., Salley, C. T. (1993), S. 3. Zur Einführung vgl. Holten, R. (1999), S. 49-56, Bensberg, F. (2001), S. 125-129 und die dort zitierte Literatur. Einen konzeptionellen Ansatz zur Dimensionalisierung als Strukturkonzept beschreibt HOLTEN, vgl. Holten, R. (1999), S. 82 ff.

⁸¹³ Die Bezeichnungen werden in der Terminologie des „Bezugsobjekt- und Dimensions-Clusters“ im *FIS Metamodell* von HOLTEN vorgenommen. Vgl. Holten, R. (1999), S. 88. Dimensionen dienen zur sachlichen-zeitlichen Strukturierung des Untersuchungsfelds. Jeder Dimension sind Dimensionsbezugsobjekte zugeordnet, die eine hierarchische Struktur bieten. Vgl. Holten, R. (1999), S. 85. Der Raum der Bezugsobjekte kennzeichnet die für einen Zweck als relevant erachteten strukturellen Abhängigkeiten innerhalb einer Domäne. Vgl. Holten, R. (1999), S. 87. Vgl. auch Gabriel, R., Gluchowski, P. (1997), S. 25.

⁸¹⁴ Vgl. dazu im FIS Metamodell Holten, R. (1999), S. 94.

⁸¹⁵ Der Begriff der *Unterorganisiertheit* kennzeichnet das Phänomen offener Strukturierungspotenziale. Der erwartete Nutzen der gebotenen Freiheitsgrade wird größer eingeschätzt als der Nutzen zusätzlicher Strukturierungen. Das Ausmaß der Organisiertheit korreliert insbesondere mit den auf organisationsbezogener Ebene getroffenen Maßnahmen zur Qualitätssicherung.

nen, deren Bezugsobjekte jedoch nur selektiv in Beschreibungen beteiligt sind. Zudem sind sie untereinander lediglich segmentspezifisch abgestimmt⁸¹⁶ und können auch lokal durch Hinzunahme eines Merkmals erweitert werden. Innerhalb des gesamten Raums existieren damit inhaltliche Überlappungen der Dimensionen, die auch darin zum Ausdruck kommen können, dass durch die Wiederverwendung von Standardwerten gleiche Dimensionsbezugsobjekte in unterschiedlichen Dimensionen verwendet werden.

Der multifokalen Netzwerkorganisation der VRM entspricht es, dass sich Akteure in kontextspezifischen Segmenten koordinieren. In der merkmalsgestützten Kontextdarstellung sind zur Konstruktion dieser Segmente *Cluster* zu bilden. Sie werden durch Schnittlegungen innerhalb des n-dimensionalen Raumes gebildet und erzeugen so selektive Ordnungseinheiten. Ein auf den zweidimensionalen Fall reduziertes Beispiel zeigt Abb. 71.

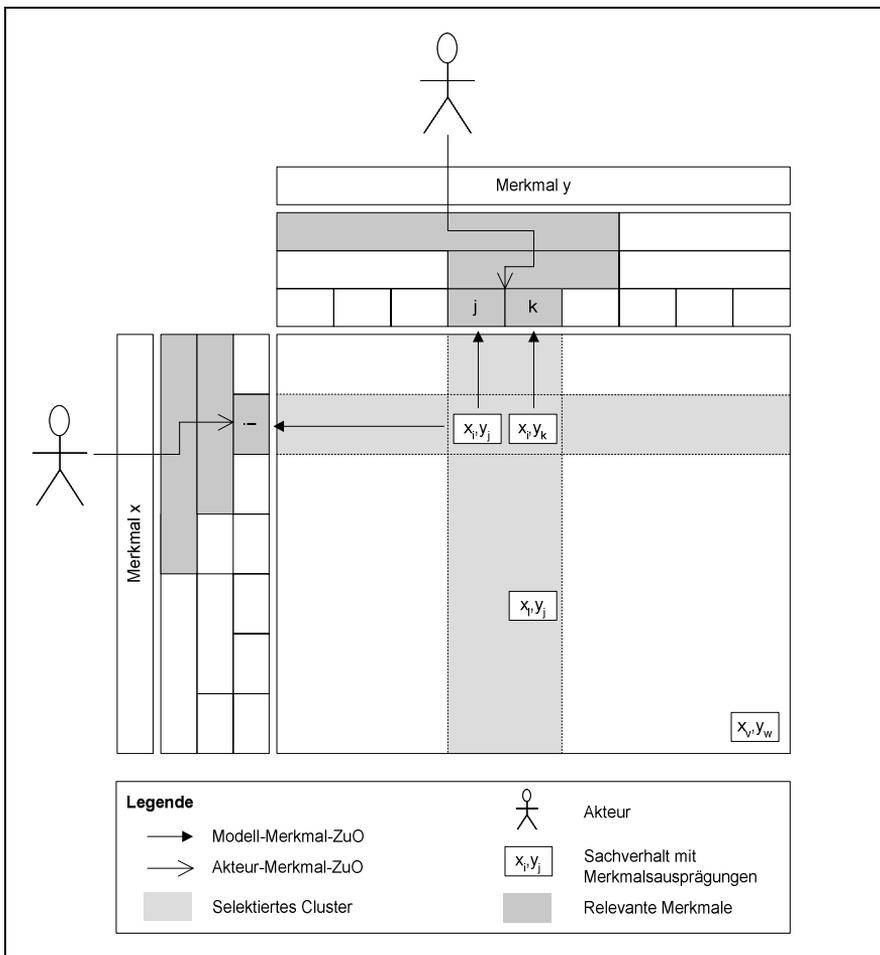


Abb. 71: Cluster-Bildung im n-dimensionalen Raum der VRM

Cluster werden im Metamodell der Darstellungstechnik als spezielle Sachverhalte behandelt, die somit – ebenso wie Akteure und Modelle – durch ein Profil beschrieben werden.

⁸¹⁶ Besteht der Bedarf, Sachverhalte unterschiedlicher Segmente miteinander zu vergleichen, können *Beziehungsmodelle* erstellt werden, in denen die Terminologien verschiedener Kontexte aufeinander abgebildet werden.

Für die Beschreibung eines Clusters sind demnach relevante Merkmale und jeweilige Merkmalsausprägungen zu selektieren. Hinsichtlich des Prozesses der Cluster-Bildung kann zentral oder dezentral vorgegangen werden.

- (1) **Zentrale Bildung von Clustern:** Die zentrale Bildung eignet sich für zielgerichtete Vorhaben, die organisiert vorgenommen werden, wie z. B. Suchprozesse oder die Konstituierung von Projektgruppen. Hierzu ist das Profil des Clusters zentral vorzugeben, indem auf Basis selektiver Merkmale und Merkmalsausprägungen eine logische Bedingung formuliert wird, anhand derer über die Zugehörigkeit zum Cluster zu entscheiden ist. Gegenüber den Profilen zur Beschreibung von Sachverhalten innerhalb des Raums der VRM sind hier als logische Verknüpfungen neben der Konjunktion auch die Disjunktion, die Antivalenz und die Negation sowie aus ihnen zu bildende komplexere logische Operationen zu berücksichtigen.
- (2) **Dezentrale Bildung von Clustern:** Eigendynamische Prozesse werden durch dezentrale Cluster-Bildung gefördert. Sie erfolgt allein auf Basis der Profile einzelner Sachverhalte, indem Cluster dort entstehen, wo sich die Merkmalsausprägungen einzelner Sachverhalte entsprechen. Das Zustandekommen der Cluster sowie die Zugehörigkeit zu ihnen erfolgt damit dynamisch. Da die Cluster auf Basis von Merkmalsausprägungsrelationen gebildet werden, können einzelne Sachverhalte entsprechend ihres Profils zugleich mehreren Clustern angehören. So können sich z. B. Interessensgemeinschaften bilden, die sich auf den persönlichen Profilen der Akteure begründen. Konzeptionell liegt auch hier eine logische Verknüpfung vor, die in Adjunktionen der Merkmalsausprägungen im Beschreibungsprofil besteht.

Die Zuordnung von Sachverhalten zu einem Cluster erfolgt bei beiden Vorgehensweisen dezentral auf Basis eines Profilvergleichs (Cluster-Profil-Konzept). Somit gehört ein Sachverhalt einem Cluster an, sobald eines seiner Profile die dem Profil des Clusters zugrunde liegenden logischen Bedingungen erfüllt.

Die entwickelte Darstellungstechnik schafft die Möglichkeit, den Kontext im System der VRM zu konstruieren. Im Gestaltungsmix der VRM ist sie daher von zentraler Bedeutung, da die mit ihr konstruierten Modelle den Raum beschreiben, innerhalb dem sich die Konstruktionsprozesse vollziehen. Zur Realisierung der Prozesse ergänzt sich die Methode mit technologiebezogenen Gestaltungen: Einerseits wird die Handhabung der Kontextdarstellung durch den Einsatz einer computergestützten Plattform begünstigt; andererseits nutzt die Plattform die Methode, um die koordinationspezifischen Dienste zu implementieren.

5.2.4 Technologische Plattformen zur Unterstützung der Koordinationsprozesse

5.2.4.1 Architekturprinzip von Virtual-Community-Plattformen

Zur Realisierung verteilter Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen wird eine informationstechnische Plattform benötigt, die eine effiziente Abwicklung der Koordinationsprozesse gewährleistet. Die Untersuchung der Gestaltungsanforderungen hat ergeben, dass Systeme nach dem Prinzip von Virtual-Community-Plattformen geeignet erscheinen, in dem gegebenen heterogenen Systemumfeld eine adäquate Vernetzung zwischen Akteuren und Modellen herzustellen. Im Folgenden ist zu untersuchen, welches Architekturprinzip diesen Plattformen zugrunde liegt, sodass es auf die Gestaltung des technologischen Aspekts in der VRM übertragen werden kann. Die Ergebnisse bilden den Ausgangspunkt für die Entwicklung des Prototypen referenzmodelle.de.

Virtual Communities (VC) sind im weitesten Sinne verteilte *Interessensgemeinschaften*, deren Koordination auf einer gemeinsamen Informations- und Kommunikationsplattform erfolgt.⁸¹⁷ Zur Konkretisierung des Begriffs werden VC hier im Sinne von SCHUBERT aufgefasst:

*Eine Virtual Community stellt den Zusammenschluss von Akteuren dar, die gemeinsame Werte und Interessen teilen und die über längere Zeit auf computergestützten Medienplattformen, orts- und (teilweise auch) zeitunggebunden in einem gemeinsamen semantischen Raum kommunizieren.*⁸¹⁸

Während die organisationsbezogenen Phänomene durch die Koordinationsform des Netzwerks zu erklären sind, bringen Virtual Communities als spezifischen Aspekt das Gestaltungspotenzial computergestützter technologischer Plattformen zur Unterstützung der Koordination der Akteure in der Gemeinschaft ein.⁸¹⁹ Dieser Aspekt wird hier mit dem Begriff der *Virtual-Community-Plattform* (VC-Plattform) herausgestellt.

Trotz der Verschiedenartigkeit potenzieller Interessen weisen VC-Plattformen eine durchaus typische Architektur auf. So lassen sich zwei Typen von Diensten dieser Plattformen erkennen:

- (1) **Gemeinschaftsbildende Basisdienste:** VC-Plattformen verfügen über Dienste, mit denen die Grundlage der verteilten und insbesondere sozialen Interaktion gelegt wird. Diese umfassen maßgeblich Möglichkeiten der Kommunikation (z. B. Chat, Newsgroups), Persönlichkeitsprägung (z. B. Nickpage, Buddylist) und Gesellschaftsbildung (z. B. Historie).⁸²⁰ Diese gemeinschaftsbildenden Basisdienste sind somit unabhängig von dem *spezifischen* Interesse der VC und somit als Standard in VC-Plattformen vorzusehen.
- (2) **Interessenstypische Dienste:** Als Anziehungspunkt jeder einzelnen Community sind darüber hinaus interessentypische Dienste zu bieten, die die spezifischen Koordinationsprozesse des Verbunds unterstützen (z. B. Verbraucherinformationen, Lernprozesse). Ein besonderes Qualitätsmerkmal der Plattform besteht darin, auch die com-

⁸¹⁷ Der Begriff und die Konzeption der Virtual Community (dt.: virtuelle Gemeinschaft) gehen auf die Arbeit von RHEINGOLD zurück. Vgl. Rheingold, H. (1993). HAGEL/ARMSTRONG beschreiben Einsatzmöglichkeiten im Unternehmensumfeld. Vgl. Hagel, J. III, Armstrong, A. G. (1997), S. 57 ff. Zu einer Gegenüberstellung unterschiedlicher Definitionen vgl. Schubert, P. (1999), S. 29. SCHUBERT differenziert verschiedene Blickwinkel, die als Ausgangspunkt der Unterscheidung von VC dienen. Unterschieden werden Interessensgemeinschaften („communities of interest“), die nach dem Blickwinkel des Zwecks bereits als eine (terminologisch) besondere Form von VC angesehen werden. Diesen werden insbesondere Netzgemeinschaften nach dem Blickwinkel des Mediums gegenübergestellt. Vgl. Schubert, P. (1999), S. 32 ff. Da allerdings gerade ein gemeinsames Interesse die VC konstituiert, werden VC hier als spezielle Interessensgemeinschaften eingeführt. Anzumerken ist jedoch, dass nicht jede Interessensgemeinschaft den Merkmalen einer VC genügt.

⁸¹⁸ In enger Anlehnung an Schubert, P. (1999), S. 30, Lechner, U. et al. (1998), S. 8. Anpassungen sind hinsichtlich des hier verfolgten Akteur- und Medienbegriffs vorgenommen worden: SCHUBERT sieht den Zusammenschluss zwischen Individuen oder Organisationen, die hier mit Akteuren repräsentiert sind. Anstelle der computergestützten Medienplattform verwendet sie den Begriff der elektronischen Medien. Zum Medienbegriff von LECHNER ET AL. vgl. Fn. 319.

⁸¹⁹ Die Bedeutung der Technologie für virtuelle Gemeinschaften wird in der Literatur durchaus diskutiert. Nicht zu vernachlässigen sind dabei die für virtuelle Gemeinschaften wesentlichen Aspekte der im Rahmen einer gemeinsamen Zielverfolgung stattfindenden selbst organisierenden und gemeinschaftsbildenden Effekte. Diese werden allerdings weitestgehend durch die für Netzwerke typischen Koordinationsmechanismen beschrieben, sodass der durch die Betrachtung *virtueller* Gemeinschaften zusätzlich eingebrachte Aspekt im informations- und kommunikationstechnischen Gestaltungspotenzial gesehen wird. Zur Positionierung der Technologie im Sinne eines „enablers“ vgl. auch Stoltermann, E. (1999), S. 7 f., Mambrey, P. (Research) (1999), S. 3.

⁸²⁰ Zu den auf die gesellschaftlichen Phänomene ausgerichteten Gestaltungsansätzen vgl. z. B. Mambrey, P. (Research) (1999), S. 3, Mambrey, P. (Culture) (1999), S. 18 ff., Gurstein, M. (1999), S. 22, Schinzer, H., Steinacker, B. (2000), S. 96 ff., Schubert, P. (1999), S. 111 ff., Beinhauer, M. et al. (1999), S. 406 ff.

munitytypischen Dienste auf interessensspezifische Elemente zu übertragen.⁸²¹ So sind etwa für Freizeit-, Forschungs- und Geschäftsgemeinschaften⁸²² spezifische Interessensgebiete zu belegen sowie eine auf diese ausgerichtete Gesellschaftsbildung zu bieten.⁸²³

Ein Beispiel einer auf das Themengebiet der Wirtschaftsinformatik gerichteten Virtual Community ist die vom Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität des Saarlandes betriebene Community *Processworld*.⁸²⁴ Das konstituierende Interesse besteht hier im Wissensaustausch zu Themen des Geschäftsprozessmanagements.⁸²⁵ Die Plattform sieht die Behandlung von sieben Themengebieten vor, zu denen als Dienste jeweils ein Diskussionsforum (discussion), eine Sammlung von Publikationen (content) und Empfehlungen zu Büchern (books) und Internetadressen (links) angeboten werden.

Die VC-Plattform von *Processworld* weist maßgeblich gemeinschaftsbildende Basisdienste auf, die zur Ausrichtung auf das verfolgte Interesse in Relation zu jeweils einem der vorgegebenen Themen angeboten werden. Diese Plattform ist damit als spezielle Interessensgemeinschaft im Umfeld der VRM zu nutzen, erfüllt jedoch nicht die zur Abwicklung der Koordinationsprozesse zu stellenden Anforderungen. Die für die VRM vorzusehenden Dienste werden im Folgenden mit der Vorstellung von referenzmodelle.de und dem der Entwicklung zugrunde liegenden Ordnungsrahmen vorgestellt.

5.2.4.2 Vorstellung des Prototypen referenzmodelle.de

Im technologiebezogenen Aspekt der Prozessgestaltung ist die Plattform einer Community zu entwickeln, deren konstituierendes Interesse in der differenzierten Partizipation⁸²⁶ am System der VRM besteht. Die Plattform hat hierzu die verteilten Akteure und Modelle derart zusammenzuschließen, dass zielgerichtete Austausch- und Diskursprozesse möglich werden, in denen eine gemeinsame Entwicklung von Konstruktionswissen erfolgen kann. Das Profil einer hierzu benötigten Plattform wird in Abb. 72 in einem Ordnungsrahmen veranschaulicht, der die Grundlage der Implementierung des Prototypen referenzmodelle.de

⁸²¹ Insbesondere sind beide Dienste damit nicht nebeneinander anzubieten. Vielmehr sind bedarfsorientiert selektive Relationen herzustellen, wie in dem folgenden Vorschlag einer VC-Plattform für die VRM gezeigt wird. Die besonderen Aspekte der Konfiguration der Dienste betont auch Schubert, P. (1999), S. 116.

⁸²² Es existieren verschiedene Unterscheidungsmerkmale virtueller Gemeinschaften. Hier wird die Systematik nach SCHUBERT aufgegriffen, die den Ansatz von HAGEL/ARMSTRONG erweitert. Vgl. Schubert, P. (1999), S. 32 ff., Hagel, J. III, Armstrong, A. G. (1997), S. 141 ff. Vgl. auch Beinhauer, M. et al. (1999), S. 409 ff., Brunhold, J., Merz, H., Wagner, J. (2000), S. 31 ff.

⁸²³ So kann z. B. in Spielgemeinschaften als spezielle Freizeitgemeinschaften die gemeinsame Entwicklung von Strategien Gegenstand der Beziehung sein, in Forschungsgemeinschaften hingegen der Austausch von Publikationen. Austauschbeziehung in Geschäftsgemeinschaften kann die Koordination verteilter Geschäftsmodelle (z. B. electronic malls) oder Entwicklungsprojekte sein. Ein konkretes Beispiel für die Ausrichtung des interessensspezifischen Teils auf Transaktionsunterstützung durch Schaffung eines partizipativen elektronischen Produktkatalogs bietet die *PEP-Architektur*. Vgl. Schuber, P. (1999), S. 154 ff. Einen Überblick zu Gemeinschaften geben Schinzer, H., Steinacker, B. (2000), S. 97.

⁸²⁴ Vgl. Processworld (2002), Beinhauer, M. et al. (1999), S. 424 ff.

⁸²⁵ Behandelt werden vorgegebene Themen: (1) e-business process engineering, (2) e-business process execution, (3) e-business process controlling, (4) customer relationship management, (5) knowledge management, (6) supply chain management, (7) quality management. Vgl. Processworld (2002).

⁸²⁶ Der Differenzierung ist immanent, dass zwar ein gemeinsames gegenständliches Interesse vorliegt, gleichwohl einzelne Teilnehmer jedoch durchaus individuell divergierende Anreiz-Beitrags-Relationen aufweisen. Nutzenbeurteilungen differenzieren zumeist zwischen Nutzern und Betreibern, können hier jedoch angesichts der im Konzept der VRM eingeführten Rollen verfeinert werden. Vgl. Beinhauer, M. et al. (1999), S. 420 ff. Zur Anreiz-Beitrags-Theorie vgl. Barnard, C. H. (1938), Simon, H. A. (1949) sowie die Einführung im organisationsbezogenen Aspekt der Prozessgestaltung.

le.de bildet. Die Grundfunktionalität ist im Folgenden einzuführen. Spezielle Dienste werden entsprechend ihres Beitrags zur Unterstützung der Prozesse in der Problemlösungstechnik zur VRM vorgestellt.

Die Gesamtstruktur des Ordnungsrahmens ist durch die Anforderung geprägt, Akteure und Referenzmodelle (vertikale Achse) für Koordinationsprozesse der VRM (horizontale Achse) zusammenzuschließen. Informationstechnisch sind hierzu adäquate Datenstrukturen zu schaffen (Systemeigenschaften), auf denen die für die Prozesse erforderlichen Dienste zu implementieren sind (Systemverhalten).

Daten der VRM-Plattform

Hinsichtlich der Daten ist der Raum der VRM zu gestalten, innerhalb dem die relevanten Sachverhalte positioniert und beschrieben werden. Die hierzu benötigten Datenstrukturen sind dem Metamodell zur merkmalsgestützten Kontextdarstellung zu entnehmen.⁸²⁷ Entsprechend wird der *Kontext* gebildet und eine Beschreibung von *Akteuren* sowie *Modellen* vorgenommen. Für die praktische Implementierung sind weitere Daten von Bedeutung. So sind als originäre Daten Repräsentationen der Modelle (z. B. als BLOB⁸²⁸) sowie Beschreibungen zu Mitgliedern (z. B. Authentifizierungsdaten) zu erfassen. Zudem kann die Attraktivität der Plattform durch Aufnahme externer Wissensquellen (z. B. Special Interest Communities) erhöht werden, die datenmäßig als zusätzliche Sachverhalte behandelt werden (z. B. Recherchesysteme). Im Ordnungsrahmen werden hierzu einzelne Datencluster eingezeichnet. Ihre Anordnung reflektiert ihre relative Bedeutung gegenüber dem Umfeld der Plattform sowie gegenüber den Koordinationsprozessen. Die unterschiedlichen Datentypen werden in den folgenden Ausführungen charakterisiert.

VRM-Strukturdaten: Die VRM-Strukturdaten umfassen die Kontextdarstellung anhand von Standardwerten, Merkmalen und Aspekten, die hier um weitere Stammdaten des Verbunds ergänzt werden. In der Terminologie der Netzwerkorganisation repräsentieren die Strukturdaten explizite Teile des Netzwerkmodells, das Werte, Normen und die Kultur reflektiert und somit gemeinsame Vorstellungswelten für die Konstruktion der Referenzmodelle beschreibt. Standardmäßig erfolgt eine Deklaration der Ziele, die in einzelnen Segmenten vereinbart werden. Demnach kann z. B. das entwickelte mehrdimensionale Zielsystem auf Basis der GoM gespeichert werden. Weitere Strukturen betreffen neben Profilstrukturen zur Beschreibung typischer Sachverhalte auch die Einrichtung weiterer Ordnungseinheiten, wie z. B. Themen, Projekte und Arbeitsbereiche. Anhand der Kontextdarstellung und den Profilen werden Modelle und Akteure beschrieben. In beiden Datenclustern sind zudem auch originäre Daten zu speichern.

Modelldaten: Als Modelldaten sind neben den Profilen auch die Repräsentationen der Modelle zu speichern. Diesbezüglich stellen sich angesichts der Heterogenität der verwendeten Anwendungssysteme zur Erzeugung und Verwaltung von Modellen Probleme hinsichtlich der Wahl des Dateiformats. Die Verwendung der Dateiformate einzelner CASE-Werkzeuge könnte die Möglichkeit bieten, Modelle unmittelbar auf der Plattform zu modifizieren. Die Studie von GARTNER zeigt jedoch, dass schon die Anzahl etablierter Werkzeuge zur Konstruktion von Prozessmodellen sehr umfangreich ist.⁸²⁹ In der VRM kommen weitere Dateiformate durch den Einsatz von Office-Produkten oder – im Extrem – Grafikformaten hinzu, die dann vorliegen, wenn Zeichnungen digitalisiert oder mit einem Grafiktablett angefertigt werden.

⁸²⁷ Die Darstellungstechnik der merkmalsgestützten Kontextdarstellung ist in Kapitel 5.2.3.2 dieser Arbeit entwickelt worden. Zum Metamodell vgl. Abb. 69.

⁸²⁸ BLOB = Binary Large Object.

⁸²⁹ Zur Studie von GARTNER vgl. die Untersuchungen zum State-of-the-Art der Referenzmodellierung im technologiebezogenen Aspekt der Prozessgestaltung in Kapitel 4.4 dieser Arbeit.

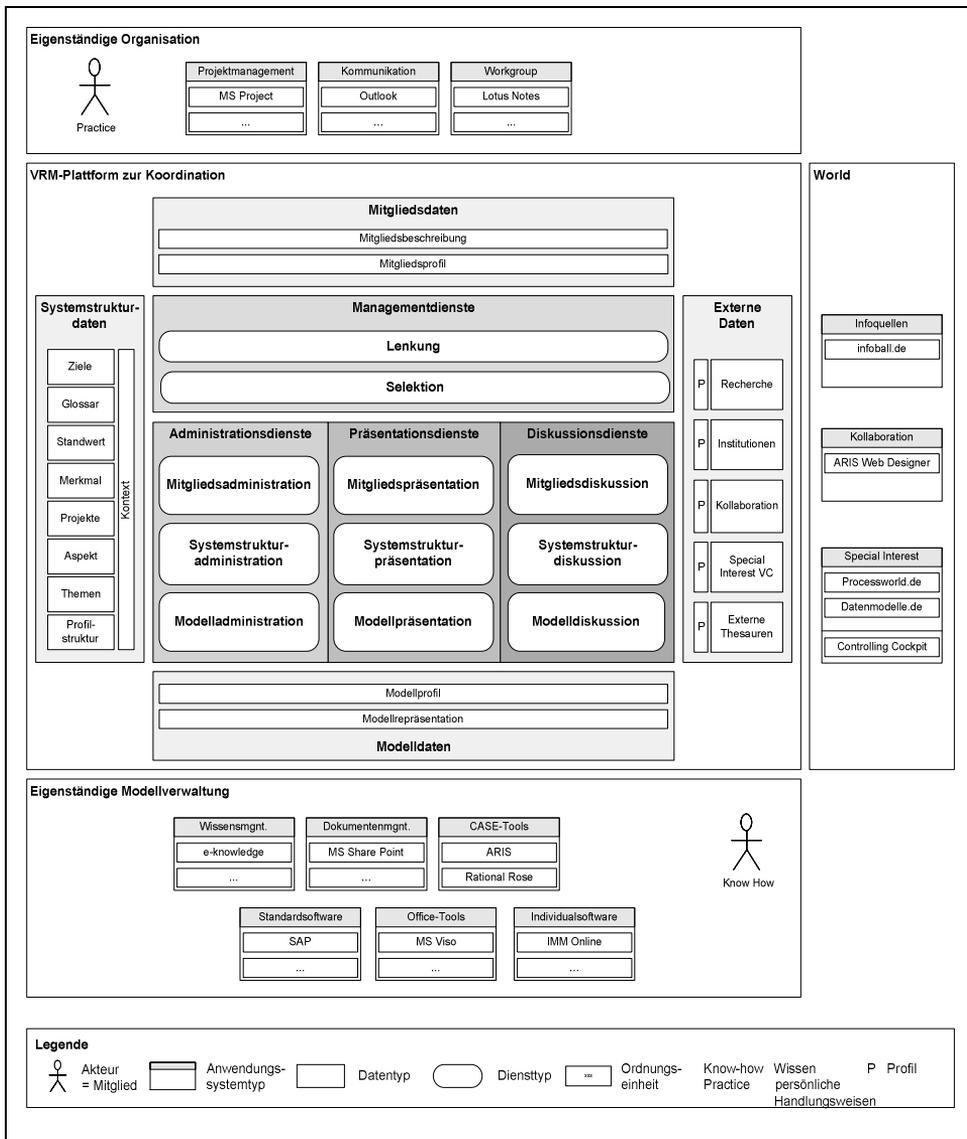


Abb. 72: Ordnungsrahmen der VRM-Plattform referenzmodelle.de

Als Lösungsansatz werden bei referenzmodelle.de für jedes Modell Präsentations- und Originalformate verwaltet. Zur verteilten Präsentation der Modelle werden anwendungssystemunabhängige Formate verwendet (z. B. HTML, AVI, MP3). Um zudem Modifikationen an Modellen zu gestatten, können Modellrepräsentationen zusätzlich im Originalformat eingestellt werden, um deren Bearbeitung unter Verwendung geeigneter Anwendungsprogramme zu ermöglichen. Begünstigt wird diese Lösung auch dadurch, dass die meisten Anwendungssysteme über Exportfilter und -Schnittstellen zu den aufgeführten

Formaten verfügen.⁸³⁰ Zudem wird dem Autor die Möglichkeit gegeben, die von ihm ein-
gestellten Konstruktionsergebnisse (lediglich) zur Diskussion zu stellen, ohne zusätzlich
die Weiterentwicklung zuzulassen.

Durch die Verwendung spezieller Präsentationsformate besteht zudem die Gelegenheit,
die nach der Methodenanwendung vorliegenden grafischen Repräsentationsformen der
Modellinhalte zu erweitern. So können die Inhalte der Modelle z. B. zusätzlich durch
Audio- oder Videoaufzeichnungen sowie durch ausführbare Programme veranschaulicht
werden. Die Vorteilhaftigkeit solcher Ergänzungen ist insbesondere von dem sach- und
personenbezogenen Modellzweck abhängig. Behandelt ein Referenzmodell etwa Kalkula-
tionsverfahren, wie z. B. Bestellmengenrechnungen in der Disposition,⁸³¹ kann die An-
schaulichkeit des Modells erhöht werden, wenn die einzelnen Verfahren anhand von Ta-
bellenkalkulationsprogrammen nachvollzogen werden können.⁸³² Je nach Perspektive des
Akteurs können hieraus positive Auswirkungen auf die empfundene Klarheit der Refer-
enzmodelle erzielt werden. Sind Referenzmodelle z. B. zur Unterstützung von Lernpro-
zessen im Wissensmanagement einzusetzen, können sich die beschriebenen Ergänzungen
insbesondere für audiovisuelle oder experimentelle Lerntypen als günstig erweisen.

Akteurdaten: Mit der Erfassung von Akteurdaten können unterschiedliche Zwecke ver-
folgt werden, zu denen jeweils spezifische Profile zu entwickeln sind. Standardmäßig sind
Interessen-, Fähigkeits- und Expertenprofile vorgesehen.⁸³³ Mit jedem dieser Profile wer-
den die Akteure im Raum der VRM mehrfach in unterschiedlichen Rollen positioniert.
Über diese Positionierung hinaus sind charakterisierende Mitgliedsdaten zu erfassen, wie
z. B. Foto, E-Mail, WWW-Adresse.

Externe Quellen: Ein weiterer Datenbereich wird zu Sachverhalten eingeführt, die zwar
außerhalb der Plattform liegen, gleichwohl aber Zugang zu konstruktionsrelevantem Wis-
sen bieten. Durch ihre Behandlung als Sachverhalt sind auch diese externen Quellen durch
Profile im Kontext der VRM einzuordnen und damit ebenso verzeichnet wie Akteure und
Modelle.

Der Zusammenhang zwischen den vorgestellten Datentypen wird exemplarisch in Abb. 73
veranschaulicht.

⁸³⁰ Die Verwendung von Standardformaten, insbesondere HTML-basierter Dokumente, begünstigt die Trans-
ferprozesse. Die meisten Office-Applikationen wie auch CASE-Werkzeuge verfügen über Exportfunktio-
nalität in das HTML-Format. Zur Weblink-Funktionalität beim *ARIS-Toolset* vgl. z. B. Reiter, C. (1997),
S. 36. Mit der Version 6 ist zudem das Produkt *ARIS Web Publisher* der ARIS 6 Collaborative Suite TM
verfügbar. Vgl. IDS-Scheer (Publisher) (2002).

⁸³¹ Vgl. z. B. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 173-200. In betriebswirtschaftlichen Prozessen sind derartige
Kalkulationsverfahren geradezu typisch. Weitere Einsatzmöglichkeiten ergeben sich, indem die Struktur
von Datenmodellen in Tabellen mit exemplarischen Datensätzen verdeutlicht wird.

⁸³² Ein Tabellenkalkulationsprogramm zur Konstruktion multimedialer Modelle ist das Produkt *model.cube*.
Vgl. hierzu Coners, A., Grob, H. L. (2001). Einen Überblick zu weiteren Werkzeugen und Anwendungen
geben Grob, H. L., vom Brocke, J., Lahme, N. (2001), S. 29 f.

⁸³³ Mit der Beschreibung im Interessenprofil gibt ein Akteur Cluster bekannt, in denen er Informationsbe-
darfspotenzial sieht. Mit Fähigkeiten signalisiert er selbst eingeschätzte Kompetenzen, die entsprechend
der Profilbildung in fachlichen, methodischen oder sozialen Bereichen liegen können. Mit einem Eintrag
im Expertenprofil erklärt sich der Akteur bei *referenzmodelle.de* bereit, innerhalb der VRM hinsichtlich
dieser Merkmalsausprägung für Expertenfragen bereitzustehen.

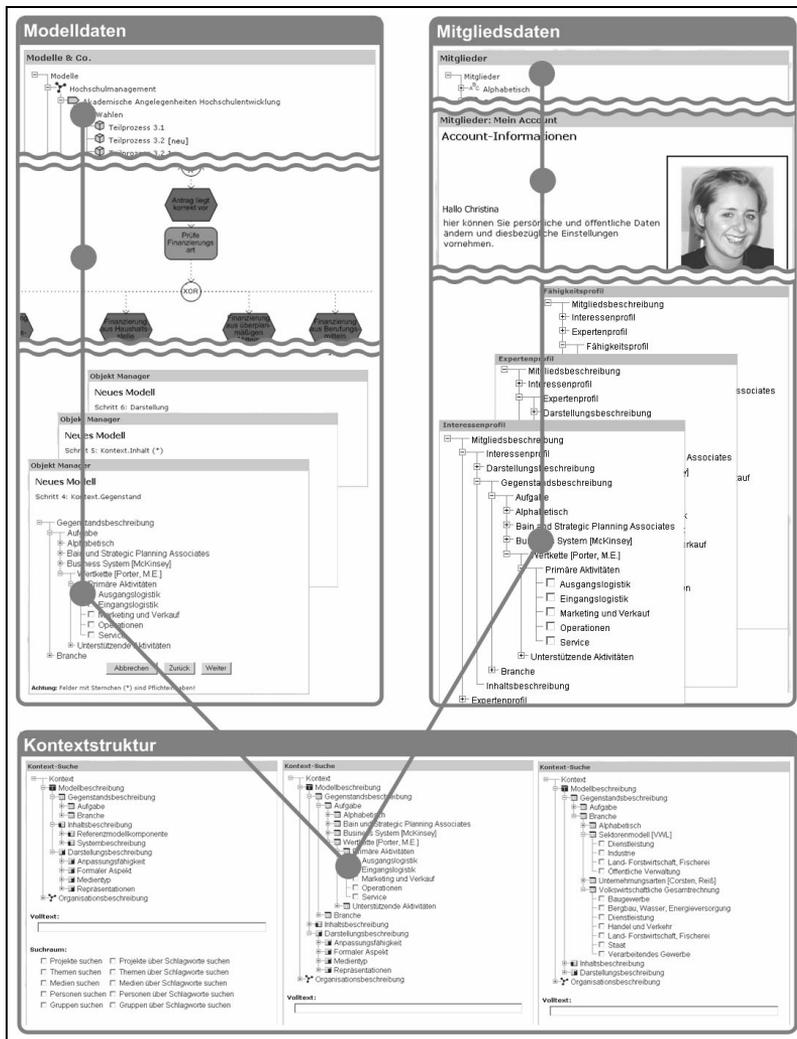


Abb. 73: Integrierte Beschreibung von Modellen und Akteuren gegenüber dem Kontext der VRM bei referenzmodelle.de

Die Daten liefern die Grundlage, auf der spezifische Dienste zur Unterstützung der Koordinationsprozesse in der VRM implementiert werden.

Dienste der VRM-Plattform

Zur Abwicklung der Koordinationsprozesse sind Dienste bereitzustellen, die den Austausch von Konstruktionsergebnissen sowie einen über sie zu führenden Diskurs ermöglichen. Für die medientechnische Umsetzung bilden Dienste zur *Administration* die Basis, auf der Dienste zur *Präsentation* und *Diskussion* aufsetzen. Sie beziehen sich jeweils sowohl auf explizite Referenzmodelle als auch auf Konstruktionswissen seitens der Mitglieder und auf die innerhalb der normativ-kulturellen Netzwerkdimension etablierten gemeinsamen Systemstrukturen. Aus organisationsbezogener Sicht sind sie um Managementdienste zu ergänzen, die eine zielgerechte Ausführung der Prozesse unterstützen. Die Dienste sind im Folgenden vorzustellen.

Auszug aus: **Brocke, J. vom, Referenzmodellierung, Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen, Berlin 2003.**
 Originalformat von: <http://www.wi.uni-muenster.de/aw/brocke/referenzmodellierung.pdf>.

Administrationsdienste: Durch Administrationsdienste werden die beschriebenen Daten gepflegt. Über die Speicherung der Daten hinaus umfassen sie auch die Generierung von Profilen sowie Änderungen der Kontextdarstellung. Die Ausführung der administrativen Aufgaben erfolgt weitgehend dezentral. So gibt ein Mitglied mit der erstmaligen Anmeldung am System die für die Authentifizierung relevanten Daten bekannt. Die Spezifikation des Profils kann im Verlauf der Nutzung entsprechend der Entwicklung von Interessen und Kompetenzen angepasst werden. Die Beschreibung von Modelldaten erfolgt prozessorientiert mit jeder Einstellung eines Modells. Die Systemstrukturadministration sollte aufgrund ihres rahmengebenden Stellenwerts Rollen mit besonderen Berechtigungsstufen vorbehalten sein.

Der üblicherweise mit Klassifikationen verbundene hohe Aufwand wird durch das reputationsorientierte Anreizsystem und die positiven Netzwerkeffekte kompensiert. Die von einem Akteur konstruierten Modelle werden umso häufiger und treffender⁸³⁴ gefunden, je exakter die Merkmalszuordnung vorgenommen wurde. Gleiches gilt bezogen auf Akteure selbst, die entsprechend ihrer Profile in die Kommunikationsprozesse einbezogen werden.

Präsentationsdienste: Präsentationsdienste visualisieren Wissensbestandteile der VRM. Hinsichtlich der Modelle leisten sie somit die Anzeige der Modellrepräsentationen durch geeignete Medienplayer. Neben der reinen Wiedergabe einzelner Medientypen schließt die Präsentation auch die auf ein Modell bezogene Navigation ein: Zum einen wird sie in Abhängigkeit vom Medientyp (z. B. Abspielfunktionalität von Audiodateien) erforderlich; zum anderen können auch einzelne Modelldarstellungen aus mehreren Dateien bestehen, sodass eine Struktur zwischen ihnen herzustellen ist. Seitens der Mitglieder werden zur Präsentation persönliche Seiten eingerichtet – sog. Nickpages. Darzustellen sind neben den deklarierten Mitgliedsdaten – als Stammdaten – ebenso Bewegungsdaten, die die Aktivität des Mitglieds in der VRM dokumentieren. Dementsprechend wird z. B. eine Liste aktueller Konstruktions- oder Diskussionsbeiträge generiert.

Dienste zur Systemstrukturpräsentation bieten den Zugang zu Strukturdaten der VRM und kommen daher in unterschiedlichen Erscheinungen vor. Besonders bedeutend für die praktische Anwendung ist die Präsentation von Arbeitsbereichen. Die Einrichtung von Arbeitsbereichen folgt der Intention, innerhalb eines Segments eine hierarchische Strukturierung der Modelle vornehmen zu können, um gegenüber der n-dimensionalen Kontextzuordnung eine auf die praktische Arbeit ausgerichtete nachvollziehbare Verzeichnisstruktur für Modelle einzuführen (z. B. Projekte).⁸³⁵ Andere Systemstrukturdaten werden präsentiert, um Zuordnungen von Sachverhalten vorzunehmen, sodass sie in mehreren Anwendungsfällen wiederkehrend aufgerufen werden. Im Prozess zur Einstellung von Modellen erfolgt z. B. die Kontextzuordnung durch Verwendung von Präsentationsdiensten zur hierarchischen Darstellung relevanter Aspekte, Merkmale und Merkmalsausprägungen (Treeview). Weitere Präsentationsdienste betreffen abgeschlossene Bereiche der VRM-Struktur, wie z. B. ein Glossar, oder allgemeine Nachrichten, die als News und Newsletter vermittelt werden.

⁸³⁴ Der Anreiz der Reputation berücksichtigt auch die *Trefflichkeit* der Vernetzung. Eine allein auf die Häufigkeit der Treffer zielende Kennzeichnung würde nicht nur durch die soziale Kontrolle aufgedeckt, sondern mindert auch direkt die Reputation, da Nutzungsmisserfolge eine schlechte Bewertung der Modelle und somit zumindest mittelbar eine Minderung der Reputation der Autoren bewirken. Verstärkt wird die Wirkung dadurch, dass die Beschreibung des Modells als Leistungsversprechen zu werten ist und zudem die persönliche Einschätzung reflektiert. Der Einfluss derartiger Effekte auf die Koordination ist bei der Gestaltung des organisationsbezogenen Rahmens in der sozialen Netzwerkdimension beschrieben worden.

⁸³⁵ Zur Bildung von Arbeitsbereichen können im Prototypen *Projekte* und diesen zugeordnete *Themen* eingerichtet werden. Modellen werden Themen zugeordnet, die hierarchisch strukturiert werden können, um z. B. verschiedene Projektphasen zu dokumentieren. In Abhängigkeit der inhaltsbezogenen Kontextbeschreibung werden sichtenspezifische Symbole für das Modell eingerichtet. Projekte dienen der Organisation von Themen und ermöglichen insbesondere deren Wiederverwendung, indem identische Themen aus mehreren Projekten heraus referenziert werden können.

Zur Komplexitätsreduktion sind über die Bildung segmentspezifischer Arbeitsbereiche hinaus Ansätze zur *Personalisierung* zu bieten, die nicht nur die Darstellung von Mitgliedsdaten betreffen, sondern eine Individualisierung der modell- und mitgliederspezifischen Koordinationsprozesse ermöglichen. Demgegenüber können Mitglieder eigene Strukturen definieren, die ihre individuelle Perspektive innerhalb des Raums der VRM repräsentieren. Darstellungstechnisch können hierzu gegenüber dem Modellsystem Favoriten und gegenüber dem Akteursystem Buddylists dienen. Die Erhebung mitgliederspezifischer Nutzungsdaten ermöglicht weitere Personalisierungsformen der Darstellung, die etwa die Signalisierung neuer Modelle in Struktureinheiten der VRM betreffen (z. B. in Arbeitsbereichen).⁸³⁶

Diskussionsdienste: Die Diskussionsdienste ermöglichen die Kommunikation über die Konstruktionsergebnisse, die durch die Administrations- und Präsentationsdienste bereitgestellt werden. Allgemeine mitgliedsbezogene Dienste, wie ein Instant-Messaging-System, begünstigen soziale und normativ-kulturelle Abstimmungsprozesse. Ein besonderes Anforderungsmerkmal besteht darüber hinaus darin, einen kontextspezifischen Diskurs zu ermöglichen. Das Konzept wird in Abb. 74 für einen referenzmodellspezifischen Diskurs veranschaulicht und anschließend erläutert.⁸³⁷

The screenshot displays the 'referenzmodelle.de' web application interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Modelle & Co.', 'Abfragen', 'Auswertungen', 'Mitteilungen', 'Mitglieder', 'Evolution', and 'Links'. The main content area is divided into several functional panels:

- Instant Messenger:** A window showing a chat conversation with a user named 'Matthias'.
- Chat:** A window titled 'aktuelles Forum: Teilprozess 3.2.1' containing forum posts and a 'Präsentation' section.
- News Group:** A window titled 'Kommunikation: News Group' showing a list of messages and a 'neuer Beitrag' (new post) section.
- Blackboard:** A central window titled 'Kommunikation: Blackboard' showing a list of messages and a 'neuer Beitrag' section.
- Administration:** A sidebar menu with options for 'Projekte', 'Themen', and 'Modelle', each with 'neu', 'ändern', and 'löschen' actions.
- Model Diagram:** A central diagram showing a complex network of nodes and arrows, representing a model structure.
- Bewertung (Evaluation):** A window titled 'Bitte bewerten Sie das aktuelle Modell' with a table for rating different aspects of the model.

Medium bewerten: Teilprozess 3.2.1	sehr schlecht	schlecht	mäßig	gut
Inhaltsadäquanz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Darstellungspädagogik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wissenschaftlichkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vergleichbarkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Systematischer Aufbau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb. 74: Referenzmodellspezifischer Diskurs bei referenzmodelle.de

⁸³⁶ Darüber hinaus sind weitere Personalisierungsmöglichkeiten gegeben, die jedoch nicht die Darstellungsdienste betreffen, sondern zu den Managementdiensten zählen.

⁸³⁷ Die Gestaltung der Dialoge auf Ebene der GUI (Graphical User Interface) orientiert sich an Anwendungsfällen des Systems. Demnach kommen hier Administrations-, Präsentations- und Diskussionsdienste entsprechend ihres Beitrags am Gesamtprozess kombiniert zum Einsatz. Zur Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit („Usability“) ist auf der Plattform ein Anwendungsbereich „Modelle & Co.“ eingerichtet worden, in dem ausgehend von den Arbeitsbereichen Einstiegspunkte in referenzmodellbezogene Anwendungsfälle zusammengefasst werden.

Das mit dem *kontextspezifischen Diskurs* verfolgte Prinzip besteht darin, Akteuren die Möglichkeiten zu bieten, hinsichtlich jedes *einzelnen* Konstruktionsergebnisses in der VRM in Diskussion treten zu können. Hierzu kann in Relation zu jedem einzelnen Datensatz der Modell- und Strukturdaten ein Diskussionsforum eröffnet werden. Die Dienste dieses Forums umfassen im Prototypen Newsgroups und Blackboards für die zeitlich asynchrone Kommunikation sowie Chatrooms, in die einzelne Mitglieder mit dem Instant-Messaging-System eingeladen werden können.

Hinsichtlich der Modelle bietet der kontextspezifische Diskurs die Möglichkeit, eine *interaktive Prüfung* der Referenzmodelle vorzunehmen. Zusätzlich wird ein Dienst für die standardisierte Beurteilung vorgesehen, durch die das Modell in Relation zu den als Strukturdaten vereinbarten Zielen (z. B. GoM) bewertet werden kann. Durch die in der merkmalsgestützten Kontextdarstellung mögliche dezentrale Clusterbildung erreichen die Beiträge selektiv nur solche Mitglieder, die hinsichtlich spezifischer Merkmale an dem Modell interessiert sind. Die Diskussion kann somit trotz des hohen Gesamtumfangs der Konstruktionsergebnisse – bezogen auf das einzelne Modell – fachlich detailliert geführt werden.

Durch den kontextspezifischen Diskurs in Bezug auf die *Strukturen* der VRM besteht für jedes Mitglied die Möglichkeit, sich an der Entwicklung des Netzwerkmodells in der normativ-kulturellen Dimension des Netzwerks zu beteiligen, indem es mit anderen in Abstimmungsprozesse hinsichtlich der Begriffs-, Kontext- und Zielbildung treten kann. Durch die Einrichtung spezieller Arbeitsbereiche können zudem Foren gebildet werden, in denen sich Mitglieder mit Fragestellungen befassen, die nicht als Daten in der VRM enthalten sind (z. B. Methodenentwicklung).

Managementdienste: Als Managementdienste werden Funktionalitäten vorgesehen, mit denen die auf organisationsbezogener Ebene zu leistende Zielausrichtung der Prozesse in der VRM unterstützt werden kann. Zur Abstimmung der Mitglieder untereinander – im Sinne einer übergeordneten Koordination – dienen *Lenkungsdienste*. So besteht die Möglichkeit, eine verteilte Deklaration von Konstruktionsbedarfen vorzunehmen, um die Planung von Konstruktionsprozessen abzugleichen. Zudem werden Auswertungen vorgesehen, mit denen das reputationsorientierte Anreizsystem unterstützt wird. Die Grundlage hierzu liefert ein Punktbewertungsverfahren, mit dem die Aktivitäten eines Mitglieds in der VRM bewertet werden. Die Bewertung berücksichtigt z. B. neben der Anzahl eingestellter Modelle auch die – auf die Autorenebene verdichteten – Ergebnisse ihrer standardisierten Beurteilungen zu diesen Modellen. Weitere Einflussfaktoren stellen die von einem Mitglied gegebenen Expertenauskünfte sowie dessen Beteiligungen an Diskussionen dar. Die Bewertungsergebnisse werden genutzt, um Wettbewerbssituationen zu fördern, indem z. B. Rankings publiziert werden.⁸³⁸

Zur Zielausrichtung der Prozesse jedes einzelnen Mitglieds dienen *Selektionsdienste*, mit denen zweckadäquate Cluster im Raum der VRM ausgegrenzt werden können. Sie ermöglichen insbesondere eine zielgerichtete Informationsversorgung. Hinsichtlich der Bereitstellungsstrategie werden problemorientierte Abfragen von Mitgliedern durch Empfehlungen ergänzt.⁸³⁹ Für problemorientierte Zugriffe werden Abfragedienste genutzt, mit denen Mitglieder durch Schnittlegungen innerhalb des n-dimensionalen Raums der VRM rele-

⁸³⁸ Auf der Grundlage der im Prototypen realisierten Dienste können weiterführende Anreizsysteme entwickelt werden. Vgl. z. B. Gurstein, M. (1999), S. 22, Schinzer, H., Steinacker, B. (2000), S. 97. In Virtual Communities können z. B. Laufbahnstrukturen realisiert werden, in denen in Abhängigkeit des Punktwerts neue persönliche Stadi vergeben werden und Positionen im Netzwerk besetzt werden. Mögliche Stadi variieren z. B. vom Interessenten bis zum Experten oder Partner; besondere Rollen schließen z. B. die Rechte zur Administration der VRM-Systemstrukturdaten ein, mit denen Mitgliedern die „Macht“ verliehen wird, gestaltend auf die normativ-kulturelle Dimension des Netzwerks einzuwirken.

⁸³⁹ Zu unterschiedlichen Bereitstellungsstrategien vgl. z. B. Bruhn, M. (1997), S. 9, Becker, J., Knackstedt, J., Series, T. (2001), S. 6 f.

vante Cluster des Konstruktionswissens ausgrenzen. Die Ergebnismenge umfasst sämtliche Sachverhalte der VRM und schließt somit neben explizierten Modellen auch Verweise auf Mitglieder ein, deren Fähigkeiten und Interessen in dem selektierten Bereich liegen. Ergänzend werden durch die Dienste eines Empfehlungssystems die Präferenzstrukturen der Mitglieder analysiert und somit durch das System Vorschläge zu Inhalten unterbreitet.⁸⁴⁰

5.3 Weitere methodenbezogene Gestaltungsbedarfe zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der VRM

Mit der Rahmengestaltung von Prozessen im VRM-System liegen Ansätze zum Aufbau des Akteur- und Modellsystems sowie deren Integration vor. Als Kernbestandteil der Gestaltung ist im methodenbezogenen Aspekt das Strukturmuster der RMK entwickelt worden. Durch die eingeschlagene top-down-Vorgehensweise ist dabei von methodischen Gestaltungsmöglichkeiten abstrahiert worden. Somit lassen sich nunmehr aus pragmatischer Sicht Anforderungen ableiten, wie Referenzmodelle darzustellen sind, damit sie im System der VRM eingesetzt werden können. Bereits die Untersuchungsergebnisse des State-of-the-Art der Referenzmodellierung zeigen jedoch, dass gegenwärtig keine Techniken vorliegen, die hinreichende Ausdrucksmöglichkeiten bieten. Um die Potenziale des Systems der VRM erschließen zu können, ist daher eine geeignete Darstellungstechnik für RMK zu entwickeln.

Auf der Grundlage der Rahmengestaltung sowie der Vertiefung der Konstruktion von RMK ist eine Problemlösungstechnik vorzustellen, in der Besonderheiten beschrieben werden, die sich mit der Konstruktion von Referenzmodellen unter Nutzung des VRM-Systems ergeben. Auf der Grundlage des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen ist dabei ein besonderes Augenmerk darauf zu lenken, wie die einzelnen Gestaltungsbeiträge prozessorientiert ineinander greifen. Die Anforderungen des weiteren methodenbezogenen Gestaltungsbedarfs werden in Abb. 75 dargestellt.

Konstruktionsprozess Methodenbezogener Aspekt	Verteilung		
	Gestaltungsgegenstand	Anforderung	
		Eigenständigkeit	Arbeitsteilung
Darstellungstechnik zur Konstruktion von RMK	Typ der Ausdrucks- möglichkeiten	Kapselung	Kopplung
	Grad der Reglementierung	Individualisierung	Standardisierung
Problemlösungstechnik zur Konstruktion von RM in der VRM	Vorgehen	Heterogenität	Evolution

Abb. 75: Anforderungen des methodenbezogenen Gestaltungsbedarfs

⁸⁴⁰ Zum Einsatz von Empfehlungssystemen in Virtual Communities vgl. z. B. Schubert, P. (1999), S. 172 ff., der das Recommendation Center bei Amazon.com vorstellt. Auf die Umsetzung einer Recommendation Engine bei referenzmodelle.de wird in den Ausführungen zur Evolution des VRM-Systems in Kapitel 6.2.5 dieser Arbeit eingegangen.

Die einzelnen Anforderungen hinsichtlich der zu entwickelnden Darstellungs- und Problemlösungstechnik sind im Folgenden auszuführen.

Darstellungstechnik

Es ist eine Darstellungstechnik zu gestalten, mit der die Konstruktion von Referenzmodellkomponenten (RMK) vorgenommen werden kann. Anforderungen stellen sich zum einen hinsichtlich des Typs der zu schaffenden Ausdrucksmöglichkeiten und zum anderen hinsichtlich des Grades ihrer Reglementierung.

Ausdrucksmöglichkeiten sind sowohl zur Kapselung einzelner RMK als auch zur Beschreibung von Konstruktionsbeziehungen zwischen ihnen bereitzustellen.

- (1) **Kapselung:** Mit der Darstellungstechnik sind sämtliche zur Erfüllung des Modellzwecks eines Referenzmodells erforderlichen Konstruktionsergebnisse über eine Schnittstelle zugänglich zu machen.
- (2) **Kopplung:** Die Darstellungstechnik ist derart zu gestalten, dass RMK Konstruktionsbeziehungen eingehen können. Hiermit ist sowohl die Bildung von Komponentensystemen zu ermöglichen als auch Techniken zur Ableitung von Anwendungsmodellen zu bieten.

Die Regeln, die einzuführen sind, um entsprechende Ausdrucksmöglichkeiten zu schaffen, haben einerseits hinreichend standardisiert zu sein, müssen jedoch zugleich individuelle Anforderungen berücksichtigen. Beide Anforderungen sind hinsichtlich des konzeptionellen und repräsentationellen Aspekts der Sprachgestaltung zu konkretisieren.⁸⁴¹

(1) **Standardisierung**

(1a) **im konzeptionellen Aspekt:** Um die Kapselung zu gewährleisten, sind Sprachkonstrukte vorzusehen, mit denen sämtliche zur Erfüllung des Zwecks eines Referenzmodells erforderlichen Typen von Konstruktionsergebnissen erfasst werden. Hierzu sind mit den Regeln Qualitätsstandards zu setzen, die eine gewisse „Vollständigkeit“ der Referenzmodelle sichern.

(1b) **im repräsentationellen Aspekt:** Hinsichtlich der Darstellung ist zu gewährleisten, dass RMK miteinander vergleichbar sind. Anderenfalls sind Störungen der Koordinationsprozesse zu erwarten, die die Speicherung (inkl. der Katalogisierung), den Austausch sowie den Diskurs betreffen.

(2) **Individualisierung**

(2a) **im konzeptionellen Aspekt:** Die durch die Standardisierung zu sichernde Vollständigkeit von Referenzmodellen wird – der konstruktionsprozessorientierten Sichtweise entsprechend – letztlich von einzelnen Akteuren beurteilt. Gerade das Subjektivitätsmanagement zeigt, dass hieraus auch individuelle Anforderungen an die Typen darzustellender Konstruktionsergebnisse erwachsen können, die somit in Sprachkonstrukten zu berücksichtigen sind.

(2b) **im repräsentationellen Aspekt:** Hinsichtlich der Repräsentation der Konstruktionsergebnisse ist der Einsatz individueller Techniken zu ermöglichen. Zum ohnehin großen Gewicht der Individualisierung in verteilten Systemen kommen Anforderungen des Subjektivitätsmanagements der Referenzmodellierung hinzu. Sie gelten nicht nur gegenüber den Nutzern, sondern ebenso hinsichtlich der Präferenzen und Kompetenzen einzelner Konstrukteure.⁸⁴²

⁸⁴¹ Im konzeptionellen Bezugsrahmen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen ist eingeführt worden, Sprachen hinsichtlich ihres konzeptionellen und repräsentationellen Aspekts zu gestalten.

⁸⁴² So weist FRANK auf psychologische Barrieren hin, dass gerade Wissenschaftler sehr zögerlich ihre eigenen Entwürfe hinsichtlich Sprachen, Begriffen und Referenzmodellen zugunsten von Konkurrenzangeboten aufgeben. Vgl. Frank, U. (Wissenschaftstheorie) (2001), S. 6.

Im Umfeld der Referenzmodellierung finden sich zwar Arbeiten, die im weitesten Sinne auf die Wiederverwendung von Informationsmodellen und deren Beschreibung auf höherer Abstraktionsebene zielen, ihre methodenbezogene Umsetzung ist jedoch für die hier verfolgten Zwecke nicht hinreichend. Auch wenn von den spezifischen Anforderungen der Referenzmodellierung abgesehen wird, da etwa Anpassungen vorgenommen werden könnten, sind vorliegende Arbeiten tendenziell für einzelne Systemaspekte sowie spezielle Darstellungstechniken konzipiert und werden nicht anhand sprachbasierter Metamodelle konkretisiert.⁸⁴³

Einen Ansatz, der den Anforderungen relativ nahe kommt, stellt SCHEER mit der Konstruktion eines *Business-Object-Modells* vor.⁸⁴⁴ Ein Business Object definiert er als Zuordnung von Organisations-, Daten-, Leistungs-, Prozess-, Funktions- und Maskenmodell. Das Prozessmodell ist zur Verbindung von Daten und Methoden vorgesehen. Anwendungen werden durch mehrere Business Objects erzeugt, die von einem anwendungsspezifischen Geschäftsprozess gesteuert werden. Der Ansatz kommt der Darstellungsvielfalt entgegen, konzentriert sich aber auf die Herstellung von Relationen zwischen den genannten Teilmodellen. Eine *Kapselung* der Konstruktionsergebnisse wird nicht unterstützt.

Im Metamodell ist das Business Object durch *einen* E-Typen vertreten, der Relationen zu Objekten der genannten Modelle eingeht. Entsprechend wird in der Darstellung *ein* Sprachkonstrukt des Business Objects eingeführt. Da bereits auf Ebene der Darstellung keine Schnittstellen vorgesehen sind, wird mit den Business-Object-Modellen keine modellzweckspezifische Abstraktion auf inhalts- und gegenstandsbezogener Ebene vorgenommen. Somit fehlen Ausdrucksmöglichkeiten, mit denen eine hier angestrebte Kapselung von Referenzmodellen nach dem Muster der RMK vorgenommen werden könnte.

Die Kombination von Business Objects erfolgt, indem diese in eine Anwendung eingebettet werden, wozu sie den Funktionen von EPK-Modellen dieser Anwendungen zugeordnet werden.⁸⁴⁵ Techniken zur Darstellung von *Konstruktionsbeziehungen* zwischen Business-Object-Modellen werden methodisch nicht behandelt. Zwar weist SCHEER auf die Möglichkeit der Konfiguration von Business Objects⁸⁴⁶ hin, mit der Anpassungen der genannten Teilmodelle eines Business-Object-(Modell)s vorgenommen werden können, doch werden keine Regeln angegeben, nach denen Anpassungen für spezielle Konstruktionszwecke zu gestalten sind.⁸⁴⁷

Da insgesamt keine Gestaltungsbeiträge vorliegen, die den hier herrschenden Anforderungen zur Konstruktion von RMK gerecht werden, wird in Kapitel 6.1 eine geeignete Darstellungstechnik entwickelt. Die in einzelnen Arbeiten für Teile der Gestaltung zu findenden Vorschläge werden zur Entwicklung der Darstellungstechnik hinsichtlich ihres Erklärungsbeitrags untersucht.

⁸⁴³ Auch wenn von den spezifischen Anforderungen der Referenzmodellierung abgesehen wird, sind die Ansätze teilweise nicht konkret genug, teilweise beschränken sie sich auf spezielle Darstellungstechniken. Vgl. z. B. Rupprecht, C., Peter, G., Rose, R. (1999), Ferstl, O. K. et al. (1998), Warnecke G. et al. (1996), Warnecke G. et al. (1998), Lang, K. (1997), S. 50 f., Bertram, M. (1996), S. 89 ff., Loos, P. (Generisch) (1996), S. 167-171, Remme, M., Scheer, A.-W. (1996), S. 9-12, Remme, M. (1997), S. 115-117, Schütte, R. (1998), S. 257 ff., Gruhn, V., Wellen, U. (2000), D'Souza, D. (2000), S. 40 ff.

⁸⁴⁴ *Business Objects* werden als ein Gesamtmodell für die ARIS-Sichten eingeführt. Vgl. hierzu im Folgenden Scheer, A.-W. (2001), S. 171-176.

⁸⁴⁵ Im Original bezeichnet SCHEER die Anwendung als *komplexe Anwendung* und den mit dem EPK-Modell beschriebenen Prozess als *Geschäftsprozess*. Der Vorgang der Zuordnung zu Funktionen wird als *Einbettung* der Business Objects in die Anwendung bezeichnet. Vgl. Scheer, A.-W. (2001), S. 172.

⁸⁴⁶ Im Original werden die Bezeichnungen *Business Object* und *Business-Object-Modell* zum Teil synonym verwendet. Vgl. Scheer, A.-W. (2001), S. 171 u. S. 175. Im Fall der Konfiguration wird die Bezeichnung des Business Objects verwendet.

⁸⁴⁷ Die Konfiguration wird anhand von Anpassungen von Geschäftsprozessmodellen beschrieben. Vgl. Scheer, A.-W. (2001), S. 173 f.

Problemlösungstechnik

Mit der Angabe einer Problemlösungstechnik sind die Besonderheiten der für die VRM entwickelten Gestaltungsbeiträge handlungsorientiert zu integrieren. Die Teilanforderungen sind auch hier dialektisch.

- (1) **Evolution:** Die Konstruktion der Akteure ist entlang der Wertschöpfungskette derart abzustimmen, dass die Effektivität und Effizienz der Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen gesteigert wird. Da die Triebkraft dieser Verbesserung die Verteilung von Konstruktionsprozessen im VRM-System darstellt, mit der die Evolution des Modellbestands erzielt wird, sind Vorgehensweisen zum Aufbau und zur Nutzung dieses Bestands zu untersuchen.
- (2) **Heterogenität:** Die Konstruktionsprozesse werden von einzelnen Akteuren ausgeführt, die unterschiedliche Rollen einnehmen und individuelle Ziele verfolgen. So sind etwa Konstrukteure von Referenzmodellen sowie von Anwendungsmodellen zu berücksichtigen, die sowohl verteilt als auch nicht-verteilt in Konstruktionsprozessen engagiert sind.

Nachfolgend wird in die Darstellungstechnik von RMK eingeführt. Anschließend sind die Problemlösungstechniken vorzustellen. Die Entwicklung der Darstellungstechnik wird entsprechend der Anforderungen in zwei Schritten vorgenommen: Zunächst wird ein Ordnungsrahmen für Referenzmodellkomponenten vorgestellt, mit dem die Kapselung geleistet werden kann und daraufhin werden die für die Konstruktion von Referenzmodellkomponenten relevanten Konstruktionsbeziehungen behandelt.

6 Methodenbezogene Erweiterungen zur Konstruktion komponentenorientierter Referenzmodelle in der VRM

6.1 Darstellungstechnik zur Konstruktion von Referenzmodellkomponenten (RMK)

6.1.1 Ordnungsrahmen für RMK

6.1.1.1 Strukturmerkmale des Ordnungsrahmens

In der VRM soll durch die Verteilung von Konstruktionsprozessen die Effektivität und Effizienz der Entwicklung von Referenz- und Anwendungsmodellen – sowie schließlich der von Informationssystemen – gesteigert werden. Hierzu wird im Netzwerk der VRM ein bewährter Bestand an Referenzmodellen aufgebaut, der durch Diskurs- und Austauschprozesse einer permanenten kritischen Prüfung und Weiterentwicklung unterliegt und aus dem heraus einzelne Modelle in Konstruktionsprozessen von Referenz- und Anwendungsmodellen wieder verwendet werden können. Grundlegende Voraussetzungen zur Realisierung derartiger Konstruktionsprozesse sind in einer Rahmengestaltung des VRM-Systems geschaffen worden, die den organisations-, modell-, methoden- und technologiebezogenen Aspekt von Konstruktionsprozessen betreffen. Im modellbezogenen Aspekt ist die Strukturierung von Referenzmodellen nach dem Muster der Referenzmodellkomponente (RMK) vorgesehen, da hiermit den dialektischen Anforderungen nach Unabhängigkeit und Kopplungsfähigkeit der Modelle entsprochen werden kann. Die Ergebnisse der Untersuchung des weiteren Gestaltungsbedarfs haben indes aufgezeigt, dass gegenwärtig keine Techniken vorliegen, mit denen derartige Modelle konstruiert werden können. Um die methodenbezogenen Voraussetzungen zur Verteilung von Konstruktionsprozessen zu schaffen, ist daher im Folgenden eine geeignete Darstellungstechnik zur Konstruktion von RMK zu entwickeln. Hierzu sind zunächst Ausdrucksmöglichkeiten zur Kapselung von Referenzmodellen vorzusehen, die anschließend genutzt werden, um Kopplungsbeziehungen zwischen RMK zu beschreiben.

Eine Darstellungstechnik zur Kapselung von Referenzmodellen hat Ausdrucksmöglichkeiten zu bieten, mit denen sämtliche zur Erfüllung des Zwecks der Modelle erforderlichen Konstruktionsergebnisse über eine Schnittstelle zugänglich gemacht werden können. Als Darstellungstechnik erweist sich die Entwicklung eines geeigneten Ordnungsrahmens als vorteilhaft. Der Ordnungsrahmen hat hierzu folgende Eigenschaften aufzuweisen:⁸⁴⁸

Ein Ordnungsrahmen für Referenzmodellkomponenten (RMK) liefert Regeln, nach denen sämtliche zur Erfüllung des Zwecks von Referenzmodellen erforderlichen Darstellungen über eine Schnittstelle verzeichnet werden können, so dass das Referenzmodell in lose gekoppelten Beziehungen ausgetauscht und in zur Entwicklungszeit nicht vollständig bekanntem Kontext eingesetzt werden kann.

⁸⁴⁸ Zum Ordnungsrahmenbegriff sowie zur methodischen Unterstützungsfunktion von Ordnungsrahmen in Konstruktionsprozessen vgl. Kapitel 4.3.3.4 dieser Arbeit.

Die Gestaltung eines *Ordnungsrahmens* erweist sich als vorteilhaft, da die Darstellungstechnik auf die zur komponentenorientierten Strukturierung von Referenzmodellen *zusätzlich* erforderlichen Regeln konzentriert wird. Zur Abwicklung des gesamten Konstruktionsprozesses ist die Verwendung von *Methodensystemen* vorgesehen. Für einzelne Modelldarstellungen sind etablierte Darstellungstechniken zu nutzen, die durch den Ordnungsrahmen jeweils so „eingesetzt“ werden, dass mit ihnen relevante Aspekte der RMK beschrieben werden. Über Vorteile hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, die sich durch die Wiederverwendung von Darstellungstechniken ergeben, ermöglicht der Ansatz einen angemessenen Ausgleich zwischen den Anforderungen nach Standardisierung und Individualisierung. So können *Standardisierungen* tendenziell auf Ebene des Ordnungsrahmens vorgenommen werden, während Techniken zur Modelldarstellung *individuell* gewählt werden können. Diese Aufteilung erweist sich darüber hinaus als günstig, da die Standardisierungen im Ordnungsrahmen vergleichsweise minimal vorgenommen werden können. Für den kreativen Konstruktionsprozess können jedoch Techniken eingesetzt werden, die den Präferenzen der Konstrukteure entsprechen.

Gegenüber den technisch gegebenen Freiheitsgraden in Bezug auf die Wahl der Darstellungstechniken ist bei der Gestaltung des Ordnungsrahmens zu entscheiden, hinsichtlich welcher Aspekte eine RMK zu beschreiben ist. Demnach werden mit der Kapselung nur solche Darstellungen „sichtbar“, für die auch Schnittstellenbereiche als Sprachkonstrukte des Ordnungsrahmens vorgesehen sind. Wie in der Bedarfsermittlung aufgezeigt wurde, kann erst subjektsspezifisch entschieden werden, welche Aspekte relevant sind. Demgegenüber sind jedoch zugleich bestimmte Qualitätsstandards zu gewährleisten. Somit sind bereits in der konzeptionellen Sprachgestaltung die dialektischen Anforderungen nach Standardisierung und Individualisierung zu berücksichtigen.

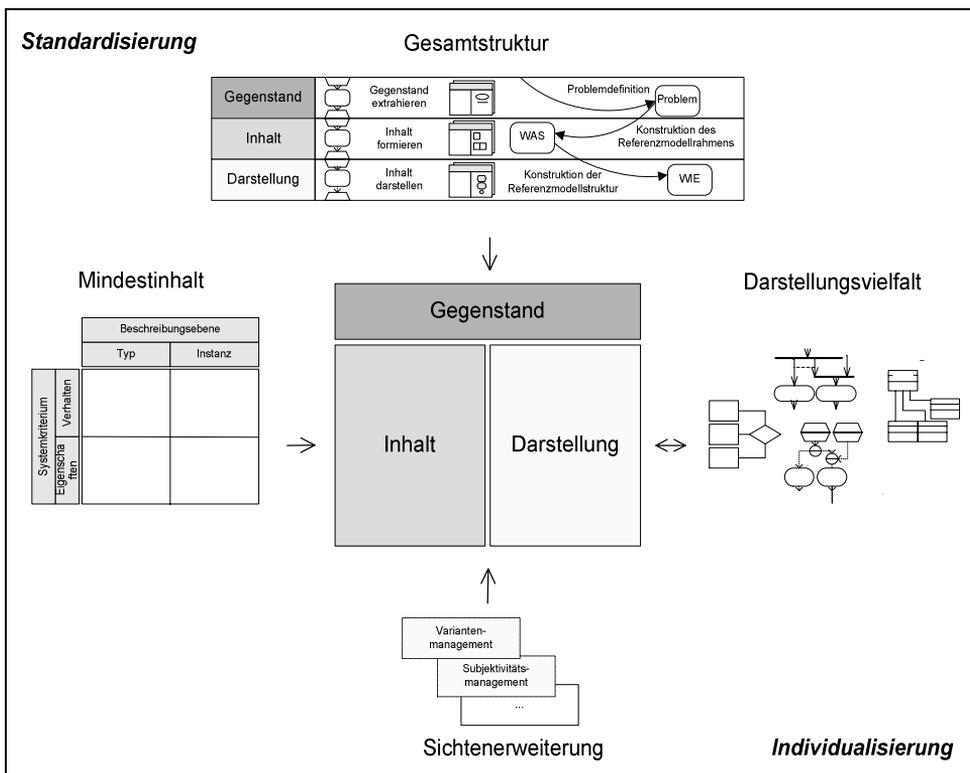


Abb. 76: Ableitung von Strukturmerkmalen des Ordnungsrahmens für RMK

Als Lösungsansatz wird hier angestrebt, mit der *Standardisierung* eine Rahmenstruktur zu schaffen, in der die für Referenzmodelle generell relevanten Aspekte berücksichtigt werden, zugleich aber kontrollierte Anpassungsmöglichkeiten für Individualisierungen zu bieten. In Abb. 76 werden relevante Einflussfaktoren der Gestaltung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung dargestellt, aus denen typische Strukturmerkmale des Ordnungsrahmens abgeleitet werden.

Die Strukturmerkmale werden aus den herrschenden Anforderungen nach Standardisierung und Individualisierung abgeleitet.

Standardisierung der Rahmenstruktur

Den Ausgangspunkt zur Entwicklung einer Rahmenstruktur liefert das Schichtenmodell für Methoden der Modellkonstruktion. Demnach können auf oberster Ebene *Schnittstellenbereiche* zur Verzeichnung von Spezifikationen zum *Gegenstand*, dem *Inhalt* und den *Darstellungen* im Referenzmodell gebildet werden. Die Standardisierung dieser Bereiche erweist sich als vorteilhaft, da mit ihnen die Vollständigkeit der Beschreibung gegenüber der Modellstruktur gewährleistet wird und sie zugleich auf grundsätzlich jedes Referenzmodell anzuwenden ist.⁸⁴⁹ Diese Eigenschaften werden in mehrfacher Hinsicht belegt. So reflektieren die Bereiche die für Informationsmodelle im Allgemeinen identifizierten Modellebenen, die auch dem dreistufigen Standardprozess zur Konstruktion explizierter Modelle zugrunde liegen.⁸⁵⁰ Auch in der Referenzmodellierung findet die Struktur Entsprechungen, indem den gebildeten Bereichen die Phasenergebnisse im Vorgehensmodell von SCHÜTTE zugeordnet werden können. Demnach korrespondiert das Problem mit dem Gegenstand, der Referenzmodellrahmen mit dem Inhalt und die Referenzmodellstruktur mit der Darstellung. Die Tatsache, dass das Modell auf den Erkenntnissen der strukturalistischen Theorienformulierung aufsetzt,⁸⁵¹ ist ein weiteres Indiz für die generelle Gültigkeit der gebildeten Schnittstellenbereiche.

Zur Lokalisierung der gegenstands-, inhalts- und darstellungsbezogenen Aspekte eines Referenzmodells sind die im Schichtenmodell beschriebenen Zusammenhänge ausgehend von dem *Modellzweck* auf den Konstruktionsprozess zu übertragen. Folglich ist situativ zu bestimmen, welche Konstruktionsergebnisse den Gegenstand, welche den Inhalt und welche die Darstellung zur Erfüllung des Modellzwecks darstellen.⁸⁵²

Entsprechend des Schichtenmodells wird die Integration einer RMK über den inhaltsbezogenen Bereich hergestellt, mit dem einerseits eine Strukturierung von Inhalten zum Gegenstand und andererseits eine Zusammenfassung von Darstellungen erfolgt. Durch die Bildung von Unterverzeichnissen des inhaltsbezogenen Bereichs können somit Konstruktionsergebnisse unterschiedlicher Sichten differenziert werden. Werden diesbezüglich Standardisierungen vorgenommen, können Sichten eingeführt werden, zu denen in jedem

⁸⁴⁹ Nach den Aussagen des Schichtenmodells für Methoden der Modellkonstruktion wird die Vollständigkeit der Beschreibung eines Referenzmodells erhöht, wenn die Konstruktionsergebnisse sämtlicher Teilprozesse in Darstellungen expliziert werden. Das Schichtenmodell für Methoden der Modellkonstruktion ist im methodenbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 3.3.2.3 dieser Arbeit.

⁸⁵⁰ Die Modellebenen und der dreistufige Standardprozess zur Konstruktion explizierter Modelle sind im Zuge der konstruktionsprozessorientierten Interpretation des Modellbegriffs eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 2.1.2 dieser Arbeit.

⁸⁵¹ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 181 ff. sowie die Ausführungen in Kapitel 4.3.4.2 dieser Arbeit.

⁸⁵² Der Modellzweck wird auf diese Weise in sämtliche Aspekte der RMK hineinprojiziert und durch teilprozessspezifische Darstellungen erfüllt, die zugleich eine Dokumentation des Modellzwecks auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus liefern: Im Gegenstandsaspekt prägt der Modellzweck die Ausgrenzung und kennzeichnet den Beitrag der Komponente im Außenverhältnis; im Inhaltsaspekt führt er zur Identifikation relevanter Inhalte, die mit deren Deklaration dokumentiert sind; im Darstellungsaspekt kennzeichnet er die Wahl und Anwendung der Darstellungstechnik.

Referenzmodell Konstruktionsergebnisse vorzuliegen haben. Prinzipiell sind diese Sichten in kontextspezifischen Segmenten des VRM-Systems unter den Akteuren zu vereinbaren. Für die Unterstützung derartiger Abstimmungen sind in der idealtypischen Gestaltung Sichten zu identifizieren, durch deren Standardisierung die inhaltliche *Eigenständigkeit* der RMK gefördert wird.

Einen theoretischen Bezugspunkt zur Standardisierung der Sichten im inhaltsbezogenen Bereich stellt das Strukturmuster für Systemaspekte dar.⁸⁵³ Die dort identifizierten Merkmale allgemeiner Systeme legen nahe, als Standard eine *Verhaltens-* und eine *Eigenschaftssicht* festzulegen. Aufgrund des Profils von Methoden der Referenzmodellierung sind jeweils die Strukturen dieser Inhalte zu beschreiben. Damit liegen i. e. S. Verhaltens- und Eigenschaftsstrukturdarstellungen vor, die im Folgenden kurz als Verhaltens- und Eigenschaftsdarstellungen bezeichnet werden. Die systemtechnische Fundierung sichert zugleich die Übertragbarkeit auf sämtliche Gegenstände, die sich als Systeme interpretieren lassen.⁸⁵⁴ Insgesamt wird der Ordnungsrahmen somit wie folgt standardisiert.

Als Standard sind im Ordnungsrahmen für RMK Konstruktionsergebnisse zu den aus dem Modellzweck abgeleiteten gegenstands-, inhalts- und darstellungsbezogenen Aspekten des Referenzmodells vorzusehen, wobei die Darstellungen relevante Eigenschaften und Verhaltensweisen des Gegenstands beschreiben.

Die durch die Standardisierung festgelegten Verzeichnisbereiche fördern die Eigenständigkeit der Referenzmodelle. Sie werden somit hinsichtlich sämtlicher Aspekte beschrieben, die generell zur Vollständigkeit von Referenzmodellen beitragen. Zudem sind Gestaltungsansätze vorzusehen, mit denen auch Konstruktionsergebnisse verzeichnet werden können, die in spezifischen sachlichen, personellen oder umfeldbedingten Anforderungen zur Vollständigkeit beitragen.

Individualisierung

In einzelnen Konstruktionsvorhaben können Bedarfe zur Beschreibung von Inhalten bestehen, die weder der Verhaltens- noch der Eigenschaftssicht zuzuordnen sind (Inhaltsadäquanz). Ursachen hierfür sind maßgeblich sachlich oder konstruktionstechnisch bedingt. So kann der verfolgte *Modellzweck* Darstellungen erfordern, in denen spezifische Konstellationen von verhaltens- und eigenschaftsorientierten Aspekten herauszustellen sind, wie z. B. Leistungen oder Zielsysteme. Weitere Bedarfe entstehen zur Dokumentation von *Konstruktionstechniken*, für die z. B. Konstrukte zur Abwicklung des Varianten- und Versionsmanagements sowie der Bildung von Komponentensystemen darzustellen sind. Der Ordnungsrahmen ist daher so zu gestalten, dass die *Einführung* individueller Sichten auf den Gegenstand möglich ist.

Mit dem Subjektivitätsmanagement wird betont, dass auch *innerhalb* einzelner Sichten unterschiedliche Bedarfe hinsichtlich der Aufbereitung der Darstellung bestehen (Darstellungsadäquanz).⁸⁵⁵ Als Ursache kommen hier vor allem personenbezogene Einflüsse zum Tragen, nach denen unterschiedliche Präferenzen hinsichtlich der Darstellung vorliegen. Unterschiede betreffen z. B. die Wahl der Darstellungstechnik, das Abstraktionsniveau der Beschreibung sowie die Layoutgestaltung. Unter Berücksichtigung technologiebezogener Aspekte kommen Gestaltungsmerkmale des Medieneinsatzes hinzu.

⁸⁵³ Das Strukturmuster für Systemaspekte ist als ein wieder verwendbares Muster zur Identifikation von „Sichten“ auf allgemeine Systeme für deren Beschreibung eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 3.2.2.3 dieser Arbeit.

⁸⁵⁴ Diese Interpretationsmöglichkeit ist gerade für die in der Referenzmodellierung zu betrachtenden Informationssysteme gegeben.

⁸⁵⁵ Vgl. Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 2 f. sowie die Untersuchungen zum State-of-the-Art der Referenzmodellierung in Bezug auf den methodenbezogenen Aspekt in Kapitel 4.3 dieser Arbeit.

Bei der anwendungsorientierten Konstruktion von Referenzmodellen werden die Bedarfe zu Perspektiven verdichtet, die aufgrund von Analysen und Abschätzungen der Präferenz relevanter Nutzer gewonnen werden. Zur Berücksichtigung variierender Bedarfsstrukturen, die sich sowohl gegenüber unterschiedlichen Anwendern als auch im Zeitablauf ergeben, sind im Ordnungsrahmen Freiheitsgrade hinsichtlich alternativer Darstellungen der Inhalte zu bieten (Darstellungsvielfalt). Hierzu ist über die freie Wahl der Darstellungstechnik (Sprachunabhängigkeit), die mit dem Methodensystem geboten wird, die Erfassung mehrerer verschiedener Darstellungen zu Inhalten zu gewährleisten. In der Schnittstelle sind daher jedem einzelnen Eintrag im inhaltsbezogenen Schnittstellenbereich mehrere darstellungsbezogene Bereiche zuzuordnen, die hinsichtlich ihres Typs jedoch nicht vorhergesehen werden können, da sie mit der eingenommenen Perspektive variieren.⁸⁵⁶ In der Gestaltung zu berücksichtigen sind damit die folgenden Möglichkeiten zur Individualisierung:

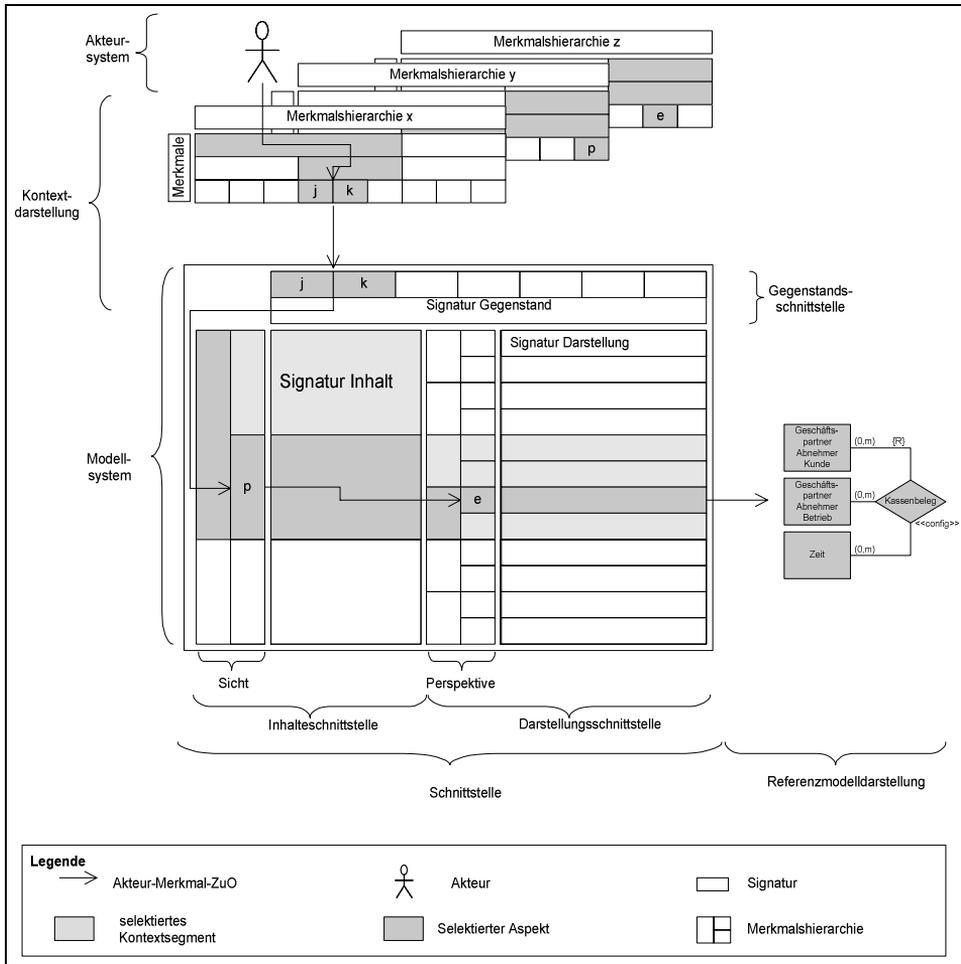
Zur Individualisierung sind im Ordnungsrahmen Mechanismen zur kontrollierten Erweiterung um zusätzliche Typen von Inhalten (Erweiterungssichten) sowie alternative Typen der Darstellung (Darstellungsvielfalt) vorzusehen.

Die abgeleiteten Strukturmerkmale sind in einer Schnittstelle zu operationalisieren, in der die konzeptionelle Gestaltung konkretisiert und hinsichtlich repräsentationeller Aspekte ergänzt wird. Die Darstellung hat dabei einen Formalisierungsgrad zu erreichen, der die im modellbezogenen Aspekt der VRM beabsichtigte Verwendung von RMK zur komponentenorientierten Konstruktion von Referenzmodellen ermöglicht.

6.1.1.2 Schnittstelle des Ordnungsrahmens

Um Mechanismen zur Individualisierung bieten zu können, verfügt die Schnittstelle des Ordnungsrahmens für RMK über eine anpassungsfähige Grundstruktur. Sie wird hinsichtlich des zu fordernden Qualitätsstandards vorkonfiguriert. Die Grundstruktur ist in Abb. 77 visualisiert worden. Nachfolgend werden ihre besonderen Merkmale eingeführt. Anschließend wird die Spezifikation standardisierter Verzeichnisbereiche vorgestellt.

⁸⁵⁶ Die mit der Darstellungsvielfalt einhergehenden Probleme der Integration sprachverschiedener Darstellungen werden gemindert, sofern die Darstellungen durch Metamodelle integriert werden. So könnten etwa *Beziehungsmetamodelle* zur Übersetzung von Darstellungen verschiedener Sprachen genutzt werden. Zu einem Beziehungsmetamodell zwischen EPK-Diagrammen und Petri-Netzen vgl. von Uthmann, C. et al. (1997), S. 14. Für die Entwicklung des Ordnungsrahmens kann die Verfügbarkeit von Beziehungsmetamodellen jedoch nicht allgemein vorausgesetzt werden: Einerseits ist ihre Anfertigung nicht zu sämtlichen Sprachvergleichen möglich; andererseits sind sie jeweils spezifisch für den Vergleich zweier Sprachen anzufertigen, wodurch mit jeder zusätzlich zu berücksichtigenden Sprache die Anzahl der benötigten Beziehungsmetamodelle exponentiell steigt. Schließlich ist in RMK weniger der Vergleich der Aussagen zwischen Darstellungen von Interesse als vielmehr die Möglichkeit ihrer losen Kopplung, zu der aber auch Beziehungsmetamodelle keinen Beitrag leisten. Zu theoretischen Grundlagen und Anforderungen an *Schementransformationen* vgl. Atzeni, P., Torlone, R. (1995), S. 7-12. Zu Möglichkeiten der Werkzeugunterstützung vgl. z. B. Atzeni, P., Torlone, R. (1997), S. 2 f.

Abb. 77: Strukturmuster der Schnittstelle im Ordnungsrahmen für RMK⁸⁵⁷

Die Grundstruktur der Schnittstelle ist durch besondere Merkmale gekennzeichnet, die das Prinzip zur Bildung von Teilbereichen sowie die Technik zur Verzeichnung von Konstruktionsergebnissen in diesen Teilbereichen betreffen.

Schichtenorientierte Schnittstellenbereiche

Zur Einhaltung der aufgestellten Qualitätsstandards werden Schnittstellenbereiche vorgesehen, in denen dezidierte Spezifikationen zu den relevanten Aspekten von Referenzmodellen erfolgen. Demnach werden ein gegenstands-, ein inhalts- und ein darstellungsbezogener Schnittstellenbereich unterschieden. Aufgrund der Beziehungen der Bereiche untereinander wird somit eine *geschichtete Kapselung* relevanter Konstruktionsergebnisse vorgenommen. Demnach wird das Referenzmodell durch die gegenstandsbezogene Schnitt-

⁸⁵⁷ Die Abbildung zeigt die konzeptionelle Struktur der Schnittstellenbereiche. Bei dem Einsatz einer computergestützten technologischen Plattform ist auch ein Zugriff auf die Komponente über sämtliche Merkmale möglich. So wird in der Problemlösungstechnik die Abfrage des Modellbestands im Prozessbereich der Planung und Prüfung von Konstruktionsprozessen mit der VRM-Plattform referenzmodelle.de vorgestellt. Vgl. hierzu Kapitel 6.2.2.1 dieser Arbeit.

stelle in eine Beschreibungsschicht eingefasst, auf der der Beitrag des Modells auf pragmatischer Ebene beschrieben wird. Im Innenverhältnis der Komponente wird dieser Beitrag zunächst auf einer inhaltsbezogenen und dann auf einer darstellungsbezogenen Schicht konkretisiert, über die schließlich die Sprachaussagen einzelner Darstellungen erreicht werden.

Durch die Einführung dezidierter Schnittstellenbereiche zur Deklaration des Inhalts und der Darstellung werden grundlegende Voraussetzungen zur Gewährleistung der angestrebten *Darstellungsvielfalt* geschaffen.⁸⁵⁸ So wird mit dem inhaltsbezogenen Schnittstellenbereich die Spezifikation auf einer Abstraktionsschicht vorgenommen, die zwar den Beitrag der Komponente hinsichtlich der Erfüllung des Modellzwecks konkretisiert, dabei aber unabhängig von Details der Darstellung bleibt. Die Kapselung von Sprachaussagen durch die Verzeichnung von Darstellungen ermöglicht zudem die standardisierte Referenzierung von Modellen, unabhängig von Details ihrer inneren Struktur sowie der verwendeten Darstellungstechnik. Damit wird die Grundlage zur Verknüpfung sprachverschiedener Darstellungen geschaffen, die durch die besondere Form einer merkmals- und signaturgestützten Verzeichnung ausgebaut wird.

Merkmals- und signaturgestützte Verzeichnung

Um Konstruktionsergebnisse in den Schnittstellenbereichen einerseits formal exakt zu verzeichnen, andererseits aber auch hinsichtlich ihrer Bedeutung zu beschreiben, werden Spezifikationen zur *Identifikation* und *Charakterisierung* unterschieden. Zu deren Operationalisierung werden in der Darstellungstechnik *Merkmale* und *Signaturen* verwendet.

Signaturen stellen standardisierte Bezeichnungen für die Identifikation von Gegenständen, Inhalten und Darstellungen dar und eignen sich damit insbesondere für Zwecke der *Referenzierung*. Die Charakterisierung anhand von *Merkmalen* und Merkmalsausprägungen erweist sich nicht nur im Hinblick auf die *Erweiterbarkeit* als vorteilhaft. Zugleich werden hiermit Sprachkonstrukte der Darstellungstechnik zur Konstruktion des Kontextes genutzt, wodurch beide Techniken miteinander integriert werden.⁸⁵⁹ Somit wird die Grundlage zur adäquaten Einbettung von RMK in ihren relevanten modell- und organisationsbezogenen Kontext geschaffen.

Durch die Übertragung dieser Technik auf schichtenorientiert gebildete Schnittstellenbereiche werden Signaturen *merkmalsgesteuert* miteinander verknüpft, wodurch die Schnittstelle letztlich als „Intermediär“ zwischen Akteur und Modell dient. Sie leistet eine methodisch durchgängige Verbindung zwischen den Informationsbedarfen eines Akteurs auf organisatorischer Ebene und einzelnen Problemlösungsbeiträgen von Referenzmodellen bis zur Ebene der Modelldarstellung.

Ausgehend von diesem allgemeinen Aufbauprinzip sind zur Unterstützung der im Ordnungsrahmen vorgestellten Merkmale von RMK Standards für die Konkretisierung der einzelnen Schnittstellenbereiche aufzustellen.

⁸⁵⁸ Der Begriff der *Deklaration* stellt auf den Zweck der Kennzeichnung ab, abstrahiert aber insbesondere von der Darstellung. Diese kann etwa in unterschiedlichen Formalisierungsgraden als reine natürlich-sprachliche Benennung oder formale Signatur vorliegen.

⁸⁵⁹ Bezug nehmend auf die Darstellungstechnik zur *merkmalsgestützten Kontextdarstellung* wird im Folgenden der Begriff des Merkmals stellvertretend für die in der Technik gebotenen verschiedenen Ausdrucksmöglichkeiten verwendet. Zu berücksichtigen ist damit, dass zu einem Merkmal jeweils Standardwerte sowie Standardwerthierarchien existieren. Zusätzlich kann jedes Merkmal wiederum Merkmalshierarchien eingehen und in Aspekten sowie Aspekthierarchien zusammengefasst werden. Zur Darstellungstechnik der merkmalsgestützten Kontextdarstellung vgl. Kapitel 5.2.3.2 dieser Arbeit.

Gegenstandsbezogener Schnittstellenbereich

In der Gegenstandsschnittstelle sind Spezifikationen zu verzeichnen, die den Gesamtbeitrag der RMK kennzeichnen. Als problematisch erweist sich hierbei die mangelnde Kenntnis des Umfelds der Komponente,⁸⁶⁰ wodurch es erschwert wird, eine Spezifikation vorzunehmen, die sowohl eindeutig als auch intersubjektiv nachvollziehbar ist. Hinzu kommt, dass die Anzahl der zu beachtenden Relationen mit jedem zusätzlich in das VRM-System eintretenden Modell und Akteur exponentiell ansteigt. Einen Beitrag zur Handhabung dieser Probleme leisten die in der Schnittstelle gebildeten differenzierten Verzeichnissbereiche zur *Charakterisierung* und *Identifikation* des Gegenstands. Die hierzu in der Schnittstelle vorzusehenden Segmente werden in Abb. 78 veranschaulicht.

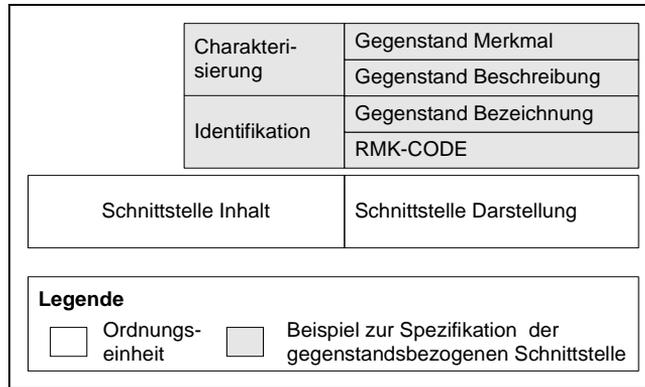


Abb. 78: Grundstruktur der gegenstandsbezogenen Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK

Charakterisierung: Mit der Charakterisierung ist die Bedeutung der Komponente zu beschreiben, wozu nach dem generellen Strukturmuster *gegenstandsbezogene* Merkmale⁸⁶¹ der Kontextdarstellung zu verwenden sind. Unterschieden werden können Merkmale zur Beschreibung des Gegenstands im Außen- und Innenverhältnis. Im Außenverhältnis dient die Beschreibung der Positionierung des Referenzmodells im Raum der VRM. Hiermit werden RMK sowohl untereinander abgegrenzt als auch gegenüber den Akteuren hinsichtlich ihres Problemlösungsbeitrags beschrieben. Zusätzlich können Merkmale hilfreich sein, mit denen Facetten des Modellgegenstands im Innenverhältnis beschrieben werden. Diese Merkmale schaffen gegenstandsbezogene Differenzierungsmöglichkeiten für die Konstruktion des Referenzmodells, die sowohl für die Verzeichnung als auch für bedingte Sprachaussagen in Darstellungen genutzt werden (z. B. Variantenmerkmale).

Ergänzend kann eine natürlichsprachliche *Beschreibung* des Beitrags der Komponente die Anschaulichkeit der Charakterisierung erhöhen. So geht mit der Operationalisierung durch Merkmale eine Beschränkung der Ausdrucksmöglichkeiten einher, durch die z. B.

⁸⁶⁰ Als ein konstituierendes Merkmal von Komponenten ist deren Kontextsouveränität erarbeitet worden. Vgl. z. B. Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25, Turowski, K. (2001), S. 269, Szyperski, C. (1998), S. 34. Im Strukturmuster der RMK wurde entsprechend berücksichtigt, dass die RMK „in zur Entwicklungszeit nicht vollständig bekanntem Kontext eingesetzt werden kann“. Vgl. hierzu Kapitel 5.2.2 dieser Arbeit.

⁸⁶¹ Die aus Sicht des Ordnungsrahmens speziellen Merkmale werden in der Darstellungstechnik zur Kontextdarstellung unter Nutzung von Aspekten konstruiert. Um die Klarheit der folgenden Ausführungen zu erhöhen, wird die Bezeichnung im Folgenden, wie hier vorgenommen, verkürzt. Anstelle der exakten Bezeichnung eine „Merkmalsausprägung eines Merkmals im gegenstandsbezogenen Aspekt“ zu vergeben, wird vereinfachend davon gesprochen, eine „gegenstandsbezogene Merkmalsausprägung“ zu verwenden. Vgl. auch die Argumentation in Fn. 859.

kontextspezifische Detailinformationen und erklärende Ausführungen unzureichend anzubringen sind. Die Präzision der natürlichsprachlichen Beschreibung wird dadurch erhöht, dass sie die vergebenen Merkmale ergänzt und somit auf zusätzlich relevante Charakteristika hin vorgenommen werden kann.

Identifikation: Im Verzeichnisbereich zur Identifikation wird die Eindeutigkeit der Kennzeichnung gesichert, ohne jedoch die Absicht zu verfolgen, die Bedeutung der Komponente adäquat zu erfassen. Für die Identifikation werden Signaturen benötigt, die für die maschinelle und die menschliche Verarbeitung unterschiedlich zu gestalten sind.

Für die *maschinelle* Verarbeitung sind Signaturen zu finden, die nach einheitlichen Regeln gebildet und innerhalb der VRM eindeutig belegt werden. Für diesen Zweck ist ein Code einzuführen, der zur Reduktion des Koordinationsaufwands bei der Namensgebung als Unikat vergeben werden kann, indem z. B. die Konstruktionszeit und die IP-Adresse des verwendeten Rechners in die Signatur aufgenommen werden.

Die für die *menschliche* Arbeit festzulegenden Signaturen haben demgegenüber innerhalb der Vorstellungswelten relevanter Akteure eindeutig zu sein. Hierzu sind – wenn auch nicht repräsentative, so doch selbstsprechende – Kennzeichnungen zu finden. Ausgenutzt werden kann dabei, dass sich die Verwendung der Komponente auf organisationsbezogener Ebene in interessensspezifischen Segmenten des VRM-Systems vollzieht, in denen durch Koordinationsprozesse akzeptierte Konventionen abgestimmt werden können.⁸⁶²

Inhaltsbezogener Schnittstellenbereich

Die Eintragungen der Inhaltsschnittstelle integrieren die gegenstands- und darstellungsbezogenen Aspekte des Referenzmodells, indem sie die Charakterisierung des gegenstandsbezogenen Bereichs *inhaltlich* konkretisieren und dabei zugleich einen Verweis auf relevante Darstellungen liefern. In der Schnittstelle selbst sind hierzu die Sichten des Referenzmodells zu spezifizieren, innerhalb derer Inhaltsdeklarationen vorgenommen werden.

Die Ambivalenz zwischen Standardisierung und Individualisierung schlägt sich hier in der Auswahl der zu verzeichnenden Inhalte nieder. Nach dem Strukturprinzip der RMK ist einerseits die Darstellung von Standardinhalten zu sichern, andererseits die Möglichkeit der individuellen Erweiterung zu bieten. Die hierzu erforderliche Flexibilität in der Schnittstellendarstellung wird durch die *Charakterisierung* und *Identifikation* anhand von *Merkmalen* und *Signaturen* geboten. Merkmale beschreiben Differenzierungen des inhaltsbezogenen Aspekts und bilden Schnittstellenbereiche, in denen durch Signaturen Inhalte des jeweiligen Aspekts deklariert werden können.

Charakterisierung: Als Ausgangspunkt für Inhaltsdeklarationen ist eine Merkmalsstruktur zu bilden, die die Sichten des Referenzmodells beschreibt. Um das Strukturierungsprinzip der RMK abzubilden, ist die Gliederung derart zu bilden, dass ein *Standardbereich* für Verhaltens- und Eigenschaftsdeklarationen und ein *Erweiterungsbereich* zur Individualisierung eingerichtet werden.⁸⁶³ Die daraus resultierende Grundstruktur des Schnittstellenbereichs wird in Abb. 79 veranschaulicht.

⁸⁶² Zur Vereinfachung wird in den folgenden Darstellungen der Oberbegriff der Signatur verwendet (Gegenstand Signatur).

⁸⁶³ In Analogie zu Softwarekomponenten könnte der Standardbereich einer RMK auf die Verzeichnung von Verhaltensmodellen reduziert werden. Zur Struktur von Softwarekomponenten vgl. Frank, U. (Component) (1999), S. 17 sowie Kapitel 5.2.2.1 dieser Arbeit. Die in der Rahmengestaltung des modellbezogenen Aspekts erarbeiteten Erkenntnisse zur Übertragung der Komponentenorientierung auf die Informations- und Referenzmodellierung zeigen jedoch, dass für RMK eine andere Ausgangssituation vorliegt (Whiteboxperspektive), die einer solchen Strukturierung widerspricht. Lediglich in verkürzenden Darstellungen, in denen die Eigenschaftsmodelle keinen Erklärungsbeitrag leisten, wird eine auf die Verhaltensdeklarationen reduzierte Minimalform des Schnittstellenbereichs verwendet.

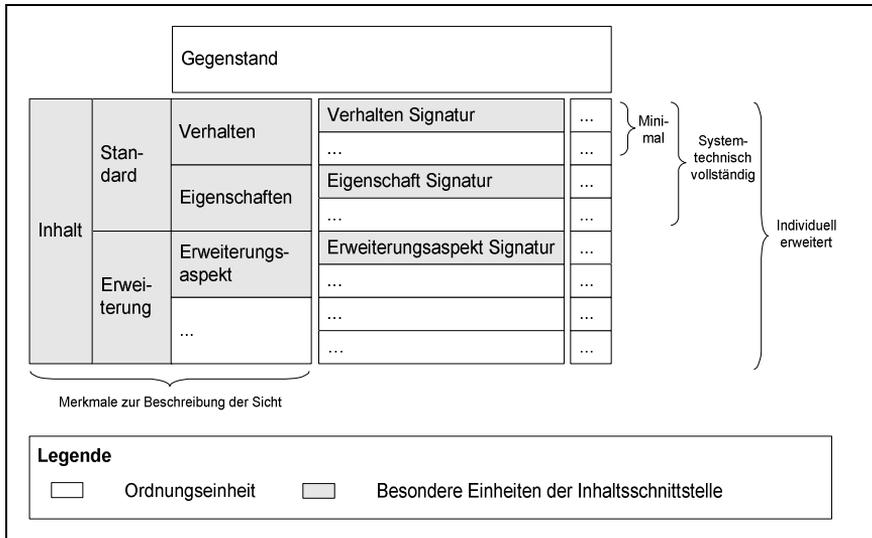


Abb. 79: Grundstruktur der inhaltsbezogenen Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK

Durch die Standardisierung von Schnittstellenbereichen für Verhaltens- und Eigenschaftsdeklarationen wird der erhobene Qualitätsstandard gesichert, Referenzmodelle in Konstruktionen gegenüber der Systemtechnik vollständig zu beschreiben. Zugleich sind in der Nutzung die demnach als Kern anzusehenden Darstellungen des Referenzmodells in kompakter Form verfügbar.

Die Individualisierbarkeit der Inhalte wird dadurch erreicht, dass im Erweiterungsbereich neue Merkmals-hierarchien eingeführt werden können, mit denen zusätzliche Segmente für Inhaltsdeklarationen eingerichtet werden. Folglich kann zwar der Inhalt frei variieren, das Prinzip der Verzeichnung ist aber einheitlich und sichert zudem die semantische und strukturelle Integration neuer Deklarationen in die Schnittstelle. Die Semantik wird durch die einzuführenden *inhaltsbezogenen* Merkmale beschrieben (z. B. Organisation). Strukturell ist jedes Merkmal zugleich unmittelbar der Gegenstandsschnittstelle zugeordnet und eröffnet einen Bereich alternativer Inhaltsdeklarationen, von denen jede einzelne Deklaration ein eigenes Segment in der Darstellungsschnittstelle aufspannt.

Die Reihenfolge, in der die Merkmale des Standard- und Erweiterungsbereichs aufgeführt werden, kann entsprechend ihrer Bedeutung variiert werden. Demnach können etwa Erweiterungen zur Kennzeichnung von Konstruktionsbeziehungen aufgrund ihres übergeordneten Charakters auch oberhalb des Standardbereichs notiert werden.⁸⁶⁴

Identifikation: Die Deklaration von Inhalten erfolgt in den Teilbereichen der Inhaltsschnittstelle einheitlich durch die Angabe einer repräsentativen Signatur. In Anlehnung an die Spezifikation von Operationen in der objektorientierten Programmierung wird diese durch einen *Deklarationsnamen*, gefolgt von einer *Parameterliste*, aufgebaut.⁸⁶⁵ Da Inhalte in Relation zu einem Gegenstand erfasst werden, ist es hinreichend, die Eindeutigkeit

⁸⁶⁴ Beispiele hierfür liefern Schnittstellenspezifikationen, die bei der Gestaltung von Konstruktionstechniken mit der RMK eingeführt werden. Vgl. hierzu Kapitel 6.1.2.2 dieser Arbeit.

⁸⁶⁵ In der objektorientierten Programmierung werden Signaturen zur Verhaltensdeklaration verwendet. Sie spezifizieren hier Operatoren – auch Methoden genannt – in Klassen und folgen dem Aufbau Signatur = Operationsname + E/A-Schnittstelle + Ausnahmebehandlung. Vgl. z. B. Balzert, H. (2000), S. 821 f. Eine dort zusätzlich vorgesehene Ausnahmebehandlung ist aufgrund des Sprachprofils von Referenzmodellen zu vernachlässigen.

der *Namensgebung* lediglich innerhalb einer Komponente zu sichern. Zur Referenzierung von Inhalten über die Grenzen einer Komponente hinaus wird die Signatur des Gegenstands vorangestellt. Die Art und Anzahl der aufzunehmenden *Parameter* ist in Abhängigkeit des jeweiligen inhaltlichen Aspekts festzulegen. So kann beispielsweise bei Verhaltensdeklarationen die Angabe von Input- und Outputparametern hilfreich sein: *Inputparameter* operationalisieren die einem Verhaltensmodell zu übergebende Menge an Startzuständen, *Outputparameter* demgegenüber die nach Ausführung des Verhaltens bereitgestellten Endzustände. Ein einfaches Beispiel einer Notationsregel wird in Abb. 80 unter Verwendung der sog. *Erweiterten-Backus-Naur-Form (EBNF)* vorgestellt.⁸⁶⁶

Spezifikation in EBNF:

```
InhaltsaspektSignatur ::= [GegenstandSignatur´.´] InhaltName
                        [Parameterliste]

Parameterliste ::= ´(in:´Parameter{´,´Parameter}*´);
                  out:´Parameter{´,´Parameter}*´)´
```

Beispiel:

```
ÖffentlicheAusschreibung.AngeboteEinhohlen (in:
Bedarfsprofil.Ausschreibung; out: Angebotskopf, Angebotsposition)
```

Abb. 80: Signatur von Inhaltsdeklarationen in der Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK

Die Modellklarheit kann gesteigert werden, indem Namenskonventionen eingeführt werden, die den Beitrag des deklarierten Inhalts zur Erfüllung des Zwecks der RMK erkennen lassen. Wie die Bezeichnungen von Komponenten können auch Namen von Signaturen segmentspezifisch variieren. Im Standardbereich ist auf Arbeiten zur Benennung von Prozess- und Datenmodellen zurückzugreifen;⁸⁶⁷ für den Erweiterungsbereich zählt die Findung adäquater Konventionen zu den Einführungsaufgaben neuer Schnittstellen.

Mit zunehmendem Umfang der Deklarationen einer RMK steigt der Bedarf nach Konstrukten zu ihrer Strukturierung. Sofern eine hierarchische Gliederungsmöglichkeit gegeben ist, kann auf die Einführung eines gesonderten Strukturmodells verzichtet werden, indem die Ordnung direkt in die Schnittstelle eingebracht wird. Hierzu sind die Abstraktionskonzepte der *Kontextdarstellung* zu nutzen, mit denen z. B. Merkmals- und Standardwerthierarchien gebildet sowie Aspekte und Aspekthierarchien eingerichtet werden können. Ein Beispiel hierzu stellt eine an die objektorientierte Programmierung angelehnte Differenzierung von Verhaltens- und Eigenschaftsbeschreibungen dar (vgl. Abb. 81).⁸⁶⁸

Die Hierarchisierung kann im Zusammenhang mit Relationen zwischen Sprachausagen auf Ebene der *Darstellungen* stehen. Wird etwa am Beispiel von EPK-Modellen ein Subprozess durch eine Funktionsverfeinerung eingefügt, so ist diese – als Deklaration eines

⁸⁶⁶ Zur Notation der *Erweiterten-Backus-Naur-Form* vgl. Wirth, N. (1985), S. 8 f., zur Backus-Naur-Form vgl. Schöning, U. (2001), S. 25 f. Variablen (z. B. InhaltName) sind hier sowie auch im Folgenden vom Typ String und können, sofern keine weiteren Spezifikationen eingeführt werden, durch beliebige Zeichenketten belegt werden.

⁸⁶⁷ Zu Namenskonventionen vgl. z. B. Rosemann, M. (1996), S. 187 ff., Schütte, R. (1998), S. 192 und die dort zitierte Literatur.

⁸⁶⁸ Zur Unterscheidung von Verhaltensdeklaration in der objektorientierten Programmierung vgl. Kapitel 4.3.3.3 dieser Arbeit.

Verhaltensmodells – durch eine Signatur zu kennzeichnen, die in der Schnittstelle aufzunehmen ist. Bei solchen Disaggregationen der Verhaltensstruktur bietet es sich an, die Deklarationen, die als „Einstiegspunkte“ in das von der Komponente nach außen angebotene Verhalten dienen, in einem *public*-Bereich gesondert zu verzeichnen. Subprozesse, die zur Komplexitätsreduktion im Innenverhältnis gebildet werden, sind in separaten Bereichen als *private* oder *protected* zu verzeichnen und können dort weiter hierarchisiert werden.

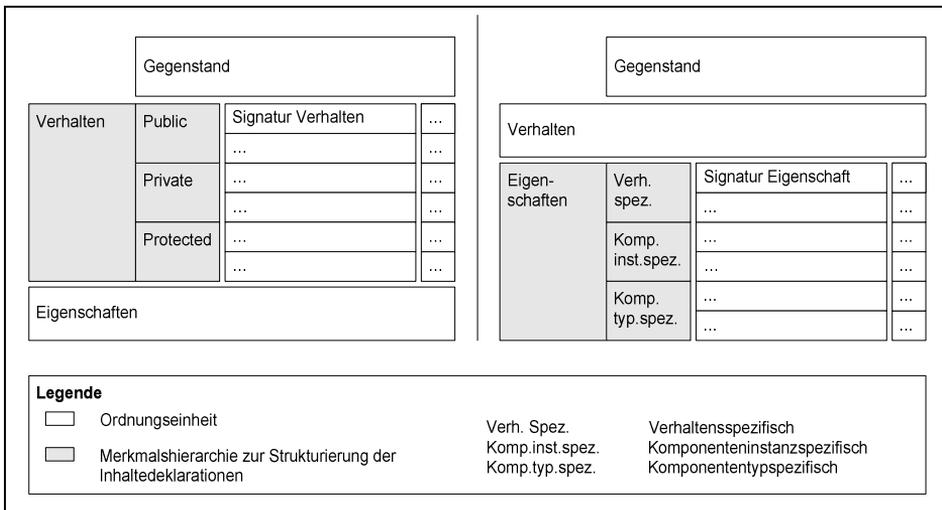


Abb. 81: Differenzierung von Verhaltens- und Eigenschaftsdeklarationen in der Schnittstelle von RMK

Durch das vorgestellte Gliederungsprinzip werden einzelne Verhaltensdeklarationen hinsichtlich ihres Beitrags zur Zweckerfüllung geschichtet. Hierdurch wird die Klarheit des Referenzmodells aus nutzungsorientierter Sicht erhöht.

Darstellungsbezogener Schnittstellenbereich

Die Darstellungsschnittstelle leistet den Zugang zu den für die Erfüllung des Modellzwecks anzufertigenden Darstellungen. Um *Darstellungsvielfalt* zu ermöglichen, sind zu jeder Inhaltsdeklaration Segmente alternativer Darstellungsdeklarationen einzurichten. Hinsichtlich ihrer Charakterisierung und Identifikation sind folgende Gestaltungsansätze zu berücksichtigen.

Charakterisierung: Die Charakterisierung von Darstellungen erfolgt durch *darstellungsbezogene* Merkmale, die in Ergänzung der gegenstands- und inhaltsbezogenen Merkmale die *Perspektive* kennzeichnen, für die ein Modell aufbereitet ist. Das hieraus resultierende Grundmuster des darstellungsbezogenen Schnittstellenbereichs wird in Abb. 82 veranschaulicht. Da die Merkmale zur Kennzeichnung von Darstellungen sehr facettenreich sind, ist ihre Eignung zur hierarchischen Gliederung nur in Ausnahmen gegeben. Merkmale sind vielmehr als *Deskriptoren* zu hinterlegen, die z. B. bei Einsatz einer computer-gestützten technologischen Plattform in Suchabfragen ausgewertet werden können.⁸⁶⁹

⁸⁶⁹ Abfragen, in denen Merkmale des gegenstands-, inhalts- als auch darstellungsbezogenen Aspekts genutzt werden können, werden z. B. auf der VRM-Plattform referenzmodelle.de realisiert. Vgl. hierzu die Ausführungen zur Planung und Prüfung von Referenzmodellen in der Problemlösungstechnik zur Konstruktion von Referenzmodellen im VRM-System in Kapitel 6.2.2.1 dieser Arbeit.

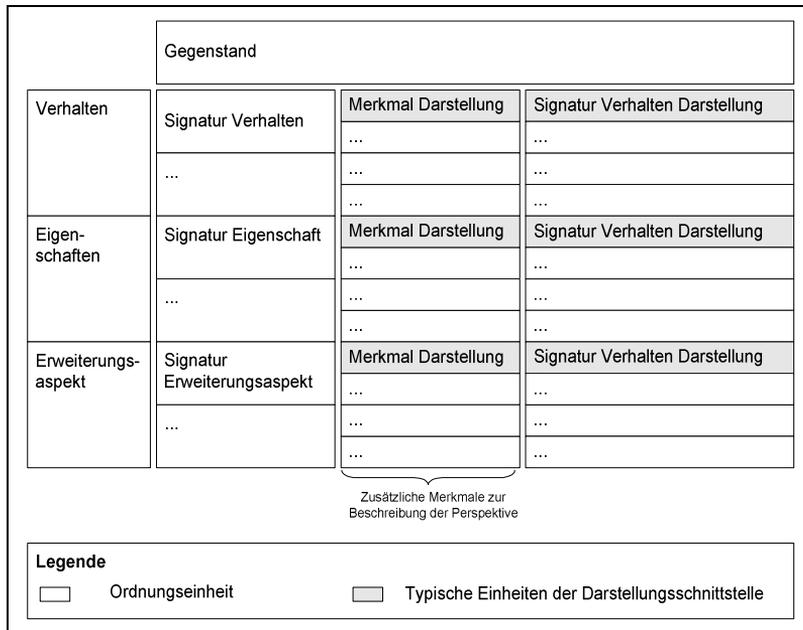


Abb. 82: Grundstruktur der darstellungsbezogenen Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK

Identifikation: Für die Gestaltung der Signaturen gelten die für die inhaltsbezogene Schnittstelle eingeführten Konventionen analog. Die Referenzierungen können gekürzt werden, wenn die Signatur den Namen der Signatur zur Inhaltsdeklaration übernimmt, der sie zugeordnet ist. Zusätzlich ist eine Kennzeichnung vorzusehen, durch die sich Darstellungsdeklarationen zu gleichen Inhaltsdeklarationen untereinander abgrenzen. Hierzu kann die Signatur um eine Merkmalsliste erweitert werden, in der für die Abgrenzung als relevant erachtete Merkmale aufgeführt werden. Eine mögliche Konvention für Signaturen zur Darstellungsdeklaration wird in Abb. 83 dargestellt.

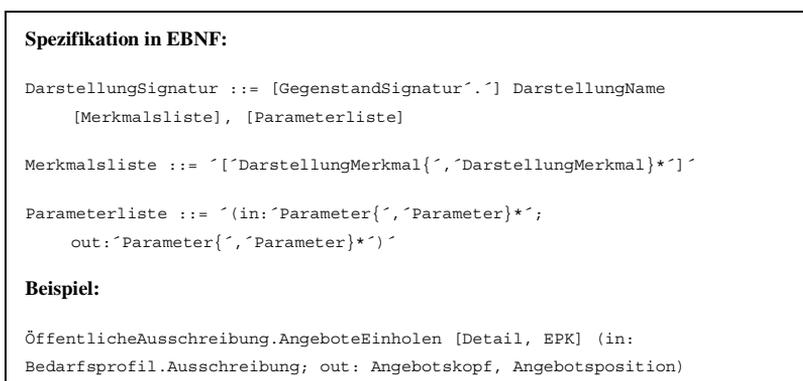


Abb. 83: Signatur von Darstellungsdeklarationen in der Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK

Die eindeutigen Signaturen für RMK in der Gegenstands-, Inhalte- und Darstellungsschnittstelle ermöglichen die Referenzierung zwischen Darstellungen im Innen- und Au-

Benverhältnis der RMK. Hierzu dienen die Signaturen als „Link“, der in Abhängigkeit des inhaltlichen Aspektes zu interpretieren ist.

Für die Bildung von Komponentensystemen erweist es sich als vorteilhaft, zum Teil RMK einzusetzen, die zwar den für einen Modellzweck relevanten Gegenstand umreißen und die zu diesem zu konstruierenden Inhalte deklarieren, jedoch Angaben zur Darstellung offen lassen. Hierzu werden in Analogie zur objektorientierten Programmierung *abstrakte* RMK eingeführt, die dadurch gekennzeichnet sind, dass sie über Inhaltsdeklarationen verfügen, zu denen keine Darstellung verzeichnet ist.

Metamodell des Ordnungsrahmens für RMK

Die wesentlichen Strukturmerkmale sind in Abb. 84 in einem Metamodell zum Ordnungsrahmen zusammengefasst worden.⁸⁷⁰ Das Metamodell zeigt die Aggregation der standardisierten Schnittstellenbereiche (Schnittstelle Gesamt) und deren Verbindung zum modellbezogenen Bereich des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen sowie – in vereinfachter Form – zur Darstellungstechnik zur merkmalsgestützten Kontextdarstellung (Merkmal Kontext). Die Schnittstelle leistet diesbezüglich eine Verbindung zwischen Modellen, die jeweils spezifische Aspekte eines Referenzmodells beschreiben (Merkmal Modellzweck Referenzmodell).

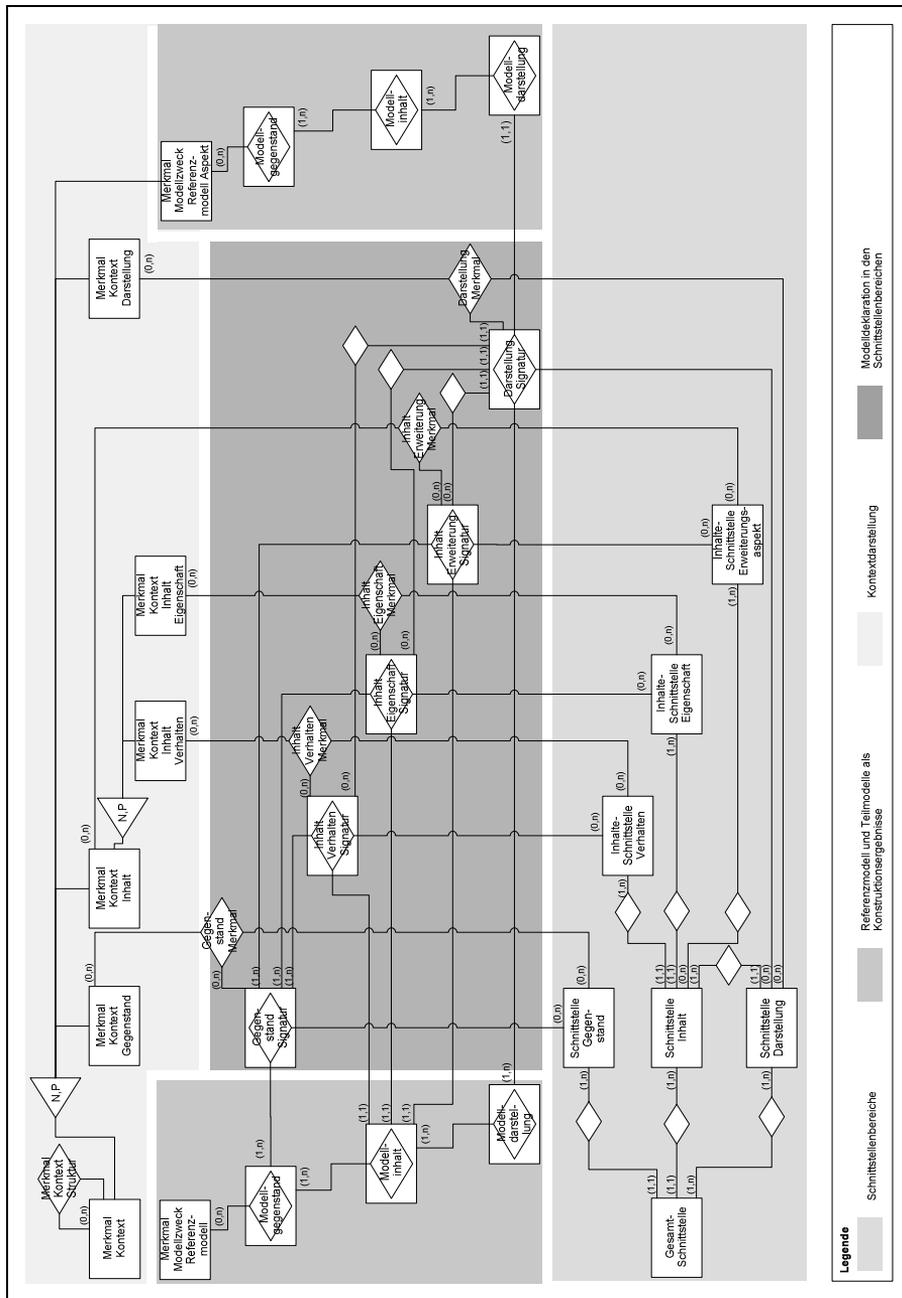
Die in der Konstruktion des Referenzmodells anzufertigenden Darstellungen zu den Konstruktionsergebnissen des Gegenstands und des Inhalts werden idealtypisch⁸⁷¹ vollständig in den gegenstands- und inhaltsbezogenen Schnittstellenbereichen vorgenommen, sodass sämtliche Teilmodelle außerhalb der Schnittstelle über den Darstellungsbereich verzeichnet werden (Darstellung Ident.).

Die beschriebene Strukturregel, sämtliche externe Teilmodelle über den Darstellungsbereich zu verzeichnen, begünstigt die Kapselung der RMK und führt zugleich dazu, umfassendere Konstruktionen durch mehrere kleine RMK umzusetzen, sodass die Tendenz zur intensiven komponentenorientierten Strukturierung besteht, die sich positiv auf die Verteilung der Konstruktionsprozesse auswirkt. So ist z. B. bei der *zusätzlichen* Aufnahme eines Modells in die Darstellungsschnittstelle, das einen Ordnungsrahmen liefert, zu erwägen, den Ordnungsrahmen in einer eigenständigen RMK zu beschreiben, die auf den spezifischen Zweck der verfolgten Strukturierung ausgerichtet ist. Hiermit wird die Modellqualität gesteigert, da die Beschreibung des Ordnungsrahmens hinsichtlich des Gegenstands und des Inhalts zu vervollständigen ist und damit z. B. sowohl Verhaltens- als auch Eigenschaftsaspekte der Struktur zu berücksichtigen hat.⁸⁷²

⁸⁷⁰ Der Darstellung liegen Vereinfachungen zugrunde, um die wesentlichen Strukturmerkmale des Ordnungsrahmens herauszustellen (Darstellungsadäquanz). So wird die Kontextdarstellung – wie in Fn. 859 argumentiert – anhand von Merkmalen dargestellt, zu denen Spezialisierungen gebildet werden. Eine Relation zwischen Schnittstelle Gegenstand und Schnittstelle Inhalt wird nicht benötigt, da jede Schnittstelle durch genau einen Datensatz in der Schnittstelle Gegenstand gekennzeichnet ist. Die Identifikation wird anhand von Signaturen und die Charakterisierung anhand von Merkmalen repräsentiert.

⁸⁷¹ Da der Ordnungsrahmen als Idealtyp eingeführt wird, kann er in der Anwendung auch in abgewandelter Form zum Einsatz kommen. Als eine Abwandlung können z. B. ergänzende Darstellungen zur Illustration der Spezifikationen im Darstellungs- und Inhaltsbereich eingefügt werden. Da sie jedoch nicht strukturtypisch sind, werden derartige Abwandlungen im Metamodell nicht berücksichtigt.

⁸⁷² Die in der Literatur vorherrschenden Ordnungsrahmen(-Modelle) beschreiben ausschließlich die durch sie geschaffenen Verhaltens- oder Eigenschaftsstrukturen. Vgl. z. B. die Übersicht bei Meise, V. (2001), S. 61-68 sowie die Vorgehensmodelle bei Meise, V. (2001), S. 119 ff., Becker, J., Meise, V. (2002), S. 98 ff. Vgl. auch die Ausführungen in Kapitel 4.3.3.4 dieser Arbeit. Vor dem Hintergrund der Erkenntnisse über gestaltungsrelevante Aspekte von Systemen kann die Vollständigkeit der Beschreibung eines Ordnungsrahmens erhöht werden, wenn – auch bei Dominanz eines Aspekts – sowohl Verhaltens- als auch Eigenschaftsstrukturen dokumentiert werden. Vgl. hierzu das Strukturmuster für Systemaspekte in Kapitel 3.2.2.3 dieser Arbeit.

Abb. 84: Metamodell des Ordnungsrahmens für RMK⁸⁷³

⁸⁷³ Das Metamodell des Ordnungsrahmens für RMK steht im Kontext der Teilmodelle des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen, vgl. Kapitel 3.3 dieser Arbeit. Die Darstellung ist auf Teile des Modellsystems konzentriert worden, die zur Einführung der entwickelten Darstellungstechnik benötigt werden. Gesondert hinzuweisen ist auf die Aussparung der Darstellung von Relationstypen gegenüber dem Entitytypen Konstrukteur, zu dem die Entitytypen Modellgegenstand, Modellinhalt und Modelldarstellung jeweils in existenzieller Abhängigkeit stehen, vgl. insbesondere Abb. 6 und Abb. 31.

Durch das Prinzip der Kapselung erfolgt eine Entkopplung des Ordnungsrahmens von den durch ihn im Einzelfall strukturierten Konstruktionsergebnissen, womit dessen Wiederverwendbarkeit gesteigert wird.

Da mit dem Ordnungsrahmen für RMK eine spezifische Zusammenstellung mehrerer Modelle vorgenommen wird, die zudem über mehrere Abstraktionsebenen erfolgt und in der Wahlmöglichkeiten hinsichtlich der zu verwendenden Darstellungstechnik gegeben sind, stellen sich Fragen der Integration innerhalb RMK. Es ist daher zu untersuchen, inwiefern integrationsfördernde Regeln im Ordnungsrahmen vorzusehen sind.

6.1.1.3 Integration innerhalb des Ordnungsrahmens

Der allgemeine Begriff der Integration⁸⁷⁴ wird in Anwendungsbereichen der Wirtschaftsinformatik anhand von Merkmalen konkretisiert, mit denen auf spezielle integrationsrelevante Aspekte der Gestaltung aufmerksam gemacht wird.⁸⁷⁵ Merkmale, die für die Gestaltung der Darstellungstechnik für RMK relevant sind, werden in Abb. 85 zusammengefasst und anschließend vorgestellt.

Merkmal	Ausprägung		
Technik	Verbinden	Vereinigen	
Zeit	Ex-post	Ex-ante	
Richtung	Horizontal		Vertikal
Aspekt	Verhaltensbezogen	Eigenschaftsbezogen	Aspektübergreifend

Abb. 85: Typologie ausgewählter Grundformen der Integration für RMK

Hinsichtlich der Technik, die verwendet wird, um die Teileinheiten zu einem Ganzen zusammenzufügen, wird zwischen der Integration durch *Verbindung* und *Vereinigung* unterschieden.⁸⁷⁶ Bei der Integration durch *Verbindung* werden bislang unverbundene – jedoch in logischer Beziehung stehende – Konstruktionsergebnisse zueinander in Beziehung gesetzt. Während die Konstruktionsergebnisse hierbei ihre ursprüngliche Form beibehalten, werden sie bei der Integration durch *Vereinigung* aufgelöst und in einer für die gemeinsame Konstellation günstigen Form neu konstruiert. Im Zusammenhang mit der Technik werden zumeist auch Vorstellungen über die *Zeit*, zu der die Integration erfolgt, verbunden. Demnach wird der Verbindung zumeist der Charakter einer *ex-post*-Integration⁸⁷⁷ zugesprochen,⁸⁷⁸ die erst im Anschluss an die Konstruktion der Teileinheiten vorgenommen wird. Für die Vereinigungen wird demgegenüber eine *ex-ante*-Integration als typisch an-

⁸⁷⁴ Zum Integrationsbegriff vgl. Heilmann, H. (1989), S. 47 f., Krcmar, H. (Integration) (1991), S. 4, Picot, A., Reichwald, R. (1991), S. 286 ff., Mertens, P. (2001), S. 1 sowie Fn. 218 dieser Arbeit.

⁸⁷⁵ Zu alternativen Darstellungen vgl. Picot, A., Reichwald, R. (1991), S. 286 ff., Krcmar, H. (Integration) (1991), S. 4 ff., Scheer, A.-W. (1993), S. 83 ff., Rothhove, T. (1998), S. 39-51.

⁸⁷⁶ Vgl. insbesondere Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 155 f. und die dort zitierte Literatur.

⁸⁷⁷ Zu berücksichtigen ist, dass bei dieser Zuordnung die Angabe *ex post* und *ex ante* auf die Zeit der *Darstellung* der Konstruktionsergebnisse zu beziehen ist. Auch für später zu verbindende Darstellungen kann bereits in den Konstruktionen des *Gegenstands* und des *Inhalts* eine Integration erfolgen.

⁸⁷⁸ Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 156.

gesehen.⁸⁷⁹ In Bezug auf die Richtung, in der die Integration erfolgt, werden eine *horizontale* und eine *vertikale* Form der Integration unterschieden. Zur Konkretisierung werden jedoch unterschiedliche Bezugsmodelle verwendet, gegenüber denen die Richtung interpretiert wird.⁸⁸⁰ Für die hier anzustellende methodenbezogene Betrachtung erweist sich die im Software Engineering gebräuchliche Bedeutung als hilfreich. Demnach liegt in Anlehnung an den Softwareentwicklungsprozess eine *vertikale* Integration vor, wenn Konstruktionsergebnisse eines Gegenstands auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen an der Abstimmung beteiligt sind. Bei unterschiedlichen Gegenständen gleicher Abstraktionsebenen wird hingegen von *horizontaler* Integration gesprochen. Eine weitere Unterscheidung betrifft den Aspekt der Konstruktionsergebnisse, auf den sich die Integration bezieht.⁸⁸¹ Gegenüber dem Ordnungsrahmen für RMK werden hier auf Basis des Strukturmusters für Systemaspekte verhaltens- und eigenschaftsbezogene sowie aspektübergreifende Formen der Integration unterschieden. Sie können auf den Ebenen der Deklaration, Struktur und Instanz betrachtet werden.

Für die Gestaltung der Darstellungstechnik der RMK sind Fragen der Integration sowohl innerhalb einer als auch zwischen mehreren RMK zu untersuchen.

Integration innerhalb einer RMK: Innerhalb einer RMK werden grundlegende Formen der Integration durch den Bildungszusammenhang der Schnittstellenbereiche gewährleistet. Durch das Prinzip der *geschichteten Kapselung* von Konstruktionsergebnissen in der Schnittstelle wird die *vertikale Integration* im Ordnungsrahmen der RMK begünstigt. So kann beispielsweise ein Verhaltensmodell abstrakt durch ein EPK-Diagramm dargestellt werden, das durch Dekomposition als *private* verfeinert wird und schließlich über Sprachwechsel auch in einer Programmiersprache beschrieben werden kann. Nach dem Prinzip der Schichtung werden die Konstruktionsergebnisse einer übergeordneten Schicht als Vorgabe zur Bildung der Konstruktionsergebnisse der darunter liegenden Schicht aufgefasst. Wird diese Ableitung innerhalb eines eigenständigen Konstruktionsprozesses vorgenommen, ist davon auszugehen, dass auf jeder einzelnen Schicht auch eine *horizontale Integration* hergestellt wird.

Aus Sicht der Konstruktion einer gesamten RMK ist die Integration durch die Kapselung gegenüber dem Modellzweck als *Vereinigung* zu interpretieren, die *ex ante* erfolgt. Durch die schichtenorientierte Fortsetzung der Kapselung durch Signaturen bleiben jedoch im Innenverhältnis der RMK über Signaturen identifizierbare Teilkonstruktionsergebnisse erhalten, sodass zwischen ihnen eine Integration durch *Verbinden* vorliegt.⁸⁸² Diese Verbindungen sind zum Teil durch Sprachkonstrukte repräsentiert (z. B. Datenobjekt in EPK), die Signaturen zur Referenzierung nutzen. Sie bestehen aber auch durch die semantische Nähe von Konstruktionsergebnissen gegenüber dem Modellzweck, ohne dass zwischen ihnen eine verknüpfende Sprachaussage besteht. Sie sind in diesem Sinne koexistent.

⁸⁷⁹ Einige Autoren erkennen hierin die Reinform der Integration und grenzen diese etwa von Kopplungen ab. Vgl. Scholz-Reiter, B. (1991), S. 30. Diese Auffassung steht jedoch nicht im Einklang mit dem hier eingeführten Integrationsbegriff. Vgl. auch Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 155.

⁸⁸⁰ So wird z. B. die horizontale und vertikale Integration in Informationssystemen gegenüber der Informationspyramide interpretiert. Vgl. z. B. Roththowe, T. (1998), S. 45 f. und die dort zitierte Literatur.

⁸⁸¹ In der Literatur wird auch die Bezeichnung als *Gegenstand* der Integration verwendet. Auch wenn die Bezeichnung im Einklang mit der hier verwendeten Terminologie steht, wird aus Gründen der Klarheit der *Integrationsaspekt* bevorzugt. Je nach Bezugssystem zur Differenzierung des Gegenstands gehen auch hier die Typbildungen der Integration auseinander. Vgl. z. B. Mertens, P. (2001), S. 2, Picot, A., Reichwald, R. (1991), S. 285 ff., Heilmann, H. (1989), S. 49 ff.

⁸⁸² Der Unterschied gegenüber bisher üblichen Verbindungen zwischen Informationsmodellen erklärt sich durch das in RMK eingenommene höhere Abstraktionsniveau. Der Erhalt der Identität von Darstellungen über Signaturen ist – übertragen auf die Vereinigung von Modelldarstellungen – mit dem dortigen Erhalt einzelner Sprachaussagen (z. B. Funktion: Prüfe Rechnung) zu vergleichen, die ebenfalls im Sinne der Verbindung mit anderen Sprachaussagen (z. B. Ereignis: Rechnung unvollständig) integriert sind.

Integration zwischen RMK: Werden Beziehungen zwischen RMK hergestellt, ist zudem die Integration zwischen RMK zu beachten. Entsprechend der gekapselten Struktur, von der aus RMK aufeinander referenzieren können, erfolgt die Integration grundsätzlich nach der Technik des *Verbindens* und kann – je nach Konstruktionsbeziehung – sowohl in *horizontaler* als auch *vertikaler* Richtung gestaltet werden. In verteilten Modellsystemen stellen sich zudem Fragen hinsichtlich der *Realisierung* der Techniken zur Integration. Die zusätzlichen Gestaltungsmöglichkeiten werden in Abb. 85 gegenüber den herkömmlichen Techniken des Verbindens und Vereinigens veranschaulicht und nachfolgend vorgestellt.

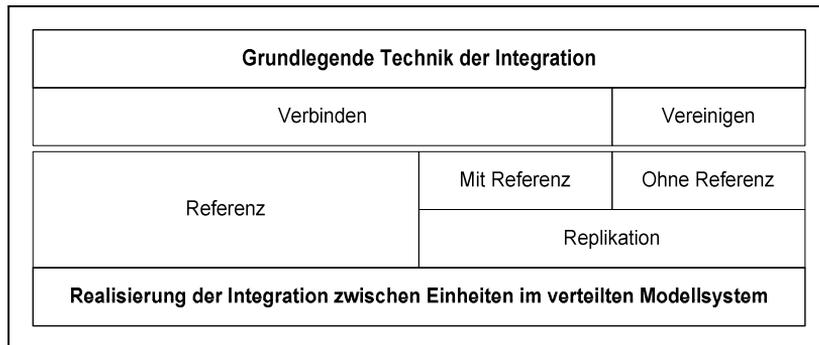


Abb. 86: Realisierung von Techniken zur Integration zwischen Einheiten in verteilten Modellsystemen

Da die zu integrierenden Modelle jeweils in unterschiedlichen (eigenständigen) Einheiten des Modellsystems vorliegen, ist zu entscheiden, wie die Einheiten über die Konstruktionsergebnisse verfügen, in denen Abstimmungsbedarf gegeben ist. In Analogie zu Methodenaufrufen in der objektorientierten Programmierung kann unterschieden werden, ob eine RMK Darstellungen einer anderen RMK referenziert oder repliziert. Bei der *Referenzierung* erfolgt eine Integration über die Grenzen der RMK hinweg, wozu eine rufende RMK einen Verweis auf die Signatur der Darstellung in einer anderen RMK vornimmt (call by reference). Bei *Replikationen* hingegen erhält die rufende Einheit eine Kopie der Darstellung (call by value), womit weiterhin zu entscheiden ist, ob die Relation zwischen der ursprünglichen Version und der Kopie aufrechtzuerhalten ist oder nicht.

Die Auswahl einer Realisierungsform zur Integration ist unter Berücksichtigung des situativ vorliegenden Integrationsbedarfs vorzunehmen. Die *Referenzierung* und *Replikation mit Referenz* ermöglichen die Gestaltung verteilter Modellsysteme auf *Runtime-Ebene*, wodurch insbesondere der Änderungsdienst von Modellen gefördert wird, da *Aktualisierungen* der ursprünglichen Version unmittelbar in sämtlichen lose gekoppelten RMK *wirksam* werden. Allerdings sind die Anpassungsmöglichkeiten zur Herstellung der Integration begrenzt. Um etwa Anpassungen auf Ebene der Sprachaussagen einzelner Darstellungen vornehmen zu können, werden im Fall der *Referenzierung* zusätzliche Darstellungen benötigt, in denen die Beziehungen zwischen den zu integrierenden Sprachaussagen expliziert werden. Eine vergleichbare Dokumentation der Beziehungen ist durch die Protokollierung von Anpassungen auch bei der *Replikation mit Relation* vorzunehmen. Hier sind zwar unmittelbare Abstimmungsmöglichkeiten durch eine direkte Relation zwischen Sprachkonstrukten beider RMK gegeben, doch sind mögliche Anpassungen dahingehend restringiert, dass durch deren Protokollierung eine Fortschreibung von Aktualisierungen möglich ist. Spiegelbildlich verhält sich die Wirkung der *Replikation ohne Referenz*: Hier ist zwar kein automatisierter Änderungsdienst gegeben, doch sind Anpassungen im Sinne der Vereinigung unbegrenzt möglich. Da die Verbindung nicht aufrechterhalten wird, ist

der Einsatz dieser Realisierung allerdings auf die Gestaltung verteilter Modellsysteme auf Buildtime-Ebene begrenzt.

Je umfangreicher der Anpassungsbedarf von Darstellungen auf Sprachebene ist, desto vorteilhafter erweist sich die *Vereinigung* der Darstellungen in einer RMK durch *Replikation ohne Relation*. Kann die Integration hingegen bereits durch *Verbindungen* von Sprachausagen der *einen* mit Signaturen der *anderen* RMK erfolgen, sind die Vorteile der *Referenz* zu nutzen. Die *Replikation mit Referenz* erhöht zwar den Komfort der Abstimmung zwischen Sprachausagen, erfordert aber auf sprachlicher Ebene einen dem Fall der Referenz entsprechenden Aufwand zur Explikation von Beziehungen zwischen Sprachausagen unter Berücksichtigung von Änderungen. Die Realisationsform ist daher vor allem dann attraktiv, wenn die Protokollierung der Beziehungen und Anpassungen konstruktionsbegleitend durch ein CASE-Werkzeug unterstützt wird.

Die Untersuchungen zeigen, dass mit der Grundstruktur der Schnittstelle im Ordnungsrahmen für RMK durch das Prinzip der geschichteten Kapselung in Kombination mit der Verwendung von Signaturen Konzepte vorgesehen sind, die sich positiv auf die Integrationsfähigkeit von RMK auswirken. Offensichtlich ist jedoch, dass darstellungstechnische Regeln alleine die Integration nicht sichern können, da im Einzelfall menschliche Konstruktionsleistung benötigt wird. Verstärkt wird diese Situation zudem dadurch, dass aufgrund der Sprachneutralität in einer allgemeinen Betrachtung kaum Regeln auf Ebene von Sprachausagen zu treffen sind. Fragestellungen der Integration in RMK zielen daher weniger auf die Formalisierung von Bedingungen, die dem Leitgedanken einer automatisierten Integrationssicherung folgt, als vielmehr auf die Unterstützung des Konstrukteurs, der die Integration selbst vornimmt. Diese Grundauffassung der Prozessgestaltung soll als Prinzip der *Konstruktionsunterstützung* differenziert werden. Als Grundlage der Konstruktionsunterstützung in Bezug auf die Integration wird eine Problemlösungstechnik⁸⁸³ erarbeitet, die einen Leitfaden zur Identifikation von Integrationsbedarfen und Maßnahmen zu deren Deckung liefert.

Allgemeiner Integrationsprozess für RMK

Zur Entwicklung eines Integrationsprozesses für RMK kann auf Arbeiten zur Integration von Informationsmodellen zurückgegriffen werden. Beiträge zur Schemaintegration liefern Anhaltspunkte zur Gestaltung der Abstimmung von Darstellungen innerhalb einzelner Sichten.⁸⁸⁴ In der Referenzmodellierung werden zudem Regeln für die Gestaltung des Verhältnisses zwischen Prozess- und Datenmodellen erörtert,⁸⁸⁵ die hier auf die Integration zwischen den Sichten übertragen werden können. Die zumeist sprachspezifisch angestellten Untersuchungen sind hier zu verallgemeinern und auf die Strukturmerkmale des Ordnungsrahmens für RMK zu übertragen.

Als konzeptionelle Grundlage dient das von ROSEMANN für die Prozessstrukturintegration entwickelte Vorgehensmodell, das hinsichtlich der hier herrschenden Anforderungen zu modifizieren ist. Folgende Besonderheiten sind hierzu zu berücksichtigen:

⁸⁸³ Die Problemlösungstechnik leistet einen unterstützenden Beitrag zur Darstellungstechnik. Vor dem Hintergrund des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Prozessgestaltung ist die Problemlösungstechnik bei einer ebenenspezifischen Ausdifferenzierung unterhalb der Darstellungstechnik anzusiedeln. Vgl. hierzu Kapitel 3.3.1 dieser Arbeit.

⁸⁸⁴ Vgl. z. B. die Vorgehensmodelle und konzeptionellen Ansätze bei Biller, H. (1979), S. 40-46, Batini, C., Lenzerini, M. (1984), S. 654-662, Batini, C., Lenzerini, M., Navathe, S. B. (1986), S. 329-351, Hars, A. (1994), S. 129 ff., Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 183 ff., Schütte, R. (1998), S. 318 f.

⁸⁸⁵ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 277-288, Schwegmann, A. (1999), S. 78-80, Schlagheck, B. (2000), S. 71-74. Grundlegende Regeln sind in der State-of-the-Art-Untersuchung vorgestellt worden. Vgl. hierzu Kapitel 4.3 dieser Arbeit.

- (1) **Vertikale Integration:** Die Integration begrenzt sich nicht auf einzelne Modelldarstellungen. Hingegen sind Konstruktionsergebnisse auf Ebene des Gegenstands, des Inhalts und der Darstellung zu betrachten, die im Ordnungsrahmen der RMK vertikal gegenüber dem Referenzmodellzweck integriert sind.
- (2) **Horizontale Integration:** Durch die horizontal vorzusehende Koexistenz von Modellen ist das Gestaltungsziel der Integration *nicht* alleine in der Vereinigung mehrerer Darstellungen in einem integrierten Schema zu sehen. Hingegen tritt das Kriterium der *Konsistenz* in den Vordergrund, das in Schemenintegrationen als eine Vorstufe der Konstruktion eines Gesamtmodells angesehen wird. Typen möglicher Konflikte zwischen Konstruktionsergebnissen sind hinsichtlich des Gegenstands, des Inhalts und der Darstellung differenziert zu untersuchen.
- (3) **Abstimmung vertikaler und horizontaler Integration:** Durch die in der Schnittstelle vorgenommene *geschichtete Kapselung* von Konstruktionsergebnissen in RMK gegenüber dem Modellzweck sind Maßnahmen zur vertikalen und horizontalen Integration *interdependent*. Demnach sind die Abstimmungen der Konstruktionsergebnisse in horizontaler Richtung auf Darstellungs- und Inhaltsschicht so vorzunehmen, dass die Konstruktionsleistung der darüber liegenden Schicht – und schließlich die Erfüllung des Modellzwecks – begünstigt wird.

Die Überlegungen wurden in dem in Abb. 87 dargestellten allgemeinen Prozessmodell zur Integration von RMK visualisiert. Es zeigt die Grundstruktur entsprechender Darstellungstechniken, die im Folgenden beschrieben wird: Aufgrund der Verschiedenartigkeit der zu integrierenden Konstruktionsergebnisse beginnt der Prozess mit der Planung des *Integrationsbedarfs*, in der ausgehend von einem spezifischen Konstruktionszweck situativ relevante Modelle⁸⁸⁶ zur Integration zu bestimmen und hinsichtlich ihres Abstimmungsbedarfs zu konkretisieren sind. Als integrationsfördernde Maßnahmen werden *Konsistenzsicherungen* und *Rekonstruktionen* vorgesehen. Im Prozessmodell werden sie durch die Funktionen Konsistenz herstellen und Rekonstruktion durchführen dargestellt, mit denen Zustandsveränderungen der Modelle vorgenommen werden, die deren wahrgenommene Integration erhöhen. Beide Maßnahmen unterscheiden sich hinsichtlich der Art der Zustandsveränderung.

In Konsistenzsicherungen (Konsistenz herstellen) werden Anpassungen vorgenommen, die allein die *Darstellung* der Modelle betreffen. Eine Abwandlung der mit der Konstruktion zu treffenden inhaltlichen Aussage ist nicht beabsichtigt. Typische Maßnahmen zur Konsistenzsicherung betreffen z. B. Namensgebungen und Layoutgestaltung. Mit Konsistenzsicherungen wird somit die üblicherweise in Schemenintegrationen vorgesehene Konfliktbehandlung⁸⁸⁷ zu integrationsfördernden Maßnahmen koexistenter Modelle ausgebaut. Werden allerdings umfassendere Änderungen erforderlich, sind Rekonstruktionen (Rekonstruktion durchführen) vorzunehmen, deren Maßnahmen sich auf den *Inhalt* und *Gegenstand* eines Modells niederschlagen. Sie sind insbesondere dann vorzunehmen, wenn inhaltliche Überlappungen zwischen Modellen bestehen, die durch Reduktion des Gegenstands eines Modells zu beheben sind.

⁸⁸⁶ Zur Verallgemeinerung werden Konstruktionsergebnisse im Prozess abstrakt als Modelle berücksichtigt, die entsprechend jeweils hinsichtlich Gegenstand, Inhalt und Darstellung vorliegen.

⁸⁸⁷ Eine Konzentration auf die Konfliktbehandlung im Kontext der Schemenintegration wird auch in dem hier als Bezugspunkt verwendeten Vorgehensmodell von ROSEMANN vorgenommen. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 181 ff. Als eine Ursache ist die gegenüber dem hier zu behandelnden Fall divergierende Zielsetzung zu sehen, durch die die Konsistenzsicherung als Vorstufe einer sämtliche Modelle zusammenschließenden Rekonstruktion angesehen wird. Maßnahmen zur Förderung von Integrationspotenzialen werden implizit im Zuge der Rekonstruktion vorgenommen.

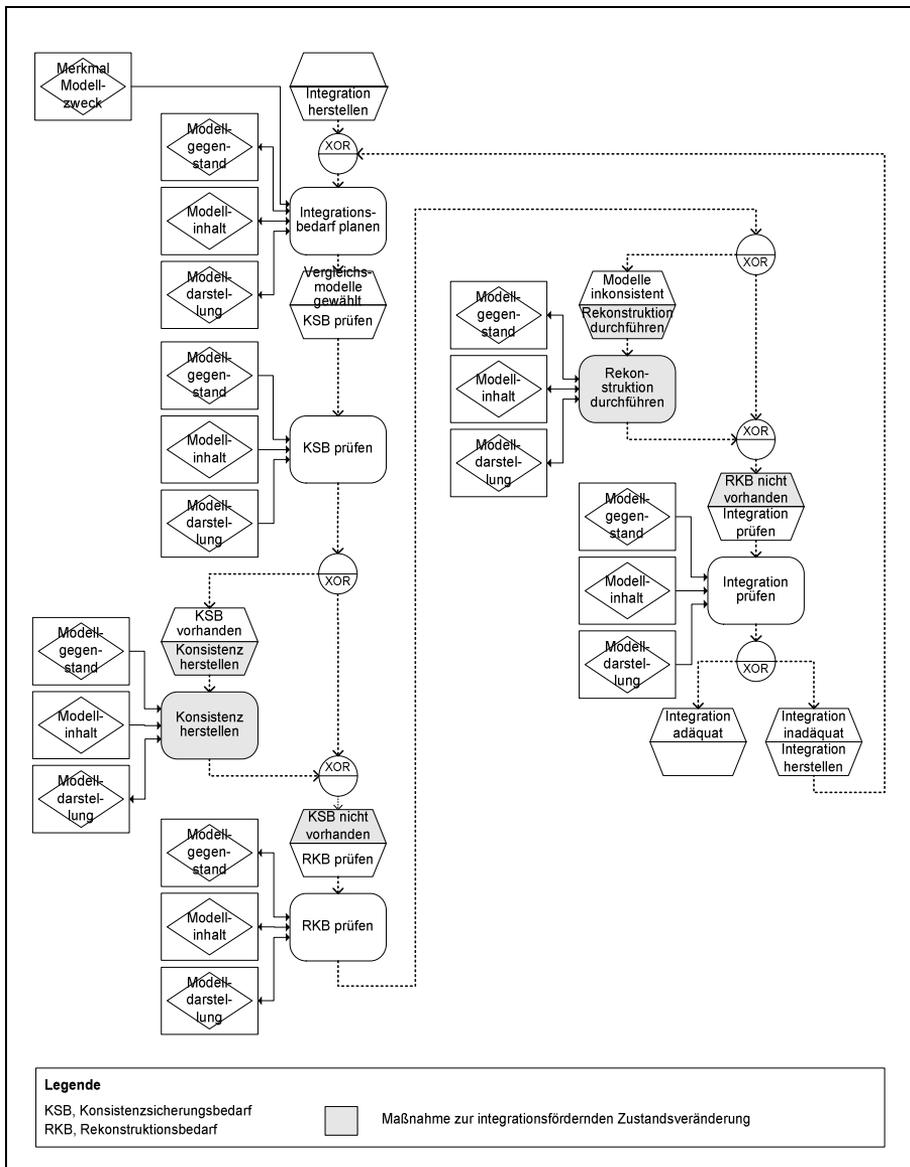


Abb. 87: Allgemeiner Integrationsprozess für RMK

Während bei *Schemaintegrationen* eine lineare Prozessstruktur verfolgt wird, die im Ergebnis in eine Rekonstruktion führt,⁸⁸⁸ ist für die Integration der RMK auch eine *eigenständige* Ausführung beider Maßnahmen vorzusehen. Zur Steuerung des Prozesses ist eine Bedarfsprüfung (Integrationsbedarf planen) voranzustellen sowie eine abschließende Erfolgsprüfung (Integration prüfen) vorzusehen. In Abhängigkeit des Prüfungsergebnisses ist die Integration abgeschlossen (Integration adäquat) oder der Prozess wird mit der erneuten Planung des Integrationsbedarfs fortgesetzt (Integrationsbedarf planen).

⁸⁸⁸ Der linearen Vorgehensweise wird auch im Ansatz von ROSEMANN gefolgt. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 181 ff. Zu anderen Vorgehensmodellen zur Schemaintegration dieser Bauart vgl. Fn. 884.

Die mit dem Prozessmodell beschriebenen Lösungsschritte können auf verschiedene Integrationsprobleme übertragen werden, in denen sie jeweils spezifisch zu konkretisieren sind. Für die Gestaltung der Darstellungstechnik lassen sich allgemeine Regeln ableiten, die den Konstrukteur bei der Behandlung zusätzlicher Integrationsbedarfe unterstützen. Standardsituationen liegen in den beschriebenen Problemfeldern der Integration innerhalb einer und zwischen mehreren RMK vor. Auf Basis des eingeführten Ordnungsrahmens werden Regeln zur Förderung der Integration innerhalb einer RMK abgeleitet. Die Integration zwischen mehreren RMK ist im Anschluss an die Einführung von Konstruktions-techniken zu behandeln.

Innerhalb des Ordnungsrahmens der RMK besteht der *Integrationsbedarf* darin, die zusammengefassten Konstruktionsergebnisse gegenüber dem Modellzweck in horizontaler und vertikaler Richtung abzustimmen. Während Art und Umfang erforderlicher Rekonstruktionen situativ zu untersuchen sind, können allgemeine Regeln zur Konsistenzsicherung abgeleitet werden.

Regeln zur vertikalen Integration

Zur vertikalen Integration sind Regeln zu beachten, die auf die Ausrichtung sämtlicher Konstruktionsergebnisse der Modellebenen auf den Zweck des Referenzmodells zielen. Sie sind hinsichtlich der Beziehungen zwischen den Schichten zu differenzieren.

Gegenstand und Inhalte: Um der Integrationsfunktion der inhaltsbezogenen Schnittstelle gerecht zu werden, ist zu gewährleisten, dass in der RMK sämtliche für die Erfüllung des Zwecks erforderlichen Inhalte berücksichtigt werden. Die Zusammenstellung von Signaturen ist daher derart vorzunehmen, dass eine möglichst vollständige Dekomposition des Konstruktionszwecks geleistet wird. Zur Unterstützung dieser Integrationsaufgabe kann als Standard eine am *Zweckverhalten* orientierte Inhaltsdeklaration vorgenommen werden. Deklariert werden hierzu zunächst die zur Erfüllung des sachlichen Zwecks im Außenverhältnis anzubietenden Verhaltenssignaturen (public), an denen sich sämtliche weitere Konstruktionen im Innenverhältnis ausrichten. Über Dekompositionen des Verhaltens hinaus sind insbesondere auch Rückschlüsse auf die zur Umsetzung des Verhaltens benötigten Eigenschaften sowie ggf. auf weitere Inhalte zu ziehen.⁸⁸⁹

Inhalt und Darstellung: Bei der Deklaration der Inhalte liegen – wie im Standardprozess zur Modellkonstruktion ausgeführt – Vorstellungen über deren detaillierte Ausgestaltung zugrunde. Da aber die Anfertigung der Darstellung sowohl von unterschiedlichen Konstrukteuren als auch zu unterschiedlichen Zeiten sowie bei abstrakten RMK in unterschiedlichen inneren Kontexten⁸⁹⁰ stattfinden kann, ist zu sichern, dass die bei der Deklaration verfolgten Vorstellungen über die *Inhalte* auch in *Darstellungen* umgesetzt werden. Zur Förderung der Integration sind daher in den Signaturen der Verhaltensdeklarationen Input- und Outputparameter zu verwenden. Für die Darstellungen setzen sie einen Rahmen, von dem Mindestanforderungen an die zu treffenden Sprachaussagen abgeleitet werden. Während somit der Ergebnisbeitrag standardisiert ist, bleiben inhaltliche Freiheitsgrade hinsichtlich des Abstraktionsniveaus und der Problemlösungsstruktur.⁸⁹¹

⁸⁸⁹ Mit dieser Vorgehensweise geht eine Dominanz der Verhaltensstruktur einher. Sie impliziert jedoch nicht, dass das Verhalten auch inhaltlich einen schwergewichtigeren Beitrag zur Erfüllung des Modellzwecks leistet. So existieren auch RMK, deren Beitrag maßgeblich in der Konstruktion von Eigenschaften besteht (z. B. Kunde). Für die Erfüllung des sachlichen Zwecks sind aber auch hier „Zugriffe“ auf die Eigenschaften über (elementare) Verhaltensweisen vorzusehen (z. B. Kunde.Adresse lesen (In: Kundennummer, Out: Adresse)).

⁸⁹⁰ Mit dem inneren Kontext wird die Umgebung verstanden, die sich innerhalb des Ordnungsrahmens einer RMK durch die in der Anwendung verzeichneten Konstruktionsergebnisse ergibt.

⁸⁹¹ Auch eine Ausweitung des Inhalts über die mit den Parametern gesetzten Grenzen hinaus ist möglich, sofern sie nicht im Konflikt zu anderen Konstruktionsergebnissen steht. Allerdings leistet sie keinen relevanten Beitrag gegenüber dem Modellzweck und mindert damit die Klarheit der Konstruktion.

Gegenstand und Darstellung: Um die Charakterisierung der RMK in der Gegenstandsschnittstelle auch in die Darstellungen der Inhalte „hineinzutragen“, ist zu prüfen, inwiefern gegenstandsbezogenen Merkmalen eine strukturierende Bedeutung von Sprachausagen in Darstellungen zukommt. Als Standard kann diesbezüglich festgelegt werden, die Merkmale zur Beschreibung des Modellgegenstands im *Innenverhältnis* (z. B. Variantenmerkmal) hinsichtlich ihrer strukturierenden Wirkung in Darstellungen von Inhalten zu erklären.⁸⁹² Gehen von diesen Merkmalen keine bedingenden Wirkungen aus, ist zu erwägen, sie aus Gründen der Klarheit zu eliminieren (Darstellungsadäquanz).

Bezeichnungskonsistenz in sämtlichen Bereichen: Innerhalb der RMK sind *Namenskonflikte* zu vermeiden, die entstehen, wenn mehrdeutige Bezeichnungen verwendet werden. Spezielle Ausprägungen sind Homonyme, bei denen das gleiche Wort mehrere Bedeutungen hat, sowie Synonyme, die vorliegen, wenn mehreren Wörtern die gleiche Bedeutung zugesprochen wird. Ex ante können *Namenskonventionen* als Maßnahmen dienen, ex post sind *Namensersetzungen* vorzunehmen. Zusätzlich können gezielte Maßnahmen, wie z. B. eine teilautomatische Vorselektion durch lexikalische Analyse, vorgesehen werden.⁸⁹³ Im VRM-System wird ein weiterer Beitrag zur Konfliktbehandlung durch die sprachlich normierte Kontextbildung geleistet. Die Wirksamkeit dieses methodischen Ansatzes wird durch Abstimmungsprozesse auf organisationsbezogener Ebene und durch technische Dienste auf Basis der VRM-Plattform unterstützt.⁸⁹⁴

Regeln zur horizontalen Integration

Zur horizontalen Integration innerhalb einer RMK ist Konsistenz zwischen Darstellungen unterschiedlicher Sichten zu gewährleisten.⁸⁹⁵ Hierzu werden folgende Regeln abgeleitet:

Verhaltensaspekte in Eigenschaftsmodellen: Das *Strukturmuster für Systemaspekte* zeigt auf, in welchen Beziehungen Konstruktionsergebnisse der Eigenschafts- und Verhaltenssicht zueinander stehen.⁸⁹⁶ Eigenschaftsmodelle haben demnach zumindest die in Verhaltensmodellen zu ändernden Zustände zu beschreiben,⁸⁹⁷ die zur Komplexitätsreduktion zu Zustandstypen abstrahiert werden können (z. B. E-Typen). Anhaltspunkte zu Abstraktionen von Zuständen geben die in der Deklaration verwendeten Input- und Output-Parame-

⁸⁹² Wie diese Erklärung vorzunehmen ist, hängt von dem speziellen Merkmalstyp und den konstruierten Sichten ab. In einem einfachen Fall sind z. B. Merkmale als E-Typen in ER-Modellen aufzunehmen. Die zur Konstruktionstechnik der Konfiguration einzuführenden Merkmale werden hingegen in speziellen Modelldarstellungen verwendet, die in einem Konstruktionsbereich der Schnittstelle verzeichnet werden. Vgl. Kapitel 6.1.2.1.2 und 6.1.2.2.1 dieser Arbeit.

⁸⁹³ Die Anwendung der lexikalischen Analyse auf Informationsmodelle nimmt HARS für Datenmodelle und ROSEMANN für Ereignisgesteuerte Prozessketten vor. Vgl. Hars, A. (1994), S. 180 ff., Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 190 ff.

⁸⁹⁴ In der Darstellungstechnik der Kontextdarstellung ist die Normierung von Begriffen vorgesehen, auf deren Grundlage die Kontextbildung und Zuordnung vorgenommen wird. Vgl. hierzu Kapitel 5.2.3.2 dieser Arbeit. Während damit die Charakterisierung von Konstruktionsergebnissen unmittelbar abgestimmt ist, können auch die Signaturen normierte Begriffe nutzen. Abstimmungsprozesse werden in organisatorischer Hinsicht durch die Koordinationsform des Netzwerks vorgenommen, die hierzu insbesondere Prozesse der sozialen Netzwerkdimension bietet. Vgl. hierzu Kapitel 5.2.1 dieser Arbeit. Die Umsetzung der Koordinationsprozesse zur Abstimmung über Begriffe wird in der Problemlösungstechnik zur Konstruktion von Referenzmodellen im VRM-System veranschaulicht. Vgl. zu den Diensten einer VRM-Plattform Kapitel 5.2.4.2 und speziell zur Begriffsabstimmung Kapitel 6.2.2.1 dieser Arbeit.

⁸⁹⁵ Anforderungen zur Abstimmung zwischen Darstellungen *gleicher* Sichten stellen sich vor allem im Anschluss an die Anwendung von Konstruktionstechniken und werden daher in Kapitel 6.1.2.3 behandelt.

⁸⁹⁶ Das Strukturmuster für Systemaspekte zeigt auf, welche Sichten auf Systeme zu deren Beschreibung eingenommen werden können und wie sie zueinander in Beschreibung stehen. Vgl. hierzu Kapitel 3.2.2.3 dieser Arbeit.

⁸⁹⁷ Der Zusammenhang begründet sich auf Basis des eingeführten *Strukturmusters für Systemaspekte*, nach dessen Verhalten Zustandsveränderungen und Eigenschaften das Potenzial möglicher Zustände darstellen. Vgl. hierzu Kapitel 3.2.2.3 dieser Arbeit.

ter sowie Hauptwörter der Verhaltensbeschreibungen (z. B. Prozessobjekte, Ressourcenobjekte). Weitere verhaltensrelevante Zustände sind durch Sprachaussagen gegeben, mit denen der Ablauf von Zustandsveränderungen gesteuert wird (z. B. Kriterien und Ergebnisse von Fallunterscheidungen).

Eigenschaftsoperationen in Verhaltensmodellen: Grundsätzlich sind für sämtliche Operationen, die auf Eigenschaften der RMK auszuführen sind, Verhaltensweisen bereitzustellen. Zur Komplexitätsreduktion ist aus diesen im Konstruktionsprozess eine zweckspezifische Auswahl von Verhaltensweisen vorzunehmen, die in der inhaltsbezogenen Schnittstelle deklariert wird. Demnach können elementare Verhaltensweisen, die z. B. Operationen des Lesens und Schreibens von Zuständen umsetzen, in der Schnittstelle zur Erhöhung der Klarheit ausgespart werden. Vorzusehen sind hingegen Verhaltensweisen, mit denen die Ergebnisse der in der RMK beschriebenen Zustandsveränderungen bereitgestellt werden können (z. B. Kontostand).

Detaillierungsgrad der Beschreibung: Durch die geschichtete Kapselung der Konstruktionsergebnisse gegenüber dem Modellzweck wird zugleich eine Richtschnur für die Findung eines abgestimmten Abstraktionsgrads zwischen den Darstellungen der Verhaltens- und Eigenschaftsmodelle gespannt. Demnach ist der Detaillierungsgrad von Eigenschaftsmodellen daran auszurichten, welche Differenzierungen zur Erfüllung des Modellzwecks in Verhaltensmodellen benötigt werden. Eine darüber hinausgehende Detaillierung ist zwar möglich, entfaltet jedoch keine Wirkung, sofern kein Verhalten vorgesehen ist, das auf den eingerichteten Eigenschaften arbeitet. Durch die gebotene Darstellungsvielfalt können perspektivenspezifisch unterschiedliche Abstraktionsniveaus berücksichtigt werden.⁸⁹⁸

Integration von Erweiterungssichten: Zur Integration von Darstellungen der individuell eingefügten Erweiterungssichten ist der allgemeine Integrationsprozess situativ anzuwenden. Grundsätzlich sind hierzu paarweise Vergleiche gegenüber sämtlichen Darstellungen anderer Sichten vorzunehmen. Die Ableitung der Standardsichten aus dem Strukturmuster für Systemaspekte fördert dabei die Integrationsmöglichkeit, da auch Erweiterungsaspekte zumeist gewisse eigenschafts- oder verhaltensbezogene Aspekte beinhalten, über die sie mit Verhaltens- und Eigenschaftsmodellen verknüpft werden können. Umfassendere Möglichkeiten zur Konsistenzsicherung sind gegeben, indem synthetisierende Erweiterungssichten eingeführt werden. Die Darstellungen dieser Sichten dienen der Abstimmung zwischen Aussagen anderer Sichten.

Unter Berücksichtigung der vorgestellten Regeln ist davon auszugehen, dass eine einzelne RMK durch Konstruktionsprozesse in einen zweckadäquat integrierten Zustand überführt werden kann. In dieser Form erfüllen sie die Anforderungen an die Darstellungstechnik in Bezug auf die Kapselung, sodass eine für den Austausch von Referenzmodellen vorteilhafte Beschreibung gegeben ist.

Um eine komponentenorientierte Konstruktion von Referenzmodellen zu ermöglichen, sind zudem Techniken bereitzustellen, mit denen RMK in Konstruktionsbeziehungen lose miteinander gekoppelt werden können. Die mit der Darstellungstechnik für RMK vorgesehenen Konstruktionsbeziehungen sind nunmehr vorzustellen.

⁸⁹⁸ So nimmt etwa der Bedarf an einer differenzierten Eigenschaftsbeschreibung zu, wenn Referenzmodelle zur Konstruktion von Anwendungsmodellen konzipiert werden, die zur Softwareentwicklung verwendet werden sollen. Demgegenüber wird zumeist davon ausgegangen, dass der Perspektive von Organisationssystemgestaltern eine weniger detaillierte Beschreibung entspricht. Zu den Perspektiven des Anwendungs- und Organisationssystemgestalters vgl. Becker, J. et al. (Subjektivität) (2001), S. 6. SCHÜTTE weist darauf hin, dass für Reorganisationszwecke verhaltensorientierte Betrachtungen genügen. Datenmodelle sind entsprechend nicht oder nur schemenhaft, nicht aber mit dem gleichen Detaillierungsgrad zu erstellen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 277. Zu beachten ist, dass eine Unterschreitung des gebotenen Abstraktionsniveaus in Eigenschaftsmodellen die systemtechnische Vollständigkeit gefährdet.

6.1.2 Konstruktionsbeziehungen zwischen RMK

6.1.2.1 Konzeption für Konstruktionsbeziehungen

6.1.2.1.1 Spektrum von Konstruktionsbeziehungen

Im State-of-the-Art der Referenzmodellierung werden als Konstruktionsbeziehungen *Konfigurationen* von *Varianten* aus Referenzmodellen behandelt, die im Übergang von der *Build-* zur *Runtime-Ebene* stattfinden. Die aus der komponentenorientierten Softwareentwicklung abgeleiteten Möglichkeiten der Konstruktion nach dem Baukastenprinzip zeigen, dass Konstruktionen auch auf Basis anderer Beziehungen vorgenommen werden können.⁸⁹⁹ Nach welchen Merkmalen sich diese Beziehungen unterscheiden und was für ein Spektrum an möglichen Beziehungen sich demnach bietet, ist jedoch unklar. Im Folgenden ist daher zu konkretisieren, worin relevante Unterscheidungsmerkmale für Konstruktionsbeziehungen bestehen. Dies ermöglicht es, wesentliche Beziehungstypen zu identifizieren und hinsichtlich ihres Einsatzes für die Konstruktion von Referenzmodellen zu positionieren. Die Ergebnisse liefern die Grundlage für die darstellungstechnische Umsetzung der Konstruktionsbeziehungen.

Unterscheidungsmerkmale von Konstruktionsbeziehungen

Die Betrachtung der Unterscheidungsmerkmale von Konstruktionsbeziehungen zeigt, dass mit dem Beziehungstyp im State-of-the-Art eine spezifische Konstellation von Merkmalsausprägungen vorliegt. Das Spektrum alternativer Beziehungstypen wird sichtbar, wenn zu den einzelnen Merkmalen weitere Ausprägungen untersucht werden. Die Ergebnisse werden in Abb. 88 zusammengestellt und nachfolgend erklärt.⁹⁰⁰

Der Aspekt der Variantenbildung kennzeichnet originär einen Typ des mit dem Konstruktionsvorhaben verfolgten *Zwecks*. In Analogie zur Fertigungswirtschaft sind Varianten diesbezüglich ausgehend von einer Unterscheidung in *Neu-* und *Änderungskonstruktionen* zu erklären.⁹⁰¹ Änderungskonstruktionen stehen in Bezug zu einem Ausgangsmodell (hier

⁸⁹⁹ Die Übertragung des Baukastenprinzips aus der Fertigungswirtschaft auf die Konstruktion von Referenzmodellen ist in der Rahmengestaltung des modellbezogenen Aspekts vorgenommen worden. Analogien bestehen ebenso zu dem in der Anwendungssystemgestaltung beschriebenen *Plug-and-Play-Prinzip*. Vgl. hierzu Kapitel 5.2.2.2 dieser Arbeit. Zur Konstruktion nach dem Baukastenprinzip in der Fertigungswirtschaft vgl. Spur, G. (1994), S. 61, Steinhilper, W., Röper, R. (2000), S. 7. Zum Plug-and-Play-Prinzip vgl. Pree, W. (1997), S. 171 f., Ferstl, O. K. et al. (Bausteine) (1997), S. 25, Fan, M., Stallaert, J., Whinston, A. B. (2000), S. 28.

⁹⁰⁰ Die Unterscheidung zwischen der *Build-* und *Runtime-Ebene* ist als Bestandteil des Profils von Methoden zur Referenzmodellierung in der Untersuchung des State-of-the-Art herausgestellt worden. Vgl. hierzu Kapitel 4.3.1 dieser Arbeit. Durch die Verteilung von Konstruktionsprozessen im VRM-System ist als eine Besonderheit die Unterscheidung mehrerer Ebenen der Buildtime herausgestellt worden. Vgl. Kapitel 5.1.2.2 dieser Arbeit.

⁹⁰¹ Die hier aus Sicht der Konstruktion von Informationsmodellen vollzogene Unterscheidung findet ihre Entsprechung in der technischen Konstruktionslehre, in der zwischen der *Neukonstruktion*, der *Anpassungskonstruktion* und der *Variantenkonstruktion* unterschieden wird. Letztere wird hier zur *Änderungskonstruktion* zusammengefasst und die Anpassungskonstruktion in Anlehnung an den in der Wirtschaftsinformatik gebräuchlicheren Begriff der Version in *Versionskonstruktion* umbenannt. Vgl. Steinhilper, W., Röper, R. (2000), S. 7. Analogie besteht auch zu der von SCHLAGHECK auf die Konstruktion von Referenzmodellen bezogenen Konzepte des Refactorings, in dem semantikerhaltende und semantikmodifizierende Anpassungen unterschieden werden. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 85 sowie zum Refactoring, Fowler, M. (Refactoring) (1999). Während Varianten als semantikmodifizierend zu kennzeichnen sind, dürfte allerdings der *Semantikerhalt* auch bei Versionen nur selten bestehen bzw. ist dieser ohnehin nur unter Berücksichtigung von Bandbreiten zu prüfen. Zum Hinweis auf die Bedeutung der Evolution in Referenzmodellen vgl. auch Warnecke, G. et al. (1998), S. 62 f.

RMK), gegenüber dem sie *Änderungen* aufweisen. Ist die Änderung durch Anpassung an einen spezifischen Modellzweck begründet, so ist die erzeugte Komponente *Variante* der Ausgangskomponente; beide Konstruktionsergebnisse – die Ausgangs-RMK und die auf ihrer Basis erzeugte Variante – sind koexistent, da sie jeweils einem unterschiedlichen Modellzweck dienen. Löst jedoch die geänderte Komponente die Ausgangskomponente ab, indem sie hinsichtlich der Zweckerfüllung als gültig deklariert wird, liegen *Versionen* vor. Neukonstruktionen sind Komponenten, die erstmalig einen spezifischen Modellzweck erfüllen und damit einen neuen wahrgenommenen Gegenstandsbereich umsetzen. Entscheidend für den Konstruktionstyp ist damit die nutzungsseitige Wahrnehmung der Zweckerfüllung, nicht etwa eine konstruktionsbedingte Abhängigkeit.⁹⁰²

Merkmal		Ausprägung		
Konstruktionszwecktyp		Neukonstruktion	Änderungskonstruktion	
			Version	Variante
Technik	Prinzip	Adaptiv		Kompositionell
	Änderbarkeit	Geplant	Begrenzt frei	Frei
Verwendungszweck		Buildtime-to-buildtime	Buildtime-to-runtime	Runtime-to-runtime

Abb. 88: Typologie relevanter Konstruktionsbeziehungen zwischen RMK

Mit der *Konfiguration* ist bislang eine spezielle Konstruktionstechnik verwendet worden, in der die Konstruktion durch Anpassungen erfolgt, deren Spielraum zur Konstruktionszeit zu planen ist. Gegenüber einer *adaptiven* Konstruktion ist in der Komponentenorientierung ein *kompositionelles* Prinzip beschrieben worden, in dem neue Konstruktionsergebnisse durch Zusammenstellung von Teilkonstruktionen erzielt werden.⁹⁰³ Die Planung der Änderungen stößt zudem auf die im State-of-the-Art beschriebenen Probleme der Vorhersehbarkeit späterer Anpassungen. Für Konstruktionen, in denen eine möglichst flexible Anpassungsfähigkeit erfolgsentscheidend ist, werden Techniken benötigt, die eine zumindest begrenzte oder freie Änderbarkeit zulassen.

Spektrum alternativer Konstruktionstechniken

Um den verschiedenen Anforderungen gerecht werden zu können, die in verteilten Konstruktionsprozessen herrschen, ist ein möglichst ausgewogenes Spektrum alternativer Konstruktionstechniken zu entwickeln. Einen Ausgangspunkt hierzu stellen die im modellbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens allgemein eingeführten Kon-

⁹⁰² Auch in Anlehnung an die Fertigungswirtschaft gefundene Variantenbegriffe entsprechen dieser Bedeutung. Dort wird auf die Begriffe der Leistung oder der Eigenschaften abgestellt. Vgl. Reichwald, R., Diel, B. (1991), S. 498, Lang, K.-P. (1998), S. 10 sowie Schütte, R. (1998), S. 207.

⁹⁰³ In der Analyse des Gestaltungspotenzials für die Referenzmodellierung ist herausgearbeitet worden, dass bereits die ohnehin hohe Komplexität der Planung sämtlicher Anwendungen des Referenzmodells noch dadurch gesteigert wird, dass in der Referenzmodellierung der Anwendungskontext nicht exakt bekannt ist. Vor allem die Erkenntnisse des *situativen Ansatzes* der Organisationstheorie geben Anlass dazu, gerade unter Berücksichtigung turbulenter situativer Umfeldbedingungen flexiblere Anpassungsmöglichkeiten zu entwickeln. Vgl. Kieser, A., Kubicek, H. (1992), S. 47 ff. sowie die Analyse des Gestaltungspotenzials für die Referenzmodellierung in Kapitel 4.6 dieser Arbeit.

struktionsbeziehungstypen dar. Relevante Konstruktionstechniken für RMK werden in Abb. 89 in einem Portfolio systematisiert, das aus der Typologie durch Gegenüberstellung der Merkmale des Konstruktionsprinzips und der Anpassbarkeit erzeugt wird.⁹⁰⁴

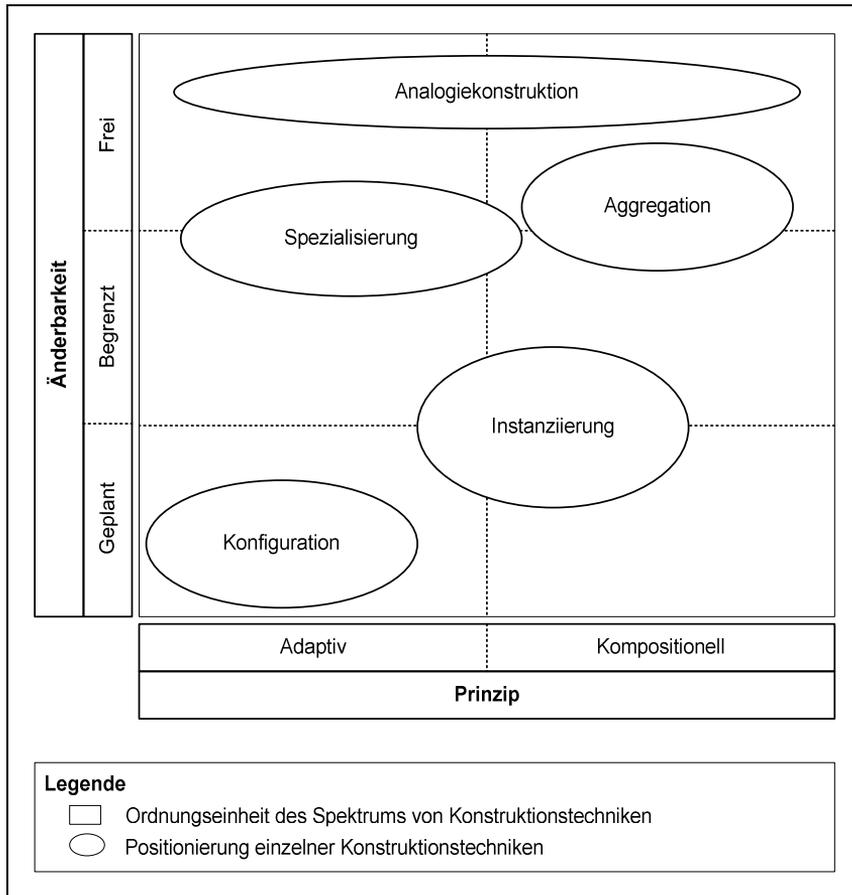


Abb. 89: Positionierung von Konstruktionstechniken für RMK

Die im State-of-the-Art verwendete Konstruktionstechnik der *Konfiguration* zeichnet sich durch die Planung möglicher Änderungen aus, die nach dem Prinzip der Adaption vorgenommen werden. Als weitere adaptive Technik kann die *Spezialisierung* genutzt werden, bei der zur Konstruktionszeit keine Planung späterer Änderungen vorzunehmen ist. Durch die Möglichkeit mehrfacher Anwendungen von Spezialisierungen (Mehrfachvererbung) weist die Technik auch Ansätze des kompositionellen Prinzips auf. Typisch ist das kompositionelle Prinzip hingegen in der komponentenorientierten Konstruktion. Ihre Basistechnik ist die *Aggregation*, die durch Unterstützung loser Kopplungsbeziehungen besondere Freiheitsgrade hinsichtlich der Änderbarkeit bietet. In die *Instanziierung* fließen sowohl adaptive als auch kompositionelle Merkmale ein, da hier die Adaption durch Komposition erfolgt, womit sie maßgeblich Merkmale der Komposition aufweist. Da in der generischen

⁹⁰⁴ Die einzelnen Techniken sind im modellbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen allgemein eingeführt worden. Die folgenden Kapitel nehmen eine methodentechnische Konkretisierung vor. Von einer redundanten Vorstellung wird daher hier abgesehen. Vgl. Kapitel 3.3.3.2.

Konstruktion dezidierte Stellen für die Instanziierung vorzusehen sind, ist die Änderbarkeit zumindest auf Typebene zu planen. Die *Analogiekonstruktion* bietet schließlich die größten Freiheitsgrade hinsichtlich der Änderungen, die sowohl adaptiv als auch kompositionell vorgenommen werden können.

Einsatz von Konstruktionstechniken

Die Differenzierung der Beziehungsmerkmale zeigt, dass die Konstruktionstechniken in verschiedenen Konstruktionsprozessen angewendet werden können. Das damit aufge-spannte Gesamtspektrum an Kombinationsmöglichkeiten wird in Abb. 90 entlang der Wertschöpfungskette der VRM veranschaulicht.

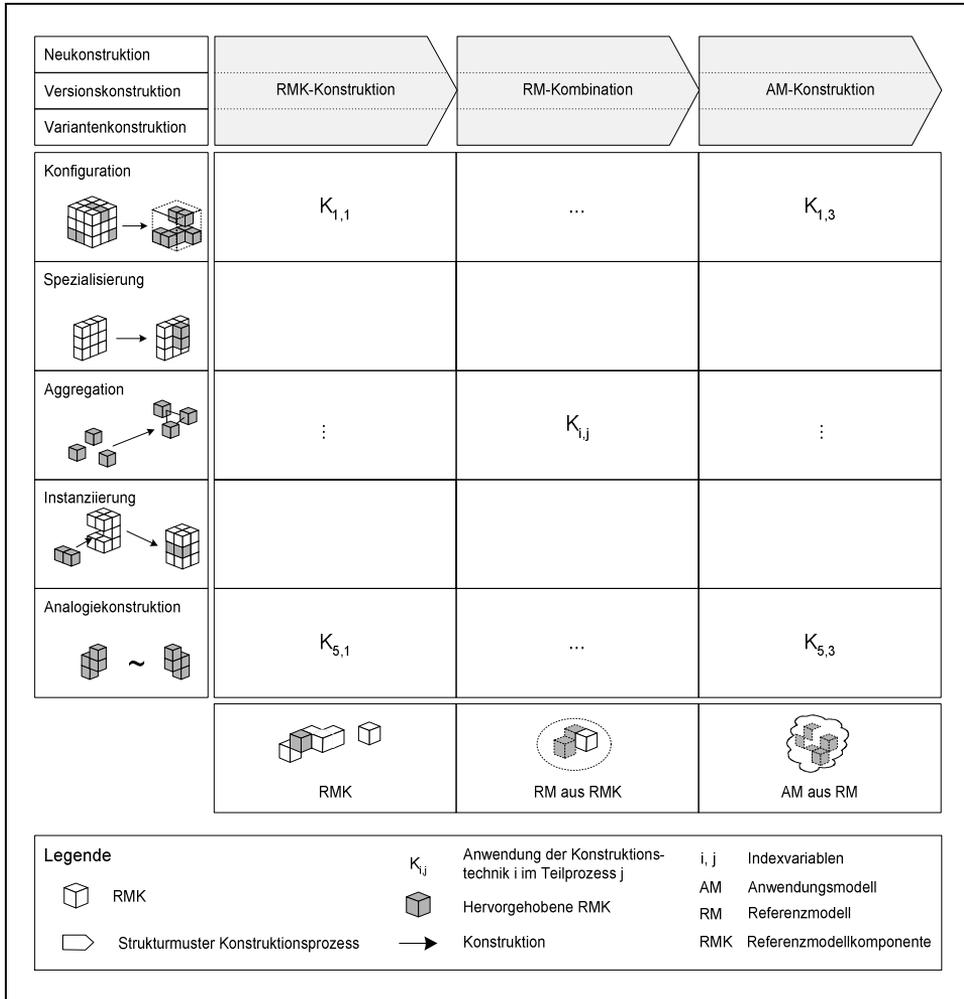


Abb. 90: Konstruktionsmatrix zu RMK

Innerhalb des Gesamtspektrums von Konstruktionsbeziehungen sind einige Besonderheiten gegenüber dem herkömmlichen Profil von Methoden zur Konstruktion von Referenzmodellen hervorzuheben:

- (1) **Variantenableitung von RMK:** Das aus einem Referenzmodell abgeleitete Anwendungsmodell kann weiterhin als dessen Variante interpretiert werden, doch bieten sich zu dessen Konstruktion neben der Konfiguration auch die Spezialisierung, Instanziierung, Aggregation und Analogie.⁹⁰⁵
- (2) **Variantenkonstruktion von RMK:** Die Entkopplung des Konstruktionstyps vom Verwendungszweck des Modells zeigt, dass die Variantenbildung eines Referenzmodells nicht auf die Ableitung von Modellen auf der Runtime-Ebene zu begrenzen ist. Hingegen können auch zwischen Referenzmodellen auf den Ebenen der Buildtime Variantenbeziehungen bestehen, mit denen die Effizienz und Effektivität der Konstruktion zweckverwandter Modelle gesteigert werden kann.
- (3) **Neukonstruktion von RMK:** Die unabhängige Betrachtung von Konstruktionstechniken zeigt zugleich, dass sämtliche Techniken – über die Variantenkonstruktion hinaus – ebenso für Neukonstruktionen eingesetzt werden können.
- (4) **Versionsierung von RMK:** In allen Stufen des Konstruktionsprozesses sind auch Versionsbeziehungen zwischen Konstruktionen zu gestalten. Neben Variantenbeziehungen tragen sie zur Dokumentation der Evolution des Modellbestands bei.

Die Voraussetzungen für die Gestaltung von Konstruktionsbeziehungen werden in sämtlichen Fällen durch die *Konstruktionstechniken* geschaffen. Sie werden sowohl in unterschiedlichen Stufen des Konstruktionsprozesses – zur Konstruktion von RMK, von Referenzmodellen oder von Anwendungsmodellen – verwendet sowie gleichermaßen für jeweils unterschiedliche Konstruktionstypen der Neu-, Versions- oder Variantenkonstruktionen. Die folgenden Gestaltungsarbeiten konzentrieren sich daher auf die Realisierung der Konstruktionstechniken. Ihr abgestimmter Einsatz in Konstruktionsprozessen unterschiedlicher Konstruktionstypen wird im Anschluss zusammenfassend behandelt.

6.1.2.1.2 Konzeption zur Darstellung von Konstruktionsbeziehungen

Zur darstellungstechnischen Umsetzung der Konstruktionsbeziehungen stellen sich grundsätzliche Anforderungen, für deren Berücksichtigung eine besondere Konzeption zugrunde gelegt wird. Im Hinblick auf die zu gestaltenden Konstruktionstechniken sind die Anforderungen wie folgt zu konkretisieren.

- (1) **Technik-, Typ- und Sprachdifferenzierung:** Bisherige Arbeiten stellen sprachspezifische Beiträge zur Variantenkonstruktion durch Konfigurationen vor.⁹⁰⁶ Um den angestrebten flexiblen Einsatz von Konstruktionstechniken zu ermöglichen, ist zu differenzieren, *welche* Regeln der Darstellungstechnik durch das Charakteristikum einzelner Konstruktionstechniken (z. B. Konfiguration) und *welche* durch einen speziellen Konstruktionstyp (z. B. Variantenkonstruktion) veranlasst sind. Zugleich geht damit einher, die Regeln *unabhängig* von speziellen Sprachen zu formulieren, um den Einsatz perspektivenspezifisch zu wählender Sprachen zu ermöglichen (Sprachneutralität).

⁹⁰⁵ Der Einführung des Variantenbegriffs als eine *konfigurierte Leistung* wird damit bei der Berücksichtigung alternativer Konstruktionstechniken nicht entsprochen. Vgl. hierzu Schütte, R. (1998), S. 207. Zutreffend ist hingegen die Umkehrung der Aussage, nach der eine konfigurierte Leistung eine Variante darstellt. Varianten können jedoch nicht allein durch die Technik der Konfiguration konstruiert werden.

⁹⁰⁶ Vgl. hierzu die Untersuchungsergebnisse zum State-of-the-Art der Referenzmodellierung hinsichtlich der Darstellungstechniken im methodenbezogenen Aspekt der Prozessgestaltung im Kapitel 4.3.3 dieser Arbeit.

(2) **Abstraktionsniveau:** In Arbeiten zur Informationsmodellierung werden die aufgeführten Konstruktionstechniken bislang maßgeblich auf Ebene von *Sprachaussagen* innerhalb einzelner Modelldarstellungen verwendet. In der Informationsmodellierung finden sich vereinzelt Arbeiten, in denen Übertragungen auf Beziehungen zwischen *Modelldarstellungen* angestrebt werden.⁹⁰⁷ Für den hier beabsichtigten Einsatz sind die Beziehungen darüber hinausgehend zwischen *Sammlungen von Modelldarstellungen* zu gestalten, die jeweils in der Struktur des Ordnungsrahmens für RMK ein vollständiges Referenzmodell ergeben.

Einen Lösungsansatz zur Erfüllung der Anforderungen bietet die Struktur des Ordnungsrahmens der RMK, durch die es möglich wird, Konstruktionsbeziehungen – in Anlehnung an Softwarekomponenten – über *Schnittstellenoperationen* vorzunehmen. Im Folgenden sind das Grundprinzip dieser Operationen einzuführen und Ansätze zu dessen Umsetzung auf inhalts- und darstellungsbezogener Ebene vorzustellen.

Grundprinzip von Schnittstellenoperationen zwischen RMK

Das Grundprinzip von Schnittstellenoperationen wird in Abb. 91 veranschaulicht und im Folgenden beschrieben.

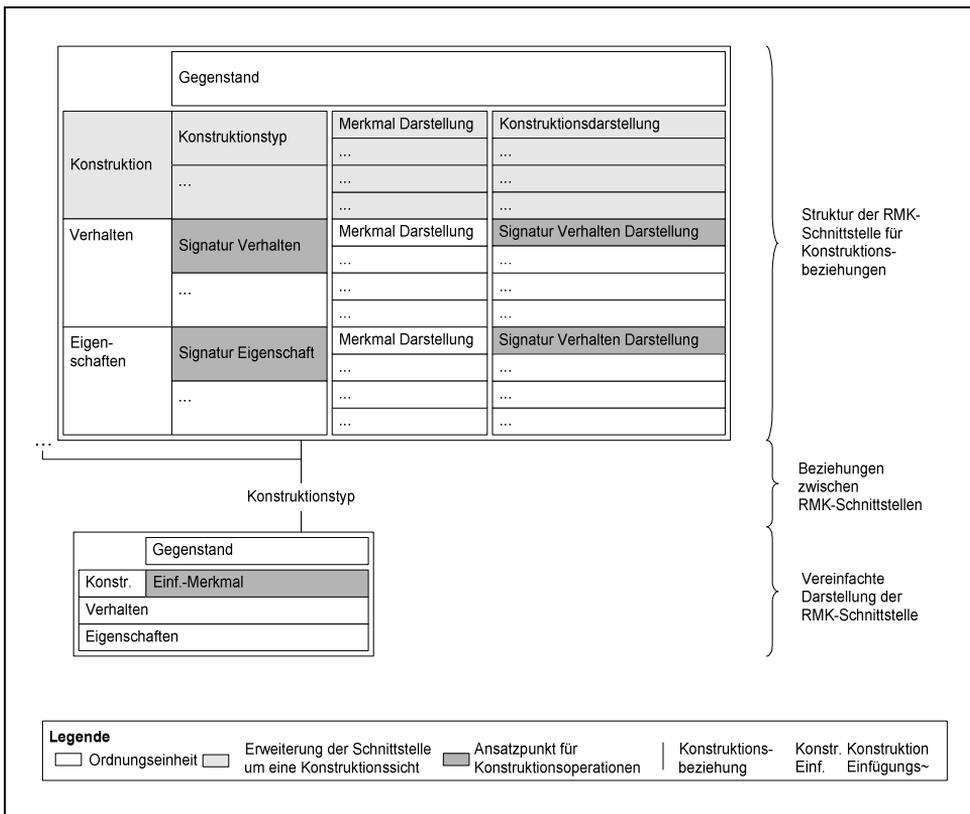


Abb. 91: Erweiterung der Schnittstelle um eine Konstruktionssicht für Schnittstellenoperationen

⁹⁰⁷ Vgl. Lang, K. (1997), S. 50 f., Bertram, M. (1996), S. 89 ff., Loos, P. (Generisch) (1996), S. 167-171, Remme, M., Scheer, A.-W. (1996), S. 9-12, Remme, M. (1997), S. 115-117.

Die Beziehungen zwischen RMK werden auf Basis der *Signaturen* dargestellt, die je nach Beziehungstyp an der inhalts- oder darstellungsbezogenen Schnittstelle ansetzen. Die strukturanaloge Gestaltung beider Signaturen begünstigt ihre methodische Gleichbehandlung. Einerseits wird das Abstraktionsniveau an dem Modellzweck der Komponente ausgerichtet und andererseits durch die Signaturen eine Kapselung sprachspezifischer Darstellungen erreicht. Zur Beschreibung von Konditionen in den Konstruktionsbeziehungen werden *Merkmale* verwendet, die standardmäßig sowohl zur Charakterisierung von Deklarationen als auch zur Kontextdarstellung dienen. In Konstruktionstechniken können sie zur Formulierung bedingter Sprachaussagen genutzt werden (z. B. Variantenmerkmale).

Dokumentation von Schnittstellenoperationen auf inhaltsbezogener Ebene

Zur Dokumentation von Konstruktionsbeziehungen ist eine spezielle Erweiterungssicht einzuführen, in der konstruktionsrelevante Spezifikationen zu verzeichnen sind. Entsprechend der standardisierten Verzeichnisstruktur werden in der inhaltsbezogenen Sicht Verzeichnisbereiche für unterschiedliche *Konstruktionstypen* eingerichtet, die durch eine Typkennzeichnung eindeutig zu identifizieren sind. In Abhängigkeit des Typs sind im Darstellungsbereich Angaben zur Ausgestaltung der Beziehung vorzusehen. Je nach Umfang werden sie entweder direkt in der Schnittstelle angebracht (z. B. Parameterbezeichnungen) oder in separaten Modelldarstellungen ausgeführt und über eine Signatur in die Schnittstelle eingebunden (z. B. Konfigurationsmatrix⁹⁰⁸). Zur Visualisierung von Beziehungen werden Schnittstellen miteinander durch Kanten verbunden, die hinsichtlich des relevanten Typkennzeichens der Beziehung spezifiziert sind. Um die Klarheit der Darstellung zu erhöhen, werden Schnittstellen in vereinfachter Form auf die für den jeweiligen Beziehungstyp relevanten Spezifikationen reduziert.

Dokumentation von Schnittstellenoperationen auf darstellungsbezogener Ebene

Der für Softwarekomponenten typische Formalisierungsgrad ist für die Konstruktion von Referenzmodellen jedoch nicht immer hinreichend. Da RMK zwar die strukturorientierten Vorteile der Kapselung nutzen, nicht aber dem Blackboxprinzip folgen, sind Konstruktionsbeziehungen im Einzelfall hinsichtlich ihrer Konsequenzen auf der Ebene von Sprachaussagen der verzeichneten Darstellungen zu konkretisieren. Als problematisch erweist sich dabei jedoch, dass aufgrund der Sprachneutralität die Kenntnis über einzelne Konstrukte sowie über Regeln ihrer Anwendung fehlt.

Als Lösungsansatz kann aufgrund der im konzeptionellen Bezugsrahmen eingeführten Referenzmetamodelle⁹⁰⁹ eine Darstellungstechnik verwendet werden, mit der typische Sachverhalte der Konstruktion unabhängig von sprachspezifischen Details transparent gemacht werden. Hierzu sind Referenzsprachen zu konstruieren.

Eine Referenzsprache ist eine Sprache, die Menschen zur Unterstützung der Konstruktion von Anwendungssprachen entwickeln oder nutzen, wobei die Beziehung zwischen Referenz- und Anwendungssprache dadurch gekennzeichnet ist, dass Regeln der Referenzsprache in Regeln der Anwendungssprache wieder verwendet werden.

Mit der Konstruktion einer Referenzsprache wird eine konzeptionelle Sprachgestaltung vorgenommen, in der die Anforderungen zur Beschreibung spezifischer Konstruktions-

⁹⁰⁸ Die *Konfigurationsmatrix* ist eine Darstellungstechnik zur standardisierten Verdichtung sämtlicher Konfigurationsaussagen innerhalb einer RMK gegenüber einzelnen Konfigurationsaspekten. Vgl. hierzu Kapitel 6.1.2.2.1 dieser Arbeit.

⁹⁰⁹ Referenzmetamodelle wurden im modellbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens eingeführt. Vgl. hierzu Kapitel 3.3.3.3 dieser Arbeit.

zwecke erfüllt werden. Somit wird ein zweckspezifischer Sprachumfang definiert, der sowohl für die Auswahl als auch für die Konstruktion adäquater Sprachen hilfreich ist. Zur Entwicklung von Referenzsprachen sind Annahmen über die charakteristischen Merkmale verschiedener Anwendungssprachen zu treffen. Ein theoretisch fundiertes Bezugssystem liefert diesbezüglich das *Strukturmuster für Systemaspekte*, das generelle Typen zu beschreibender Sachverhalte aufzeigt.⁹¹⁰ So sind in Sprachen zur Beschreibung von Eigenschaften Konstrukte zur Identifikation und Charakterisierung von Zuständen vorzusehen. Konstrukte zur Darstellung von Zustandsübergängen sind demgegenüber in Sprachen zur Verhaltensbeschreibung vorzusehen. In den folgenden Kapiteln sind Bestandteile einer Referenzsprache zur Beschreibung von Konstruktionsbeziehungen zwischen RMK zu entwickeln.

Zur Darstellung der Regeln eignen sich semi-formale Modelle, die im Sinne der im modellbezogenen Aspekt der Prozessgestaltung eingeführten Terminologie als *Referenzmetamodelle* zu kennzeichnen sind.⁹¹¹ Teile der Referenzsprache sind hinsichtlich des repräsentationellen Aspekts der Sprachgestaltung einzuführen, wozu Sprachkonstrukte zur Visualisierung von Regeln benötigt werden. Sie sind analog als *Referenzsprachkonstrukte* zu bezeichnen, die in einzelnen Anwendungen an spezifische Repräsentationsformen angepasst werden können.

Die einzuführenden Referenzsprachkonstrukte werden zur *Erweiterung* von Sprachen konzipiert, indem sie beliebige Sprachkonstrukte um Ausdrucksmöglichkeiten anreichern, die für die Konstruktionsbeziehung zusätzlich erforderlich sind. Hierzu repräsentieren sie gerade die für die Beziehung essenziellen Ausdrucksmöglichkeiten und werden in Relation zu Sprachkonstrukten des Standardsprachumfangs gesetzt. In dieser Anwendung der Referenzsprache übernimmt das Sprachkonstrukt der Anwendungssprache sämtliche Ausdrucksmöglichkeiten, die es selbst nicht bietet.

Zur Darstellung der Referenzsprachkonstrukte werden die Techniken der *Zusicherung* und der *Stereotypen* der UML genutzt.⁹¹² Mit Stereotypen werden Erweiterungen repräsentiert, die einen Typ neuer Ausdrucksmöglichkeiten schaffen. Ihre Verwendung kann einerseits zur allgemeinen Klassifikation dienen (z. B. <<pattern>>) oder durch zusätzliche Spezifikationen individualisiert werden. Für freie Angaben werden runde Klammern verwendet (z. B. <<config>> (Gegenstand Signatur)), deren Bedeutung durch optionale Schlüsselwörter erklärt werden kann (z. B. <<config>> by (Gegenstand Bezeichnung)). Zusicherungen werden hingegen für Erweiterungen eingeführt (z. B. {+} für hinzugefügte Aussagen). Die Verwendung der Sprachkonstrukte der UML bietet Vorteile, da die Konstrukte – wenn auch auf die UML beschränkt – für diagrammtypenübergreifende Erweiterungen konzipiert sind und sich UML zu einem in weiten Teilen akzeptierten Standard etabliert hat. Zur Einführung der Syntax von Sprachkonstrukten wird in Abstimmung mit der Schnittstellenspezifikation die Notation der EBNF verwendet. In der Anwendung werden die mit Stereotypen und Zusicherungen eingeführten Konstrukte in direkter Nachbarschaft zum Sprachkonstrukt der Anwendungssprache platziert, das sie um spezielle Konstruktionsmöglichkeiten erweitern.⁹¹³ Zur Markierung von *Bereichen* in Anwendungssprachen eignen sich in Anlehnung an Anmerkungen in der UML gestrichelte Linien,⁹¹⁴ mit denen Flächen zu be-

⁹¹⁰ Vgl. hierzu Kapitel 3.2.2.3 dieser Arbeit.

⁹¹¹ Bei den Metamodellen handelt es sich um sprachbasierte Metamodelle. Zur Terminologie vgl. Kapitel 3.3.3.2 dieser Arbeit.

⁹¹² Die Sprachkonstrukte der UML sind in der Untersuchung des State-of-the-Art zur Referenzmodellierung eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 4.3.3.3 dieser Arbeit.

⁹¹³ Zum einen wird damit dem begrenzten Darstellungsbereich in Informationsobjekten begegnet. Zum anderen sind auch Sprachkonstrukte zu kennzeichnen, die über keinen Füllbereich verfügen (z. B. Kanten).

⁹¹⁴ Zur Verwendung gestrichelter Linien zur Markierung von Zusammengehörigkeiten in der UML vgl. z. B. Balzert, H. (2001), S. 11 sowie die Referenzmodelle bei Schlagheck, B. (2000), S. 157 ff.

schreiben sind. Diesen ist eine eindeutige Bezeichnung zuzuweisen, um sie als Element der Darstellung referenzieren zu können.

Die Grundlage der Gestaltung einzelner Konstruktionstechniken ist somit das jeweils zu entwickelnde Referenzmetamodell. Um die Vergleichbarkeit einzelner Modelle zu erhöhen, können aus der allgemeinen Konstruktionssituation gemeinsame Strukturmerkmale der Metamodelle erarbeitet werden, die nunmehr vorzustellen sind.

6.1.2.1.3 Strukturmuster der Metamodelle für Konstruktionsbeziehungen

Ausgehend vom Metamodell des Ordnungsrahmens für RMK kann unter Berücksichtigung der generellen Merkmale von Konstruktionsbeziehungen ein abstraktes Strukturmuster beschrieben werden, das den Referenzmetamodellen zugrunde liegt.⁹¹⁵ Das Modell wird in Abb. 92 dargestellt und nachfolgend eingeführt, um in den sich anschließenden Metamodellen wieder verwendet zu werden.

Konstruktionsbeziehungen beschreiben das Verhältnis zwischen zwei oder mehreren RMK, in denen Ergebnis-RMK aus Konstruktions-RMK erzeugt werden.⁹¹⁶ Die hierzu in der Darstellungstechnik vorzusehenden Regeln sind auf den unterschiedlichen Abstraktionsebenen im Ordnungsrahmen der RMK zu konkretisieren. Entsprechend den konzeptionellen Ausführungen ist die Sprachgestaltung auf den zwei Ebenen der Schnittstelle (Konstruktionsregel Schnittstelle) und der Modelldarstellung (Konstruktionsregel Darstellung) vorzunehmen. Teilweise sind hierbei Konstrukte vorzusehen, mit denen die Darstellung von Beziehungen in Verbindung mit dem Zweck (Konstruktionsregel Zweck) der RMK gebracht werden kann. Da die Anwendung von Sprachkonstrukten über verschiedene Konstruktionsergebnisse verteilt sein kann, sind Regeln zu deren Strukturierung auf Ebene der Sprache (Konstruktionsregel Sprache) einzuführen. Die einzelnen Bereiche sind in ihrer typischen Struktur zu konkretisieren, wobei eine weitere Eingrenzung relevanter Gestaltungsbereiche für die folgenden Beziehungen vorgenommen werden kann.

Die Relevanz des Zweckbezugs von Konstruktionsbeziehungen ist aufgrund der geschichteten Kapselung der Konstruktionsergebnisse von Referenzmodellen im Ordnungsrahmen der RMK evident. Die Beziehungen auf dieser Ebene sind durch vielfältige Einflussfaktoren auf den Modellzweck geprägt, sodass neben sachlichen und kontextbezogenen Faktoren auch personenbezogene Einflüsse eine Rolle spielen. Demnach sind die auf dieser Ebene formulierten Beziehungen stark von subjektiven Wahrnehmungen geprägt. So finden Konstrukteure beispielsweise Beziehungen wie „ist in der Domäne von“, „erfüllt die gleiche Funktion“, „wird als ähnlich empfunden“. Darstellungstechnisch werden sie durch Konstruktionstechniken und Änderungsbeziehungen umgesetzt.

Mit Konstruktionstechniken werden Beziehungen betrachtet, in denen unabhängig von *speziellen* Zweckbeziehungen eine oder mehrere Ergebnis-RMK nach einem wieder zu verwendenden Muster aus einer oder mehreren Konstruktions-RMK erzeugt werden. Zwar ist ihre *Anwendung* nicht universell sinnvoll, doch sind in der *Gestaltung* ihrer Darstellung keine zweckspezifischen Konstrukte vorzusehen. Anders ist dieses bei der Darstellung von Änderungsbeziehungen, in denen mehrere Maßnahmen durchzuführen sind, um den Konstruktionszweck zu erreichen.

⁹¹⁵ Das Modell besitzt damit gegenüber dem Referenzmetamodell die Funktion eines Referenzmodells.

⁹¹⁶ Konstruktions-RMK besitzen damit die Rolle von Referenzmodellen gegenüber den Ergebnis-RMK als Anwendungsmodellen. Wie im Konzept der Referenzmodellkombination ausgeführt, wäre ihre Bezeichnung als Referenz- und Anwendungs-RMK nicht förderlich, da insgesamt die Intention verfolgt wird, Referenzmodelle zu konstruieren.

ren Bereiche durch allgemeine Standards hinreichend berücksichtigt werden. In der *gegenstandsbezogenen* Schnittstelle wird in der Ergebniskomponente eine eigenständige Bezeichnung (Gegenstand Bezeichnung Ergebnis) vergeben. Charakterisierende gegenstandsbezogene Merkmalsausprägungen werden grundsätzlich aus der bzw. den Konstruktions-RMK übernommen und sind situationsspezifisch zu prüfen. Für die Gestaltung der *darstellungsbezogenen* Schnittstelle sind die Regeln zur inhaltsbezogenen Schnittstelle analog zu übernehmen. Aufgrund ihres gleichen Aufbaus können die Regeln auf beide Bereiche gleichsam angewendet werden. In den folgenden Metamodellen wird daher die darstellungsbezogene Schnittstelle „ausgeblendet“, womit Modelldarstellungen direkt in Relation zur Identifikation von Inhalten stehen.

Beziehungen zwischen separaten Modelldarstellungen werden auf Basis ihrer Sprachausagen hergestellt. Mehrere Aussagen der Konstruktions- und Ergebnis-RMK werden durch Konstruktionsregeln zur Darstellung für spezifische Beziehungsaspekte zusammengefügt, die ggf. in einer eigenen Darstellung zu dokumentieren sind. Ein Beispiel ist die Verknüpfung einzelner konfigurierbarer Aussagen für einen spezifischen Aspekt, in Bezug auf den Konfigurationsmöglichkeiten zu bieten sind.

Um konstruktionsspezifische Sprachausagen treffen zu können, sind besondere Referenzsprachkonstrukte zu verwenden. Beispielsweise ist ein Konstrukt bereitzustellen, mit dem ausgesagt werden kann, dass eine logische Verbindung zwischen Prozesssträngen einer EPK in der Konfiguration Einschränkungsmöglichkeiten bietet. Da die Konstrukte im Einzelfall unbekannt sind, werden ihre konstruktionsspezifischen „Rollen“ unterschieden. Die für die Beziehung spezifischen Konstrukte werden als Konstruktions sprachkonstrukte bezeichnet. Hinsichtlich ihrer Konstruktion stehen sie in Relation zu einem Konstruktionsausgangssprachkonstrukt, das sie um Konstruktionsmöglichkeiten erweitern. In Abhängigkeit von der Konstruktionsbeziehung können weitere Rollen zu differenzieren sein, so z. B. Bezugskonstrukte, die in ihrer Anwendung zum Konstruktions sprachkonstrukt in Beziehung stehen. Sprachkonstrukte einer Anwendungssprache, die nicht in Verbindung mit der Konstruktion stehen, werden als Nicht-Konstruktion konstrukt abgegrenzt.

Innerhalb des hier geschaffenen darstellungstechnischen Rahmens folgt die Einführung von Konstruktionsbeziehungen einer standardisierten Vorgehensweise: Den Ausgangspunkt bildet die Klärung der Bedeutung der Darstellungstechnik unter Berücksichtigung angrenzender Arbeiten (Schritt 1). Sie schafft die Grundlage der darstellungstechnischen Umsetzung der Technik, die hinsichtlich des konzeptionellen Aspekts durch Angabe spezieller Metamodelle (Schritt 2) und hinsichtlich des repräsentationellen Aspekts durch Einführung *zusätzlich* benötigter Repräsentationsformen erfolgt. Zusätzlich einzuführen sind – je nach Technik – Repräsentationsformen für Referenzsprachkonstrukte (Schritt 3), die mit ihnen teilweise anzufertigenden Konstruktionsdarstellungen (Schritt 4) sowie spezielle Schnittstellenoperationen (Schritt 5).

6.1.2.2 Einführung von Konstruktionstechniken

6.1.2.2.1 Konfiguration

Konfigurationsbeziehungen werden in der Literatur zur Referenzmodellierung bislang am umfangreichsten thematisiert, da sie – wie in der State-of-the-Art-Untersuchung ausgeführt – als Technik zum Variantenmanagement verwendet werden.⁹¹⁸ Eine geschlossene

⁹¹⁸ Vgl. hierzu die Untersuchungsergebnisse zum State-of-the-Art in Kapitel 4.3, insbes. 4.3.1 dieser Arbeit, in denen ein Profil von Methoden zur Referenzmodellierung erarbeitet wurde.

Konkretisierung relevanter Regeln der Darstellungstechnik wird in den Arbeiten von SCHÜTTE und SCHWEGMANN vorgenommen. Zur Übertragung der Beiträge auf eine allgemeine Konstruktionstechnik der *Konfiguration* von RMK sind zwei Besonderheiten zu berücksichtigen:

Mehrstufigkeit: Da mit der Verteilung von Konstruktionsprozessen im VRM-System Konstruktionsprozesse von Referenzmodellen in die Betrachtung einbezogen werden, ist die Technik so zu konzipieren, dass eine Konfiguration über mehrere Ableitungsstufen möglich wird (mehrstufige Konfiguration).⁹¹⁹ Die Kennzeichnung, Konstruktionsergebnisse auf Build- oder Runtime-Ebene abzuleiten, gibt dabei Aufschluss über die „Ausführbarkeit“, die ein Modell in einer Ableitungsstufe erreicht hat.

Sprachneutralität: Problematischer erweist es sich, dass die Gestaltungen in Abhängigkeit spezieller Paradigmen und Sprachen der Informationsmodellierung vorgenommen werden. Die Isolation von Regeln, die für die Technik der Konfiguration als solche essenziell sind, erschwert sich zudem dadurch, dass Unterschiede zwischen den Gestaltungsbeiträgen bestehen, die sich nicht allein durch den Wechsel des Paradigmas oder der Sprache begründen. Zusätzlich einzuführende Sprachkonstrukte werden nicht repräsentationsneutral hinsichtlich des konzeptionellen Aspekts erklärt, sondern wie mit den Buildtime-Operatoren der EPK-Diagramme und Junktoren in ER-Diagrammen durch sprachspezifische Repräsentationsformen eingeführt.⁹²⁰ Darüber hinaus verhindern die Gestaltungen des repräsentationellen Aspekts teilweise die Übertragung der Empfehlungen auf andere Sprachen. So ist z. B. die Regel, optionale Kanten in „gestrichelter“ Ausführung zu zeichnen, nicht auf Sprachen zu übertragen, in denen dieser Repräsentationsform bereits eine Semantik zugewiesen ist, wie es z. B. bei Kontrollflusskanten der EPK der Fall ist.⁹²¹ Schließlich fällt auf, dass durch die Bindung an einzelne Sprachen Typen von Sprachkonstrukten fehlen, mit denen eigenständige Konfigurationsaussagen getroffen werden können. So wird z. B. ein allgemeines Sprachkonstrukt zur Dokumentation der im konfigurierbaren Modell vorzusehenden Ableitungsregeln benötigt.⁹²²

⁹¹⁹ Im State-of-the-Art wird die Konfiguration hingegen – in Verbindung mit dem Variantenmanagement – zur Ableitung von Anwendungsmodellen aus Referenzmodellen konzipiert und vollzieht sich damit im Übergang von der Build- zur Runtime-Ebene. Vgl. hierzu Kapitel 4.3 dieser Arbeit. Da der Gestaltungsbeitrag der VRM in der Entwicklung eines *bewährten* Bestands an Referenzmodellen besteht, sind hier hingegen *mehrere* Ebenen der Buildtime zu differenzieren. Konstruktionstechniken werden daher vordergründig zur Gestaltung von *Built-to-Buildtime-Beziehungen* benötigt. Vgl. hierzu Kapitel 5.1.2.2 dieser Arbeit.

⁹²⁰ Auch Erweiterungen unter Verwendung von Zusicherungen und Stereotypen der UML bei SCHWEGMANN werden nicht auf den Modellzweck hin eigenständig konzipiert, sodass sie etwa in den von ihm zur Verhaltensmodellierung verwendeten EPK-Diagrammen in entsprechender Funktion verwendet werden könnten. Vgl. hierzu die Untersuchungsergebnisse zum State-of-the-Art der Referenzmodellierung hinsichtlich der Darstellungstechniken nach dem objektorientierten Ansatz in Kapitel 4.3.3.3 dieser Arbeit. Vgl. im Folgenden auch die Beispiele a) bis f) bei Schwegmann, A. (1999), S. 74.

⁹²¹ EPK-Diagramme werden auch im Ansatz bei SCHWEGMANN für die Darstellung von Verhaltensmodellen verwendet. Auch andere Sprachkonstrukte, wie z. B. die Buildtime-Operatoren für EPK- und ER-Diagramme, werden an spezielle Repräsentationsformen gebunden und sind damit nicht übertragbar. Von der Darstellung sämtlicher Fälle der vorgeschlagenen Spracherweiterungen wird abgesehen. Vgl. hierzu insbesondere die Regeln, Fallunterscheidungen und Beispiele bei Schwegmann, A. (1999), S. 73 f.

⁹²² Im State-of-the-Art werden Ableitungsregeln als Anmerkungen in die Modelldarstellungen aufgenommen, zu deren Ausführung aber keine abgeschlossene Regelmenge vorliegt. Für natürlichsprachliche Bemerkungen werden zwar vereinzelt Strukturierungsprinzipien beachtet, diese werden aber nicht einheitlich verwendet. Auch die Regel der expliziten Angabe ableitbarer Runtime-Operatoren wird aufgeweicht. So liefert SCHÜTTE mit dem von ihm vorgestellten Referenzbaustein für die Leistungsdifferenzierung einen Fall, in dem von der Angabe der Buildtime-Operatoren abgesehen wird. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 258 f. Eine teilweise Standardisierung der Ableitungsregel erfolgt durch ET-Operatoren. Diese werden aber nicht ausschließlich verwendet und wirken zudem nur für lokal einzustellende Konfigurationen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 268.

Im Folgenden sind die für den Konstruktionszweck der Konfiguration relevanten Regeln zu erfassen, um sie auf Konstruktionen verschiedener Paradigmen und Sprachen anwenden zu können. Den Ausgangspunkt bildet hierzu die für das Variantenmanagement eingeführte Bedeutung *konfigurierbarer* Informationsmodelle,⁹²³ die unter Berücksichtigung der vorgestellten Besonderheiten für die konzeptionelle Sprachgestaltung wie folgt zu konkretisieren ist:

*Die Konstruktionstechnik der **Konfiguration** ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Ergebnis-RMK A durch Ableitung aus einer konfigurierbaren Komponente K konstruiert wird, indem A in Abhängigkeit spezifischer Bedingungen selektiv Konstruktionsergebnisse aus K übernimmt.*

Zur Einführung der Konstruktionstechnik sind zunächst Gestaltungen im konzeptionellen Aspekt vorzunehmen, die hinsichtlich des repräsentationellen Aspekts umzusetzen sind.

Gestaltungen des konzeptionellen Aspekts von Konfigurationen

Die wesentlichen Strukturen, die im konzeptionellen Aspekt der Spezialisierung vorzusehen sind, werden in dem in Abb. 93 dokumentierten Metamodell⁹²⁴ zusammengefasst.

Bei der Konstruktion der Ergebnis-RMK sind Wahlmöglichkeiten gegeben, die sowohl hinsichtlich der Übernahme von Deklarationen in der Schnittstelle (hier speziell Inhalt Signatur) als auch hinsichtlich einzelner Sprachaussagen bestehen können. Die Bedingungen, unter denen die Wahl erfolgt, werden in der Schnittstelle durch gegenstandsbezogene Merkmalsausprägungen operationalisiert. Ein Konfigurationsprofil fasst hierzu die relevanten Beschreibungsmerkmale zusammen, die zur Konfiguration hinsichtlich eines übergeordneten *Aspekts* relevant sind und über deren Merkmalsausprägungen Teilkonstruktionen selektiert werden können.

Hinsichtlich der bedingten Verzeichnung von Inhaltsdeklarationen in der Schnittstelle ist eine Darstellung zu erzeugen, in der – ausgehend von Merkmalen und deren Merkmalsausprägungen – gültige Signaturen einzelner Inhalte selektiert werden können (Übernahme Inhalt Signatur Konfiguration). Eine solche Zuordnung ist im Konstruktionsbereich der Konstruktions-RMK vorzusehen und aufgrund des Umfangs der erforderlichen Angaben in einer separaten Darstellung anzufertigen (Konfigurationsdarstellung Deklaration), die dem Konstruktionsbereich über eine entsprechende Signatur zugeordnet wird (Inhalt Konfiguration Deklaration Signatur).

Um eine wahlfreie Zusammenstellung von Sprachaussagen in Darstellungen zu ermöglichen, sind auch einzelne Sprachaussagen bedingt zu treffen. Hierzu sind sie unter Anwendung besonderer Referenzsprachkonstrukte und in Abhängigkeit spezifischer Ausprägungen von Konfigurationsmerkmalen zu formulieren.

⁹²³ In der State-of-the-Art-Untersuchung zur Referenzmodellierung ist dargestellt worden, dass die Konfiguration als Technik für das Variantenmanagement verwendet wird. Vgl. hierzu das Profil von Methoden zur Referenzmodellierung in Kapitel 4.3.1 dieser Arbeit.

⁹²⁴ Der E-Typ Inhalt Signatur repräsentiert hier wie im Folgenden den inhaltsbezogenen Schnittstellenbereich einer RMK, sodass auch eine zu erzeugende RMK über diesen Bereich verfügt, dem einzelne Signaturen zuzuordnen sind.

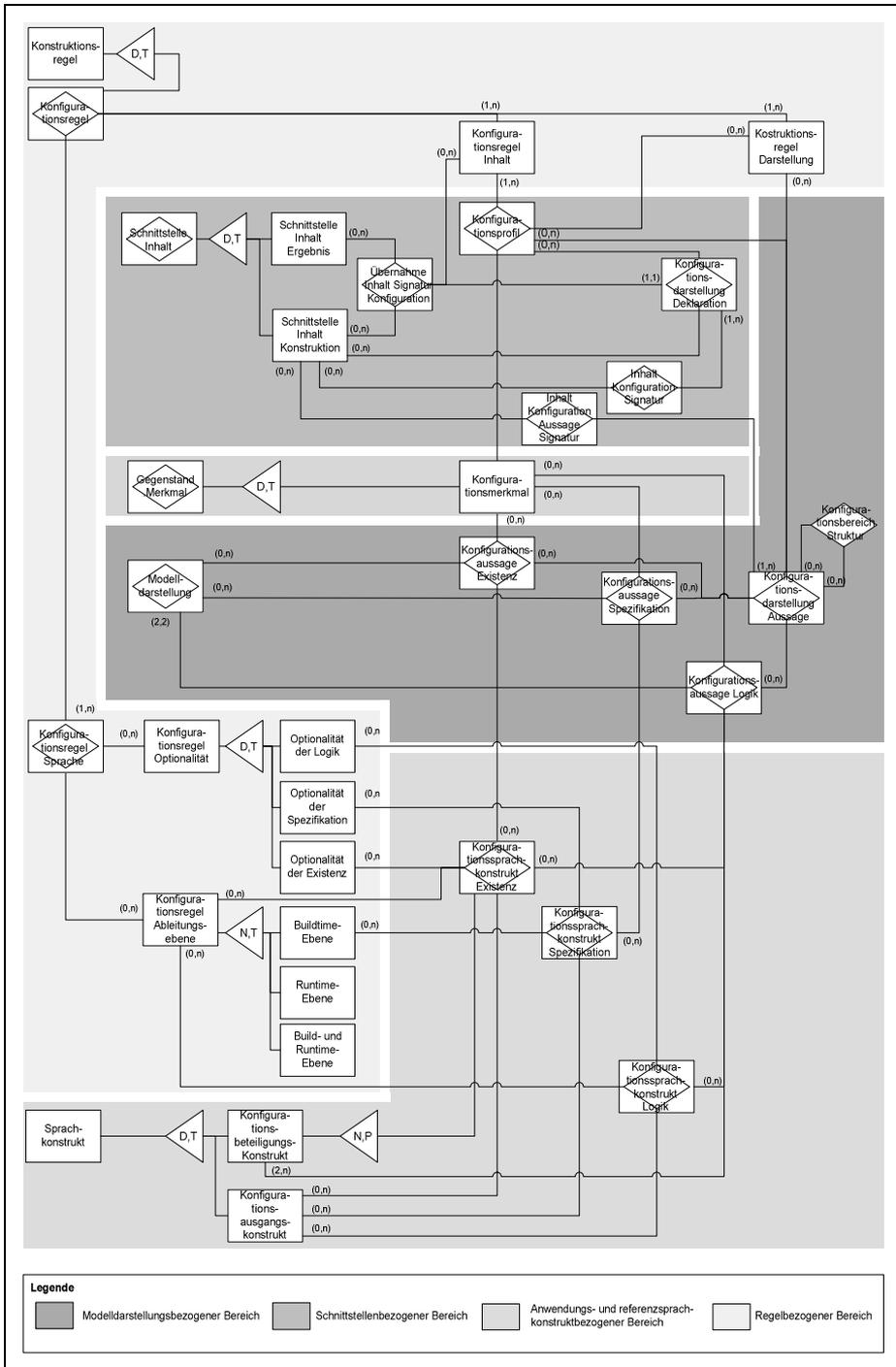


Abb. 93: Metamodell zur Konstruktionstechnik der Konfiguration⁹²⁵

⁹²⁵ Das Metamodell zur Konstruktionstechnik der Konfiguration ist ausgehend von einem Strukturmuster für Metamodelle zu Konstruktionsbeziehungen erstellt worden. Zur Einführung des Strukturmusters sowie

Auszug aus: **Brocke, J. vom, Referenzmodellierung, Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen, Berlin 2003.**

Originalformat von: <http://www.wi.uni-muenster.de/aw/brocke/referenzmodellierung.pdf>.

Die sich in Sprachaussagen bietenden Wahlmöglichkeiten⁹²⁶ können anhand von drei Typen der Optionalität systematisiert werden, die zu komplexen Aussagenstrukturen kombinierbar sind:

- (1) **Optionalität der Spezifikation:** Eine Sprachaussage kann auf Buildtime-Ebene Freiheitsgrade hinsichtlich ihrer Spezifikation bieten, indem etwa ihre Bezeichnungen variabel gelassen werden (Konfigurationsaussage Spezifikation). Für die Konkretisierung der Angaben liegen Regeln vor, unter deren Berücksichtigung die Spezifikation für den Einsatz auf Runtime-Ebene an situativen Gegebenheiten angepasst werden kann. Um entsprechende Aussagen treffen zu können, ist ein Referenzsprachkonstrukt vorzusehen, das in beliebigen Konstruktionsausgangssprachkonstrukten die Möglichkeit schafft, Freiheitsgrade in der Spezifikation zu verwenden (Optionalität der Existenz), die auf spezifischer Ebene konkretisiert werden können (Konfigurationssprachkonstrukt Spezifikation).
- (2) **Optionalität der Existenz:** Die Wahlfreiheit kann auch darin bestehen, über die Existenz einer Sprachaussage in einer Darstellung entscheiden zu können (Konfigurationsaussage-Existenz). Demnach werden in einem konfigurierbaren Modell alternative Aussagen bedingt gestaltet, von denen in Ableitung der Ergebnis-RMK nur einige ausgewählt werden. Einzuführen ist hierzu ein Referenzsprachkonstrukt, das beliebige Konstruktionsausgangssprachkonstrukte dahingehend kennzeichnet, dass hinsichtlich ihrer Existenz Konfigurationsmöglichkeiten auf speziellen Ableitungsebenen bestehen (Konfigurationssprachkonstrukt Existenz).
- (3) **Optionalität der Logik:** In jeder Sprachaussage, mit der eine Verbindung zwischen anderen Sprachaussagen vorgenommen wird, kann Wahlfreiheit hinsichtlich der Logik dieser Verbindung geboten werden (Konfigurationsaussage Logik). Anders als die Optionalität der Existenz, in der binär über die Gültigkeit der Aussage selbst entschieden wird, steht hier die mit der Aussage geschaffene *Verknüpfungslogik* anderer Teilaussagen im Vordergrund. Typische Beispiele sind die im State-of-the-Art verwendeten Buildtime-Operatoren in EPK-Diagrammen und Junktoren in ER-Diagrammen sowie deren Entsprechungen in Klassendiagrammen. Allgemein ist hierzu ein Referenzsprachkonstrukt einzuführen, das es ermöglicht, in beliebigen Konstruktionsausgangssprachkonstrukten Wahlfreiheit hinsichtlich der ihnen immanenten Logik zu bieten und zugleich eine Konkretisierung auf spezifischer Ebene vorzusehen (Konfigurationssprachkonstrukt Logik).

Während konfigurative Sprachaussagen in Bezug auf die Spezifikation oder die Existenz unabhängig von anderen Sprachaussagen getroffen werden können, erfordern sie in Bezug auf die Logik den Einsatz genau eines entsprechenden Sprachkonstrukts und zumindest zweier weiterer Konfigurationsbeteiligungskonstrukte, zwischen denen die logische Beziehung beschrieben wird. Als Beteiligungskonstrukte werden die in der Modelldarstellung direkt an das Konfigurationssprachkonstrukt angrenzenden Konstrukte angesehen (z. B. Kontrollflusskanten der EPK). Zudem sind komplexere logische Aussagen zu treffen, in

den allgemein zugrunde liegenden Annahmen vgl. Kapitel 6.1.2.1.3 dieser Arbeit. Auf folgende Aspekte sei gesondert hingewiesen: (a) Hinsichtlich der Darstellung ist von einer Unterscheidung in Ausgangs- und Ergebnis-RMK verzichtet worden, da die Darstellung ausschließlich die Ausgangs-RMK betrifft. (b) In der Verbindung zwischen der Konstruktionskomponente und der RMK-Darstellung ist entsprechend der Vorüberlegungen auf den E-Typen RMK-Signatur Darstellung verzichtet worden. (c) Bei der Darstellung ist zur Erhöhung der Klarheit von einigen impliziten Aspekten abgesehen worden. Diese betreffen insbesondere: (1) Hierarchisierungsmöglichkeit von Merkmalen, (2) Gruppierungsmöglichkeit von Merkmalen. Zudem sind zur besseren Lesbarkeit der Bildung von R-Typen kleine R-Typen mit (1,1)-Kardinalität angefügt worden.

⁹²⁶ Die Vielfalt zeigt sich bereits in sprachspezifischen Ansätzen. Vgl. etwa die Beispiele von *Platzhaltern* für die Bezeichnung von R-Typen in ER-Diagrammen bei Schütte, R. (1998), S. 267 oder die *Parametrisierung* der logischen Konnektoren der EPK bei Schwegmann, A. (1999), S. 143 ff.

denen nicht allein die Logik, sondern durch Konfigurationssprachkonstrukte zur Existenz zugleich die Menge der beteiligten Teilaussagen ebenenspezifisch variiert werden kann und – durch solche zur Spezifikation – fallweise zugleich abstrakte Beschreibungen vorzusehen sind.

Wird z. B. ein Segment eines EPK-Diagramms, in dem durch eine Prüffunktion nach einem IOR-Operatoren in die Zustände A, B, und C verzweigt werden kann,⁹²⁷ als Konfigurationsaussage formuliert, kann im abgeleiteten Modell nicht nur die Logik des IOR z. B. in ein AND überführt werden. Auch die zu erreichenden Zustände können eingeschränkt werden, indem z. B. C eliminiert wird, sodass insgesamt ein auf die Zustände A und B führendes AND folgt. Zudem ist zu berücksichtigen, dass nicht sämtliche Konfigurationsbeteiligungskonstrukte optional einzugehen haben. Durch die hier vorgenommene Differenzierung unterschiedlicher Typen der Optionalität können flexible Kombinationsformen wahlfreier Spezifikation, Existenz und Logik vorgenommen werden.⁹²⁸

Die in Abhängigkeit spezifischer Ausprägungen von Konfigurationsmerkmalen formulierten Konfigurationsaussagen bieten Anpassungsmöglichkeiten hinsichtlich spezifischer Teilkonstruktionsergebnisse einer Darstellung, die als „kleinste Einheiten“ der Konfiguration gebildet werden. Für die Ableitung einer RMK sind mehrere von diesen Einheiten sowohl innerhalb einer Darstellung als auch *verteilt* über mehrere Darstellungen des Referenzmodells auf übergeordnete Aspekte hin zu systematisieren. Hierzu ist eine Verdichtung sämtlicher Konfigurationsaussagen der RMK gegenüber dem Profil relevanter Merkmale und deren Ausprägungen zu erstellen (Konfigurationsdarstellung Aussage), in der die *Ableitungsregeln* der Darstellungen angegeben werden. Wird für einzelne Aussagen die Eintragung mehrerer Ableitungsregeln ermöglicht, können Konfigurationen aus unterschiedlichen Perspektiven vorgenommen werden (multiperspektivische Konfiguration). Zur Strukturierung der Darstellung kann eine zusätzliche Bildung von Konfigurationsbereichen vorgenommen werden, in denen selektive Aussagen hinsichtlich eines Teilaspekts in Relation gesetzt werden (Konfigurationsbereich Struktur). Die Darstellung ist – in Abstimmung mit der Konstruktionsdarstellung zu Deklarationen – im Konstruktionsbereich der Schnittstelle zu verzeichnen.⁹²⁹

Im Metamodell sind für die Konfiguration Referenzsprachkonstrukte eingeführt worden, die es ermöglichen sollen, Konfigurationsaussagen zu treffen und damit Wahlfreiheiten zur Ableitung der RMK vorzusehen. Um die beschriebenen Konfigurationsmöglichkeiten in Konstruktionsprozessen verwenden zu können, sind Gestaltungen des *repräsentationalen Aspekts* anzuschließen. Die Repräsentationsformen sind zunächst allgemein und dann für einzelne Typen der Optionalität differenziert vorzunehmen.

⁹²⁷ Der IOR-Operator kennzeichnet eine Verbindung zwischen Prozesssträngen durch ein inklusives Oder (Disjunktion). Die Ereignisse eines EPK-Modells kennzeichnen Zustände des Systems. Zur Einführung der Sprache des EPK-Diagramms vgl. Kapitel 4.3.3.2 dieser Arbeit.

⁹²⁸ Zudem sind auch Konfigurationen darzustellen, die sich allein auf das logische Konstrukt beziehen und keine Optionalität hinsichtlich der Beteiligung bieten. Konstrukte, die obligatorisch in die logische Beziehung eingehen, werden im Standardsprachumfang dargestellt.

⁹²⁹ Über die Darstellung hinaus sind Regeln zu beachten, die die Konsistenz zwischen den in einem konfigurierbaren Modell gebotenen Wahlmöglichkeiten sichern (z. B. zwischen Eigenschafts- und Verhaltensmodellen). Da die Regeln analog aus dem State-of-the-Art zu übernehmen sind, wird hier von einer gesonderten Darstellung abgesehen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 277-288, Schwegmann, A. (1999), S. 78-80, Schlagheck, B. (2000), S. 71-74 sowie die Untersuchungsergebnisse in Kapitel 4.3 dieser Arbeit. Die Abstimmung der Konfigurationsmöglichkeiten wird im VRM-System zudem durch die koordinierte *Kontextbildung* auf Basis normierter Wörter sowie die Integrationsmaßnahmen innerhalb und zwischen RMK begünstigt.

Gestaltungen des repräsentationellen Aspekts von Konfigurationen

Allgemeine Repräsentationsformen der Konfiguration werden in Abb. 94 dargestellt und anschließend erläutert.

Spezifikation in EBNF:

```

Konfigurationssprachkonstrukt
    ::= KonfigurationssprachkonstruktSchlüssel ` `
    [KonfigurationssprachkonstruktDeskriptor]
KonfigurationssprachkonstruktSchlüssel
    ::= KonfigurationsKennung ` ( `KonfigurationsaussagenBezeichnung` ) `
    [KonfigurationsaussagenErgänzung]
KonfigurationsKennung ::= ` <<config>> `
KonfigurationssprachkonstruktDeskriptor ::= [DeskriptorLogik]
    [DeskriptorExistenz]

```

Beispiel:

```

<<config>> (Auftragserfassung)

```

Legende

config	Kennzeichnung des Konfigurationssprachkonstrukts
--------	--------------------------------------------------

Abb. 94: Notation zur Deklaration von Konfigurationssprachkonstrukten in EBNF

Als Kennung des Typs von Referenzsprachkonstrukten zur Konfiguration wird der Stereotyp `<<config>>` eingeführt.⁹³⁰ Für die Identifikation von Konfigurationsaussagen ist er durch eine Bezeichnung zu spezifizieren;⁹³¹ optional können Ergänzungen vorgenommen werden.⁹³² Dieser Bestandteil des Konfigurationssprachkonstrukts dient als Schlüssel, durch den Ausgangssprachkonstrukte – und die mit diesen getroffenen Aussagen – als konfigurierbar gekennzeichnet werden. Für Angaben, die für spezielle Ausprägungen der Sprachkonstrukte vorzusehen sind, ist ein weiterer Teil für einen Deskriptor vorgesehen. Nicht in den

⁹³⁰ Entgegen bisherigen Vorschlägen zum Variantenmanagement wird damit die konkrete Konstruktions-technik spezifiziert. SCHÜTTE und SCHLAGHECK sehen in den Erweiterungen der von ihnen betrachteten Sprachen die Kennzeichnung der Konstrukte als „Buildtime“ vor, worin jedoch auch bei alleiniger Betrachtung von Konfigurationen Probleme liegen. SCHLAGHECK konkretisiert die Bezeichnung durch Einführung des Stereotypen `<<buildtime>>`. Vgl. Schlagheck, B. (2000), S. 67 f. Während die Bezeichnung für Prozessmodelle eindeutig ist, da die Optionalität zur Runtime durch Konnektoren des üblichen Sprachumfangs dargestellt werden, ist dieses bei der Übertragung auf andere Modelle, insbesondere Datenmodelle, nicht mehr gegeben. Hier wird die durch die Konfigurationsaussagen eröffnete Wahlfreiheit entweder zur Build- oder zur Runtime ausgeübt. Der hier verfolgten Auffassung kommt SCHWEGMANN am nächsten, der eine entsprechende Zusicherung als optional kennzeichnet und damit ebenfalls die Bezeichnung Buildtime der Kennzeichnung der Konfigurationsebene vorbehält. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 117.

⁹³¹ Die Verwendung von Klammern zur Spezifikation von Stereotypen ist auch in UML üblich. Vgl. z. B. Balzert, H. (2001), S. 6.

⁹³² Weitere Beschreibungen sind optional und können z. B. in der Angabe einer Kette von Konfigurationsregelnamen und diesbezüglich relevanten Konfigurationsmerkmalen bestehen, um etwa Konfigurationsregeln auch unabhängig von der integrierten Gesamtdarstellung (Konfigurationsdarstellung Aussage) kenntlich zu machen.

einzelnen Sprachaussagen zu verzeichnen sind die Konfigurationsregeln.⁹³³ Um ein Regelsystem zu schaffen, das innerhalb der RMK integriert ist, sind Regeln entsprechend der konzeptionellen Gestaltung in gesonderten Darstellungen zu verdichten.

Durch die Verwendung des Sprachkonstrukts <<config>> sind innerhalb der Konfigurationsaussagen typische Konventionen zur Darstellung von Konfigurationen verfügbar. Diese sind nunmehr für die Gestaltungsfelder der *Spezifikation*, *Existenz* und *Logik* differenziert einzuführen.

Optionalität der Spezifikation

Um Freiheitsgrade hinsichtlich der Spezifikation zu bieten, werden in der Referenzmodellierung *Platzhalter*, *Wörter* und *Parameter* verwendet. Platzhalter sind Bezeichnungen, die zur Buildtime stellvertretend für alternative Belegungen zur Runtime verwendet werden.⁹³⁴ Auch abstrakte Wörter können zur Runtime ersetzt werden, stellen aber eine Abstraktion vorgesehener Konkretisierungen dar und kennzeichnen somit bereits die Bedeutung späterer Ersetzungen.⁹³⁵ Mit Parametrisierungen werden Spezifikationen über die Schaffung von Freiheitsgraden hinsichtlich *Bezeichnungen* hinaus auch auf Sprachanwendungen ausgeweitet, von denen *logische* Konsequenzen auf die Aussagen ausgehen. Beispiele hierzu stellen der Ansatz zur *Parametrisierung* von Modellelementen von SCHWEGMANN⁹³⁶ sowie die Verwendung variabilisierter Kardinalitäten bei STRAHNINGER, ROSEMANN und SCHÜTTE dar.⁹³⁷

In der Konstruktionstechnik der Konfiguration von RMK werden verallgemeinert Variablen für die Darstellung von Optionalität hinsichtlich der Spezifikation verwendet. Variablen bieten mit ihrem Bezeichner, ihrem Typ und ihren Ausprägungsmengen umfassende Konstruktionsmöglichkeiten zur Konfiguration von Optionalität hinsichtlich der Spezifikation. *Platzhalter* sind Variablen eines Typs, der Wörter für Bezeichnungen in Sprachaussagen vorsieht. *Abstrakte Wörter* sind spezielle Platzhalter, für die als Konvention ge-

⁹³³ Zu lokalen Angaben der Konfigurationsregel vgl. z. B. Schütte, R. (1998), S. 270 u. S. 276. Auch SCHÜTTE betont allerdings die Notwendigkeit zur Integration von Konfigurationsregeln, die er für ER- und EPK-Diagramme vornimmt. Umfassendere Abstimmungen werden auf Ebene von Prozessobjektauswahlmatrizen vorgenommen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 232. Diese beziehen sich aber sowohl hinsichtlich der Merkmale als auch der Sprache auf höherer Abstraktionsebene. Die Konfiguration beschränkt sich zudem auf die Selektion von Prozessobjekten (Konfiguration der Existenz). Konfigurationssprachkonstrukte bleiben auf dieser Ebene hingegen vollständig unbeachtet.

⁹³⁴ SCHÜTTE zeigt ihre Verwendung in Buildtime-Operatoren der EPK und schließt diese in eckige Klammern ein. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 257-259 sowie das Beispiel auf S. 253. Auch REMME verwendet Platzhalter in EPK-Diagrammen, zunächst repräsentiert durch drei Sternchen ***, später ebenfalls durch Bezeichner in eckigen Klammern. Vgl. Remme, M. (1995), S. 966-968. SCHÜTTE weitet die Verwendung analog auf ER-Diagramme aus, wobei allerdings eine gegenüber EPK-Diagrammen abweichende Darstellung vorgenommen wird. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 264 f.

⁹³⁵ Zu abstrakten Wörtern in der konfigurativen Konstruktion vgl. Schütte, R. (1998), S. 257.

⁹³⁶ Der von SCHWEGMANN vorgestellte Ansatz geht über das grundlegende Verständnis einer Parametrisierung hinaus, da vielmehr eine *parametergesteuerte* Konfiguration vorgenommen wird, zu deren methodischer Fundierung eine kontextfreie Grammatik zur Formulierung von Parametern dient. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 143 ff. In der Wirtschaftsinformatik wird üblicherweise der *Parameterbegriff* der Mathematik verwendet. Ein *Parameter* wird hier als eine Hilfsgröße angesehen, deren Werte verschiedene Einzelfälle aus einer Klasse von Modellen spezifizieren. In der Statistik im Besonderen bezeichnet ein Parameter einen charakteristischen Wert der Häufigkeitsverteilung einer Grundgesamtheit. Vgl. hierzu Kleynovits, K. E. (1980), S. 469. Zum Begriff der Parametrisierung im Kontext von Systemanpassungen vgl. auch Thome, R. (1998), S. 48 f.

⁹³⁷ Maximal- und Minimal-Kardinalitäten werden durch Variablen repräsentiert, ihre Beziehungen untereinander durch Regeln beschrieben. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 271 f. Variabilisierte Kardinalitäten in Datenmodellen werden auch in der Metamodellierung verwendet. Zur Anwendung vgl. insbesondere das von ROSEMANN entwickelte sprachbasierte Metamodell für Ereignisgesteuerte Prozessketten. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 122 f. Zum Konzept vgl. Strahninger, S. (ERM) (1995).

fordert wird, mit ihrer Bezeichnung eine Abstraktion der repräsentierten alternativen Ausprägungen zu liefern. *Parameter* sind von ihrem Typ her in der Lage, nicht nur Bezeichnungen, sondern auch Typen von Sprachkonstrukten zu repräsentieren.

Durch die Verwendung von Variablen in der Konstruktion von RMK werden unter Verwendung einer einheitlichen Darstellungstechnik situativ angemessene Variablentypen verwendet. Die Stärken von Platzhaltern liegen in ihrer universellen und formalen Verwendbarkeit. Für die Referenzmodellierung ist indes ihre geringe Anschaulichkeit zu bemängeln. Da zudem gegenüber den anderen Konfigurationsansätzen keine gesteigerte Ausdruckskraft gegeben ist, kann von der Verwendung der Parametrisierung abgesehen werden.⁹³⁸ Die Verwendung abstrahierender Wörter erhöht die Klarheit der Konstruktion, die sich insbesondere hinsichtlich der Verteilungsfähigkeit positiv auswirkt. Durch Einführung weiterer Namenskonventionen, Typbildungen und Wertemengen können darüber hinaus neue Konstrukte individuell eingeführt werden.

Die Darstellung der Optionalität in der Spezifikation anhand von Variablen ist standardisierbar. Werden Sprachaussagen mit dem Konfigurationssprachkonstrukt <<config>> versehen, werden sämtliche Angaben, die in eckige Klammern eingeschlossen sind, als Variablennamen interpretiert.⁹³⁹ Als Integritätsbedingung ist zu fordern, in Verhaltensmodellen verwendete Bezeichner auch in Eigenschaftsmodellen vorzusehen und zu erklären. Angaben zu Typ und Wertemengen sind aus Gründen der Klarheit nicht im Modell anzubringen.⁹⁴⁰ Sie stellen vielmehr Detailinformationen für die Konfiguration dar und werden daher in den Ableitungsregeln dokumentiert (Konfigurationsdarstellung Aussage).

Optionalität der Existenz

Zur Konstruktion von Wahlfreiheit hinsichtlich der Existenz von Sprachaussagen sind vier Zustände zu unterscheiden: Die Aussage besteht *fest* oder *optional* und, wenn optional, dann wahlfrei nur zur *Runtime*, nur zur *Buildtime* oder zur *Run- und Buildtime* zugleich. Die Kennzeichnung der Optionalität kann somit in der repräsentationellen Sprachgestaltung auf die Angabe der *Konfigurationsebene* reduziert werden.⁹⁴¹ Die Regel, nach der über die Gültigkeit zu entscheiden ist, wird – auch hier – in der integrierten Gesamtdarstellung vorgenommen (Konfigurationsdarstellung Aussage).

Die Kennzeichnung der Optionalität erfolgt durch Ergänzung des Konfigurationssprachkonstrukts <<config>> um einen Deskriptor, der die Konfigurationsebene spezifiziert.

⁹³⁸ Auch SCHÜTTE rät von der Verwendung von Platzhaltern ab. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 257. Gleichwohl finden sie bei ihm Verwendung. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 253, der Platzhalter [EREIG]. Ebenfalls werden auch bei den Beispielen zur Datenmodellierung Platzhalter verwendet, sogar solche, die nicht selbstsprechend sind: z. B. der Platzhalter *x*, vgl. Schütte, R. (1998), S. 264 u. S. 267-268. Auch die Verwendung variabilisierter Kardinalitäten lehnt er ab. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 271-272.

⁹³⁹ Für entsprechende Zwecke werden auf Basis von UML auch *Zusicherungen* verwendet. Vgl. hierzu Schwegmann, A. (1999), S. 143 ff. Zusicherungen kennzeichnen aber eher Anmerkungen oder Bedingungen. Vgl. hierzu die Einführung in relevante Konstrukte der UML in Kapitel 4.3.3.3 dieser Arbeit. Angemessen wäre es, einzelne abstrakte Wörter und Platzhalter mit Zusicherungen als solche zu kennzeichnen. Damit wird aber der Zweck verfolgt, ein neues Konstrukt einzuführen, wofür in UML üblicherweise Stereotypen vorgesehen sind. In Ergänzung zum Stereotyp sind der Anfang und das Ende des Variablennamens zu markieren. Da geschweifte Klammern entsprechend ausscheiden, werden hier eckige Klammern verwendet.

⁹⁴⁰ Während die Angabe hier optional gestaltet wird, ist sie für die Beschreibung der Ableitung in der Build-to-Runtime-Relation obligatorisch.

⁹⁴¹ Anders bei SCHWEGMANN, der drei Parameter verwendet. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 117 f. und die Untersuchungsergebnisse des State-of-the-Art der Referenzmodellierung in Kapitel 4.3.3.3 dieser Arbeit.

Spezifikation in EBNF:	
DeskriptorExistenz ::= <code>´{Ableitungsebene}´</code>	
Ableitungsebene ::= <code>´R´ | ´B´ | ´RB´</code>	
Beispiel:	
<code><<config>> (Auftragserfassung.Angebotsbezug) {R}</code>	
<u>Legende</u>	
config	Kennzeichnung des Konfigurationssprachkonstrukts
R	Runtime
B	Buildtime
RB	Run- und Buildtime

Abb. 95: Notation zur Spezifikation von Optionalität hinsichtlich der Existenz

In Modelldarstellungen, die kombinierte Konfigurationssprachausagen verwenden, kann die wiederholte Repräsentation des allgemeinen Teils des Konfigurationssprachkonstrukts (Konfigurationssprachkonstruktschlüssel) die Lesbarkeit reduzieren. Da auf ihre Spezifikation jedoch aus Gründen der Konfigurierbarkeit nicht verzichtet werden kann, sind in der RMK Darstellungen in Perspektiven vorzusehen, in denen ihre Angabe ausgeblendet wird.⁹⁴²

Optionalität von Logik

Zur Konstruktion von Freiheitsgraden hinsichtlich der Beziehung zwischen Teilaussagen sind Techniken zu bieten, mit denen Optionalität einerseits hinsichtlich der Menge der beteiligten Teilaussagen und andererseits hinsichtlich der zwischen ihnen bestehenden logischen Beziehung dargestellt werden kann. Wahlfreiheit in Bezug auf die *Beteiligung* an Beziehungen wird in der hier entwickelten Referenzsprache dadurch berücksichtigt, dass in jeder einzelnen Beteiligungsaussage Konfigurationsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Existenz geboten werden. Für die Gestaltung des Beziehungstyps sind zusätzliche Ausdrucksmöglichkeiten für die Angabe eines logischen Operators (Optionalität der Logik) sowie die für diesen geltende Ableitungsebene zu schaffen.⁹⁴³ Die Konsistenz zwischen kombinierten Sprachausagen ist in Abhängigkeit der zugrunde liegenden Logik bei der Formulierung der Ableitungsregeln zu sichern.⁹⁴⁴ In Abb. 96 werden die vorzunehmenden Spezifikationen in einem Deskriptor zusammengefasst.⁹⁴⁵

⁹⁴² Die Überlegungen treffen damit Gestaltungsanforderungen innerhalb des technologiebezogenen Bereichs, in dem CASE-Werkzeuge die Möglichkeit zum Ein- und Ausblenden entsprechender Spezifikationen zu bieten haben. Da solche Mechanismen zum Standard von CASE-Werkzeugen zählen, kann in der methodenbezogenen Gestaltung von diesen Aspekten abstrahiert werden.

⁹⁴³ Während die Konstruktionsebenen einzelner optionaler Beteiligungskonstrukte angeben, wann die Auswahl der eingehenden Beteiligungskonstrukte zu treffen ist, wird hier der Zeitpunkt der vorzunehmenden Eingrenzung der logischen Verknüpfung spezifiziert.

⁹⁴⁴ So ist hier zu berücksichtigen, dass mit der Ableitung eines XOR aus einem IOR-Operator die Existenz zumindest eines Konnektors und des über diesen verbundenen Prozessesstrangs „erlischt“. Zu Integritätsbedingungen vgl. Schütte, R. (1998), S. 264.

⁹⁴⁵ Zur Abstimmung zwischen kombinierten Sprachausagen sind auch hier Integritätsbedingungen zu berücksichtigen, die in Abhängigkeit der verwendeten Logik zu konkretisieren sind. Zu Integritätsbedingungen vgl. Schütte, R. (1998), S. 264.

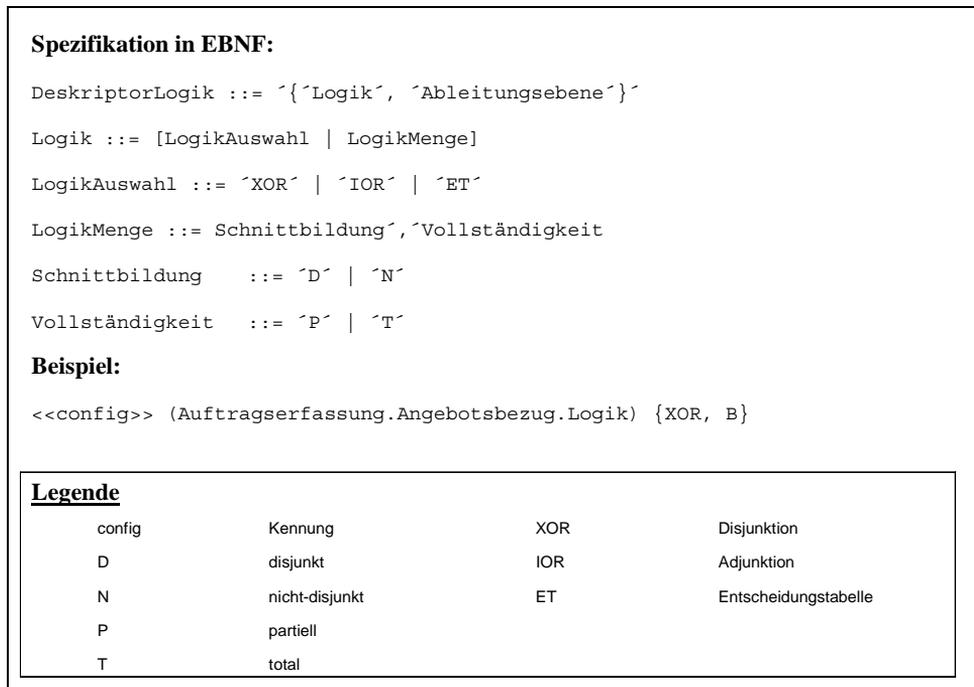


Abb. 96: Notation zur Spezifikation von Konfigurationslogik in EBNF

Die sprachneutrale Darstellung der Referenzsprache wird auch dann verwendet, wenn im Sprachumfang der Anwendungssprache bereits *Repräsentationsformen* für logische Beziehungen bestehen (z. B. Konnektoren der EPK). Damit wird einerseits die intersubjektive Nachvollziehbarkeit erhöht und andererseits verdeutlicht, dass die logischen Beziehungen auf Build- und Runtime-Ebene grundsätzlich verschiedene Bedeutungen besitzen. Die Darstellungstechnik schließt auch solche Fälle in den Standardsprachumfang ein, die in bisherigen Ansätzen als Ausnahmen behandelt wurden. Die Logik kann auf grundsätzlich beliebige Beziehungstypen ausgeweitet werden,⁹⁴⁶ sodass hier eine einheitliche Behandlung der bislang als Sonderfall behandelten Logik des GSR-Typen in ER-Diagrammen vorgenommen wird.

Die eingeführten Repräsentationsformen der Referenzsprachkonstrukte einzelner Konfigurationsaussagen werden in Abb. 97 in einem Beispiel zusammengefasst: Zur Verdeutlichung der Sprachneutralität werden als Anwendungssprachen des Beispiels die im State-of-the-Art der Referenzmodellierung etablierten Sprachen UML und ARIS verwendet. Dabei wird die einheitliche Behandlung der Technik zur Konfiguration sowohl zwischen Sprachen für Eigenschafts- und Verhaltensmodellen als auch zwischen Sprachen objektorientierter und nicht-objektorientierter Ansätze demonstriert. Während hiermit einzelne Konfigurationsaussagen getroffen werden können, ist deren Anwendung und Abstimmung untereinander zu gestalten.

⁹⁴⁶ Über die Darstellung hinaus sind hierzu Regeln hinsichtlich Einschränkungsmöglichkeiten der gebotenen Wahlfreiheiten zu ermitteln. In der State-of-the-Art-Untersuchung wurde dies für die Verknüpfungen XOR, OR, AND und ET vorgestellt. Spezielle Regeln wurden für den Generalisierungs-/Spezialisierungs-Relationshipstypen (GSR-Typ) eingeführt.

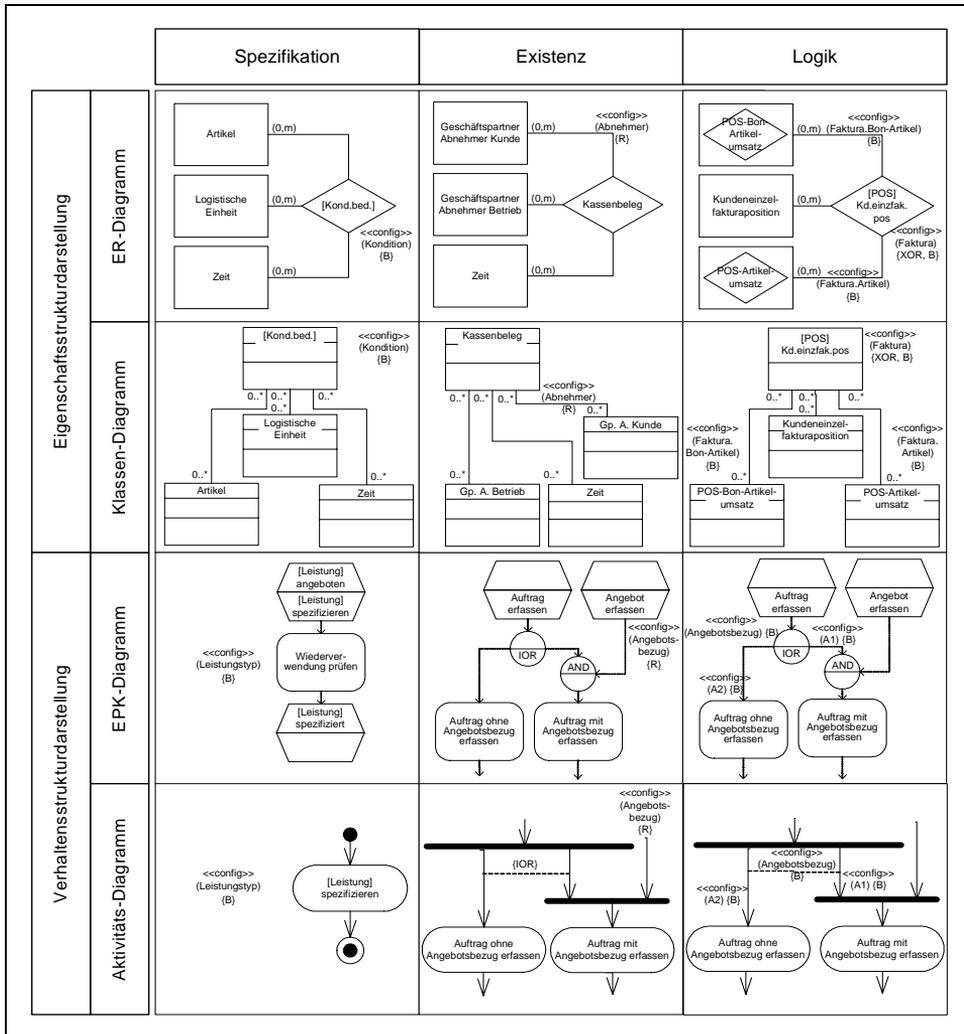


Abb. 97: Anwendung der Darstellungsregeln von Konfigurationssprachkonstrukten in Referenzmodellen⁹⁴⁷

Darstellung der Ableitungsregeln

In der konzeptionellen Gestaltung ist die Verdichtung sämtlicher Konfigurationsaussagen der RMK gegenüber einem übergreifenden Aspekt vorgesehen (Konfigurationsprofil), in Bezug auf den Konfigurationsmöglichkeiten bestehen. Hierzu sind die Darstellungen zu erzeugen, in denen sämtliche Ableitungsregeln eines Aspekts über mehrere Sprachaussagen hinweg angegeben werden können (Konfigurationsdarstellung Aussage). Als eine geeignete Darstellungstechnik wird hier die sog. *Konfigurationsmatrix* vorgestellt, deren Struktur in Abb. 98 visualisiert wird.

⁹⁴⁷ Die in der Abbildung verwendeten Darstellungstechniken sind in der State-of-the-Art-Betrachtung zur Referenzmodellierung eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 4.3.3 dieser Arbeit.

		Strukturbereich				Wertebereich			
Kopf- bereich	Merkmale	Konfigurations- profil	Konfigu- rations- merkmal	Ausprägung	1	0	1	0	
			...	...	0	1	0	1
		...	...	1	1	0	0	0
		...	...	0	0	1	1	1
Rumpf- bereich	Variablen	Name		Typ	Wert	...	...	...
						
	Verhalten	Verhaltens- modell	Übernahme konfigurativ		1	...	...	...
			Konfigu- rations- aussage	Konstrukt	Ableitung	...	...	...
			
							
				
	Eigen- schaften	Eigen- schafts- modell	Übernahme konfigurativ		0	...	...	...
			Konfigu- rations- aussage	Konstrukt	Ableitung	...	...	...
			
							
				
Erweiterungen				...					

Legende	
<input type="checkbox"/>	Ordnungseinheit
<input checked="" type="checkbox"/>	Zutreffende Merkmalsausprägung

Abb. 98: Konfigurationsmatrix zur Integration von Konfigurationsmöglichkeiten

Mit der Konfigurationsmatrix werden sämtliche in der RMK verteilt gegebenen Konfigurationsmöglichkeiten ausgehend von zweckbezogenen Konfigurationsmerkmalen der RMK erklärt. Der Aufbau differenziert in einen Kopf- und einen Rumpf- sowie einen Struktur- und einen Wertebereich.

Im Kopfbereich wird strukturell das Konfigurationsprofil aufgefächert, bis für jede Merkmalsausprägung eine Zeile vorgesehen ist. Durch deren binäre Codierung im Wertebereich werden für sämtliche Ausprägungskombinationen des Profils Spalten eingerichtet, die jeweils eine mögliche Ableitung der Ergebnis-RMK repräsentieren.

Der Rumpfbereich wird entsprechend der Schnittstellenstruktur aufgebaut: Vorgesehen sind Verzeichnisse für Verhalten, Eigenschaften und Erweiterungen, in denen auf nächster Stufe die Signaturen der Darstellungen und darauf folgend die Bezeichnungen der in ihren Darstellungen enthaltenen Konfigurationsaussagen notiert werden. Für Variablen wird –

zur Förderung ihrer integrierten Verwendung – ein modell- und sichtenübergreifender Bereich eingerichtet, in dem sie hinsichtlich ihres Namens und Typs zu spezifizieren sind.

In den Elementen der so aufgespannten Matrix sind die für einzelne Ausprägungen von Merkmalskombinationen relevanten Konfigurationsergebnisse zu verzeichnen. Auf Ebene der Schnittstelle ist zunächst einzutragen, welche Inhaltsdeklarationen in einer Konfiguration zu übernehmen sind (Konfigurationsdarstellung Deklaration). Für sie sind daraufhin Ableitungen relevanter Konfigurationsaussagen zu notieren (Konfigurationsdarstellung Aussage). Besteht Wahlfreiheit hinsichtlich der Logik, ist als Zellelement der anzusetzende logische Operator einzutragen (z. B. IOR); ist über die Existenz zu entscheiden, werden die Eintragungen dual codiert. Die Angaben zur Spezifikation erfolgen durch Eintragung relevanter Werte zu Variablen in dem hierfür eingerichteten Bereich.

Da die Konfiguration hier nicht auf den Übergang von der Build- zur Runtime-Ebene begrenzt wird, können in einem Konfigurationsprozess Wahlmöglichkeiten offen bleiben, womit die Ergebnis-RMK selbst als Konstruktions-RMK für weitere Prozesse konzipiert wird. Zellbereiche, in denen auch nach der Ableitung Wahlfreiheit besteht, werden als Anfangsbestand der Konfigurationsmatrix der Ergebnis-RMK übernommen, die dort durch Erweiterungen und Anpassungen des Referenzmodells zu pflegen sind.

Die Anzahl der in Konfigurationsmatrizen darzustellenden Zeilen und Spalten steigt schnell an. Als Maßnahmen zur Komplexitätsreduktion können Konfigurationsszenarien und -stufen ausgenutzt werden:

- (1) **Bildung von Konfigurationsszenarien:** Nur in seltenen Fällen besteht zu jeder Kombinationsmöglichkeit (Kombinatorik) der Merkmalsausprägungen eines Profils auch ein spezifischer Konfigurationsbedarf. Hingegen liegen Kombinationen von Ausprägungen vor, die zu gleichen Konfigurationen führen. Die Komplexität der Konfigurationsmatrix kann daher reduziert in den Szenarien⁹⁴⁸ eingeführt werden, die solche Kombinationen von Merkmalsausprägungen zusammenfassen. Zur Erweiterung der Konfigurationsmatrix um Varianten ist eine Zeile oberhalb des Konfigurationsmerkmalbereichs einzufügen, in der die Szenarien aufgeführt und Kombinationen von Merkmalsausprägungen zugeordnet werden. Die Eintragungen im Rumpfbereich werden somit für sämtliche Merkmalsausprägungen eines Szenarios zusammengefasst vorgenommen.
- (2) **Berücksichtigung von Konfigurationsstufen:** In mehrstufigen Konfigurationen kann die Darstellung der Konfigurationsmatrix auf Zeilen und Spalten reduziert werden, die in einzelnen Konfigurationsstufen relevant sind. Durch die Ausblendung von Merkmalen, Szenarien, Signaturen, Aussagen und Variablen, die in der aktuellen Stufe nicht zur Konfiguration anstehen, signalisiert die Länge und Breite der Matrix zugleich den Umfang an Konfigurationsmöglichkeiten.

Die einzelnen Spezifikationen der Konfigurationstechnik sind über die Schnittstelle im Außenverhältnis zu kapseln. Die hierzu im Allgemeinen vorzusehenden Spezifikationen sind nachfolgend vorzustellen.

⁹⁴⁸ Szenarien in Referenzmodellen werden auch von SCHWEGMANN für die objektorientierte Referenzmodellierung thematisiert. Er schlägt vor zu prüfen, ob „durch die Dokumentation einiger exemplarischer Szenarien eine Komplexitätsreduktion des Referenzmodells erzielt werden kann.“ Schwegmann, A. (1999), S. 148. Problematisch ist in seinem Vorschlag, dass die *exemplarische* Auswahl *einiger* durch als *wesentlich* angesehene Merkmalskombinationen gebildeter Szenarien nicht nur die Komplexität auf Ebene der Darstellung mindert, sondern auch den *Inhalt* des Modells verkürzt. Die daraus resultierende geringere Variantenbreite wirkt sich negativ auf die Akzeptanz des Modells aus.

Schnittstellenspezifikation

Die zur Repräsentation von Konstruktionstechniken in den Schnittstellen der beteiligten RMK vorzunehmenden Eintragungen werden in Abb. 99 veranschaulicht.

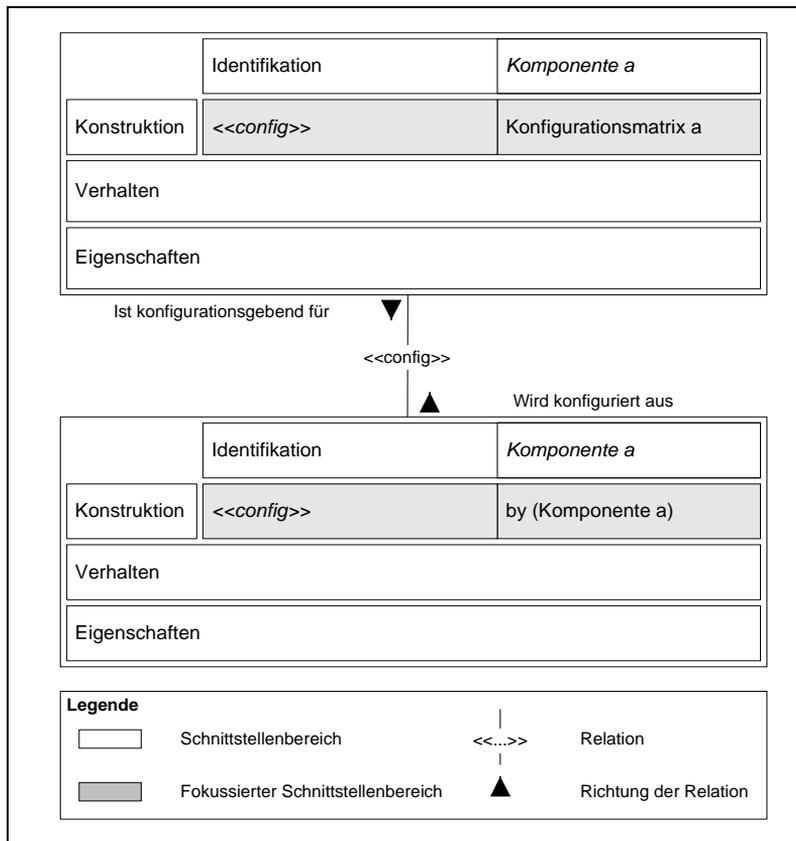


Abb. 99: Schnittstellenspezifikation der Konfigurationsbeziehung

Zur Schnittstellenspezifikation ist die Konfigurationskennung <<config>> zu vergeben, die sowohl die Konstruktions- und Ergebnis-RMK als auch die zwischen ihnen bestehende Beziehung kennzeichnet. Angaben zur Konfiguration im Darstellungsbereich sind differenziert vorzunehmen: In der Konstruktions-RMK ist die *Signatur* der Konfigurationsmatrix zu verzeichnen; in der Ergebnis-RMK wird hingegen die Dokumentation der Verbindung zur Konstruktions-RMK als hinreichend erachtet. Ergänzend können Angaben zur Historie der Konstruktion verzeichnet werden, wie z. B. eine Darstellung der Spalte aus der Konstruktionsmatrix, die zu ihrer Ableitung geführt hat.

Über den hier dargestellten Standardfall sind durch die Kapselung in der RMK analog auch Konstruktionsbeziehungen zu gestalten, in denen eine Ergebnis-RMK aus mehreren Konstruktions-RMK konfiguriert wird (Mehrfachkonfiguration). In diesem Fall liegt eine Aggregation der jeweils zu erzielenden Konfigurationsergebnisse vor.

6.1.2.2.2 Aggregation

Die Aggregation wird in der Informationsmodellierung bislang maßgeblich als ein Abstraktionskonzept in Beziehungen zwischen Sprachaussagen verwendet. So wird unter den im State-of-the-Art der Referenzmodellierung eingesetzten Sprachen insbesondere in *Klassendiagrammen* der UML ein spezieller Kantentyp für die Aggregation eingeführt, mit dem eine is-part-of-Beziehung zwischen Klassen ausgedrückt werden kann.⁹⁴⁹ Auch in *ER-Diagrammen* können zwischen E-Typen Aggregationsbeziehungen konstruiert werden. In Varianten der Darstellungstechnik werden auch spezielle Sprachkonstrukte vorgeschlagen, mit denen Aggregationsbeziehungen repräsentationell differenziert werden können.⁹⁵⁰ Die mit diesen Sprachkonstrukten zu treffenden Aussagen konkretisieren das der Aggregation zugrunde liegende Strukturmuster. Zur Entwicklung einer Konstruktionstechnik für RMK ist die Aggregation jedoch auf ein höheres Abstraktionsniveau zu übertragen. Hier sind nicht die Beziehungen zwischen Aussagen einer Modelldarstellung, sondern die zwischen RMK zu gestalten, in denen jeweils eine Sammlung mehrerer Modelldarstellungen vorliegt, die nach dem Ordnungsrahmen der RMK strukturiert sind.

Einen Beitrag, mit dem eine ähnliche Zielsetzung verfolgt wird, stellt LANG vor. Er behandelt die *Dekomposition* von Referenzprozessbausteinen (RPB), mit der er beabsichtigt, RPB disjunkt zu zerlegen.⁹⁵¹ Da hiermit eine top-down-Verfeinerung der Prozessgestaltung vorgenommen werden soll, wird der Komposition bzw. Aggregation im Ansatz von LANG eine geringere Bedeutung beigemessen und somit vernachlässigt.⁹⁵² Zur Repräsentation von Dekompositionen werden hierarchische Gliederungen der für RPB eingeführten dreidimensionalen Rautensymbole über mehrere Abstraktionsebenen gebildet – sog. RPB-Hierarchiebäume. Konkretisiert werden sie durch das Koordinationsattribut *Coordination Code (COORD)*, das rekursiv die zeitlich-logische Anordnung der RPB abbildet, die einem anderen RPB untergeordnet sind.⁹⁵³ Zugleich wird der Dekomposition das Prinzip der *Vererbung* zugesprochen, wonach die Attributsausprägungen des übergeordneten auf den untergeordneten RPB übertragen werden.⁹⁵⁴

Das Nutzenpotenzial der Arbeit von LANG für die hier vorzunehmende Gestaltung einer Aggregationstechnik ist allerdings gering. So erweist sich bereits die Konzentration auf die Dekomposition von RPB als unvorteilhaft, da somit einerseits lediglich Verhaltensmodelle betrachtet werden, die zudem in der proprietären Darstellungstechnik der RPB aufbereitet sind, und andererseits die Komposition vernachlässigt wird. In der zu entwickelnden Konstruktionstechnik sind jedoch vielmehr die wesentlichen Merkmale einer Aggregationsbeziehung zu berücksichtigen, die sowohl für eine top-down- als auch für eine bottom-up-Vorgehensweise der Konstruktion einzusetzen sind.⁹⁵⁵

⁹⁴⁹ Vgl. Oestereich, B. (2001), S. 56-59, S. 279-281 und die Ausführungen in Kapitel 4.3.3.3. Eine Differenzierung zwischen der Komposition und Aggregation, wie sie in der UML vorgenommen wird, ist für die Gestaltung der Konstruktionstechniken in der Referenzmodellierung unwesentlich, da auch die Komposition die Technik der Aggregation nutzt.

⁹⁵⁰ Zu nennen sind das *Structured-Entity-Relationship-Modell (SERM)* sowie die von der SAP AG verwendete Darstellungstechnik des *SAP-SERM*. Einen Überblick geben Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 37-47.

⁹⁵¹ Vgl. Lang, K. (1997), S. 50 f. sowie zur Konstruktion von Modellen auf variierenden Abstraktionsebenen unter Berücksichtigung von RPB-Hierarchiebäumen und Aspekten der Zerlegungskriterien und der Zerlegungstiefe Lang, K. (1997), S. 75-77.

⁹⁵² Die Abgrenzung zwischen De- und Komposition sowie der Aggregation wird bei LANG nicht ganz klar. Als „spiegelbildliche Varianten zur Dekomposition“ sieht er die „Komposition bzw. Aggregation“ an, weist aber der Aggregation eine geringere Bedeutung für RPB zu. Vgl. Lang, K. (1997), S. 51.

⁹⁵³ Vgl. Lang, K. (1997), S. 76. Zur Attributierung der RPB vgl. Lang, K. (1997), S. 34 ff.

⁹⁵⁴ LANG spricht explizit von einem „Vererbungsmechanismus“. Vgl. Lang, K. (1997), S. 51. Zur Vorstellung des im RPB-Konzept verwendeten Vererbungsmechanismus vgl. Lang, K. (1997), S. 53.

⁹⁵⁵ Zudem erweisen sich konzeptionelle Unterschiede als hinderlich. So wird z. B. in der hier verfolgten Terminologie die Vererbung nicht als Wesensmerkmal der Aggregationsbeziehung angesehen. Auch wird durch die Verwendung der COOD letztlich eine lineare Abfolge von RPB zur Ausführung eines übergeordneten RPB beschrieben.

Die Konstruktionstechnik der Aggregation wird hier durch Übertragung des Begriffs der Aggregationsbeziehung auf die im Ordnungsrahmen der RMK vorliegende Modellkollektion entwickelt. Hierzu ist die Technik allgemein wie folgt zu kennzeichnen.

*Die Konstruktionstechnik der **Aggregation** ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Ergebnis-RMK T durch Zusammensetzung von Konstruktions-RMK p konstruiert wird, wobei die Konstruktionsergebnisse der p jeweils vollständig Teile von T bilden.*⁹⁵⁶

Gestaltungen des konzeptionellen Aspekts der Aggregation

Für die Gestaltung des konzeptionellen Aspekts ist der zugrunde gelegte Begriff einer Konstruktionstechnik der Aggregation auf das Strukturmuster des Ordnungsrahmens für RMK zu übertragen. Die hieraus resultierenden Konstrukte und ihre Beziehung untereinander werden im Metamodell zur Konstruktionstechnik der Aggregation in Abb. 100 veranschaulicht: Die Ergebnis-RMK wird damit typischerweise aus mehreren Konstruktions-RMK zusammengesetzt,⁹⁵⁷ deren deklarierte Inhalte sie übernimmt (Übernahme Inhalt Signatur Aggregation). Das Spezifikum der Aggregation besteht darin, diese Zusammenstellung so vorzunehmen, dass die Beiträge der Konstruktions-RMK auf die Erfüllung eines übergeordneten Zwecks ausgerichtet werden. Mit der Konstruktionstechnik ist somit die *Integration* der Teilkonstruktionsergebnisse in der Ergebnis-RMK zu leisten (Aggregationsdarstellung Integration), wobei die übernommenen Inhalte – in der Reinform der Aggregation – ihre Eigenständigkeit als Teile bewahren und auch in der inneren Struktur nicht geändert werden (Integration durch Referenz).

Ausgehend von dieser Reinform können in Konstruktionsprozessen abgewandelte Techniken angewendet werden: So kann erstens die *Eigenständigkeit* der Teilergebnisse aufgegeben werden, indem sie in Darstellungen der Ergebnis-RMK vereinigt werden (Replikation mit Referenz); zweitens kann die Technik auch auf die *Übernahme* von Konstruktionsergebnissen reduziert werden, die somit einen Anfangsbestand zur freien Weiterentwicklung liefern (Replikation ohne Referenz). Zur Auswahl der einzelnen Ausprägungsformen sind die Überlegungen zur Bewertung der Referenz und Replikation als Realisationsformen der Integration analog anzuwenden.⁹⁵⁸ Methodisch werden mit den Abwandlungen zunehmende Freiheitsgrade hinsichtlich der Darstellungsregeln realisiert, sodass die hier zu konkretisierende Technik für die Reinform der Aggregation konzipiert wird.

Um die Eigenständigkeit der Teilergebnisse zu erhalten, ist deren Integration in zusätzlichen Konstruktionsdarstellungen vorzunehmen (Aggregationsdarstellung Integration), in denen relevante Aussagen verschiedener übernommener Modelldarstellungen miteinander verknüpft werden (Aggregationsreferenzaussage). Um ein hohes Maß an Anpassungsmöglichkeiten zu bieten, erweist es sich als vorteilhaft, diese Darstellung jeweils in einer Sprache anzufertigen, die in der Ergebnis-RMK für den entsprechenden Inhaltstyp vorgesehen ist (z. B. EPK, Klassendiagramm). Begünstigt wird dieser Ansatz dadurch, dass in diesen Sprachen bereits im Standardumfang Ausdrucksmöglichkeiten zur Verknüpfung von Sprachaussagen verfügbar sind, die allerdings zum Teil nur *innerhalb* einer Darstellung anzuwenden sind (z. B. ER-Modell). Daher sind als zusätzliche Ausdrucksform Referenzsprachkonstrukte einzuführen, die es ermöglichen, entsprechende Verknüpfungen auch *zwischen* Darstellungen vorzunehmen (Aggregations sprachkonstrukt).

⁹⁵⁶ Die Kürzel T und p werden vor dem Hintergrund der englischen Bezeichnungen „total“ und „partial“ festgelegt. Die Kleinschreibweise des p symbolisiert, dass mehrere Konstruktions-RMK an der Zusammensetzung beteiligt sind.

⁹⁵⁷ In Ausnahmen kann auch nur eine Konstruktions-RMK vorliegen. In den vorzustellenden Sonderfällen wird hierzu mit der abstrakten Aggregation ein Beispiel vorgestellt.

⁹⁵⁸ Vgl. hierzu Kapitel 6.1.1.3 dieser Arbeit.

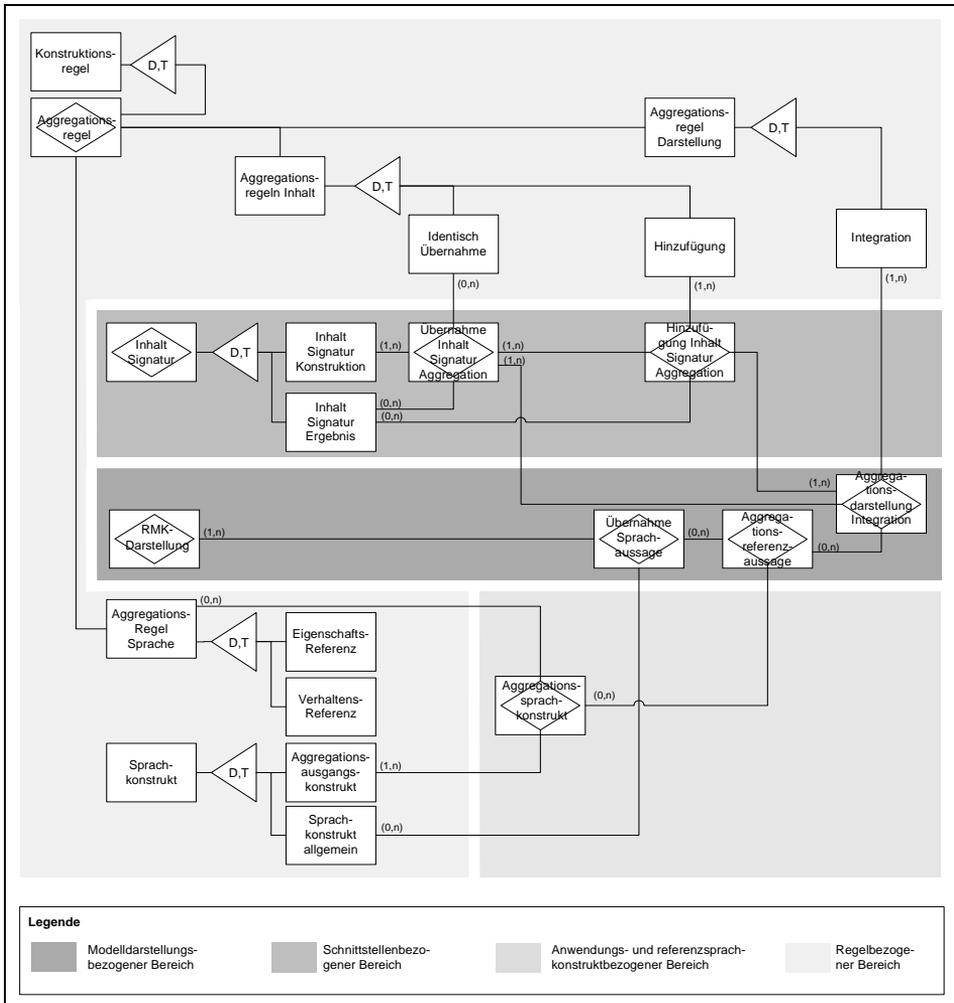


Abb. 100: Metamodell zur Konstruktionstechnik der Aggregation⁹⁵⁹

Die Technik, mit der die Aussagen innerhalb der übernommenen Darstellungen durch solche Referenzaussagen integriert werden, ist auf den jeweiligen Inhaltstyp abzustimmen. In den Standardsichten der RMK liegen hierbei unterschiedliche Ausgangssituationen vor. Beide Ansätze werden in Abb. 101 anhand von EPK- und ER-Diagrammen veranschaulicht und im Weiteren ausgeführt.

Verhaltenssicht: Bei Verhaltensmodellen sind Referenzierungen in Anlehnung an Methodenaufrufe in der Programmierung zu interpretieren, die zu einer Fortsetzung der Steuerungslogik in der aufgerufenen Darstellung führen. Zu ihrer Integration in der Ergebnis-RMK können somit übergeordnete Verhaltensmodelle entwickelt werden, in denen die übernommenen Modelle aus den Konstruktions-RMK entsprechend des Integrationsbedarfs „aufgerufen“ werden. Die Integration erfolgt hierbei durch eine zweckgerechte zeitlich-sachlogische Anordnung der Aufrufe entsprechend der gestalteten Verhaltensstruktur.

⁹⁵⁹ Das Metamodell zur Konstruktionstechnik der Aggregation ist ausgehend von einem Strukturmuster für Metamodelle zu Konstruktionsbeziehungen erstellt worden. Zur Einführung des Strukturmusters sowie den allgemein zugrunde liegenden Annahmen vgl. Kapitel 6.1.2.1.3 dieser Arbeit.

Eigenschaftssicht: In Eigenschaftsmodellen sind Verbindungen zwischen Teilmodellen problematischer, da den Modellen keine Ablaufsteuerung immanent ist, anhand derer sie ausgehend von einem Start- und Endpunkt gekapselt aufgerufen werden könnten. Entsprechende Strukturierungen werden z. B. in ER-Diagrammen durch Konzepte der *Clustering* angestrebt, die allerdings darstellungstechnisch unvollkommen formalisiert sind. Bei einer bottom-up-Verwendung werden Cluster in detaillierte Datenmodelle eingezeichnet: Werden Umrundungen verwendet, ist die Möglichkeit der Clustering auf räumlich benachbarte E- und R-Typen beschränkt.⁹⁶⁰ Behelfsweise werden Einfärbungen oder Schattierungen der Cluster vorgenommen, durch die sie allerdings nicht hinreichend formal identifiziert werden, sodass sie z. B. selbst auf übergeordneter Abstraktionsebene Relationen eingehen könnten. Bei top-down-Verwendung wird ein Datencluster als Abstraktion von konkreten ER-Modellen (Rechnungswesen, Konditionen) verwendet, wobei allerdings eine exakte Angabe, durch welchen ER-Modellausschnitt das Cluster konkretisiert wird, unterbleibt. In dieser Angabe wäre auch zu spezifizieren, wie die vom Cluster eingegangenen Relationen auf dessen E-Typen fortzuschreiben sind.⁹⁶¹ Gebräuchlicher hingegen ist die Wiederverwendung gleicher Eigenschaftsdeklarationen (z. B. E-Typ „Kunde“) in unterschiedlichen Darstellungen. In diesem Fall wird jedoch die Herkunft und Verwendung der E-Typen nicht spezifiziert.⁹⁶²

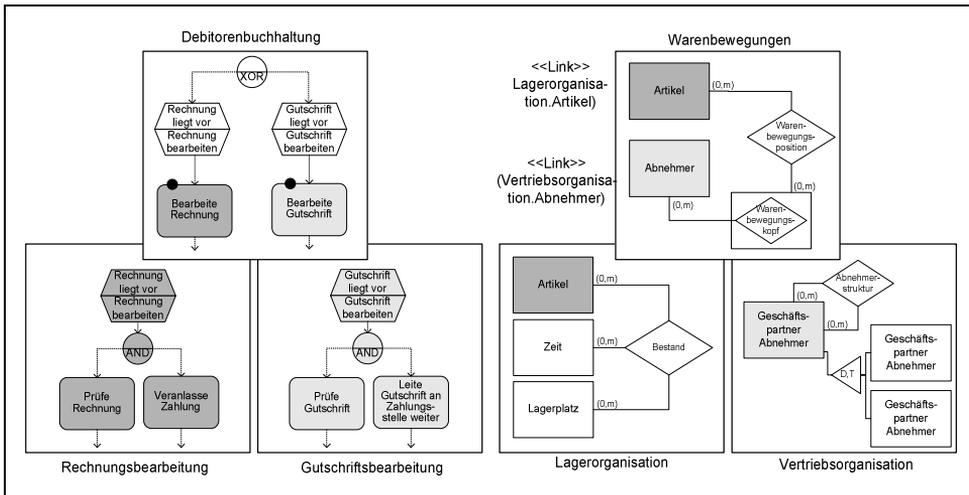


Abb. 101: Integration von Eigenschafts- und Verhaltensmodellen nach Aggregation durch Referenzaussagen⁹⁶³

In RMK sind Referenzierungen zwischen Eigenschaftsmodellen in Analogie zu *Datenbankzugriffen* zu interpretieren, mit denen – im übertragenen Sinne – auf einzelne Zustän-

⁹⁶⁰ Zu dieser Verwendung vgl. z. B. Schütte, R. (1998), S. 110.

⁹⁶¹ Auch JARKE weist auf diese Schwäche hin. Es wäre eine Klassifikationsabstraktion erforderlich, die die jeweils übergeordnete Ebene als programmiersprachliches Typsystem für die darunter liegende Ebene verwendet und es so ermöglicht, spezialisierte Subsprachen innerhalb einer Sprache zu definieren. Vgl. Jarke, M. (1992), S. 167.

⁹⁶² Anzumerken ist, dass bei Einsatz adäquater CASE-Werkzeuge im technologiebezogenen Aspekt entsprechende Informationen nachvollzogen werden können. So ist etwa im ARIS-Toolset die Unterscheidung zwischen Instanz- und Referenzkopien vorzunehmen, wobei durch letztere gerade ein Link – im Sinne des hier konzeptionalisierten Aggregations Sprachkonstrukts – auf eine Instanz eines Informationsobjekts (hier: Sprachaussage) gesetzt wird.

⁹⁶³ Die Modelldarstellungen beziehen sich auf Beispiele der Warenwirtschaft. Vgl. z. B. Becker, J., Schütte, R. (1996), S. 129, S. 132 u. S. 353. In der Aggregation der ER-Modelle wird bereits die einzuführende Repräsentation <<link>> als Aggregations Sprachkonstrukt verwendet.

de in Eigenschaftsmodellen zugegriffen werden kann. Zur Abwicklung der Zugriffe wird der Vorstellung gefolgt, dass „im Hintergrund“ Methoden zum Lesen und Schreiben von Zuständen ausgeführt werden, auf deren Darstellung – wie auch in der objektorientierten Informationsmodellierung bei elementaren Operationen üblich – zur Erhöhung der Klarheit verzichtet wird. Hingegen wird das Element der Eigenschaftsstruktur, aus dem das entsprechende Abfrageergebnis auszulesen ist (z. B. E-Typ „Kunde“), direkt von dem „ru-fenden“ Eigenschaftsmodell aus referenziert. Auf diese Weise kann in der Ergebnis-RMK ein Eigenschaftsmodell konstruiert werden, in dem die konstruktionszweckspezifische Relation zwischen den eigenschaftsbezogenen Aussagen (z. B. E-Typen) der übernommenen Darstellungen hergestellt wird.⁹⁶⁴ Das Eigenschaftsmodell der aggregierten Komponente beschreibt damit neben der aggregationsspezifischen Sammlung sämtlicher für die Integration bedeutenden Eigenschaftsaspekte der beteiligten Komponenten auch *zusätzliche* Beziehungen, die zu deren Abstimmung eingefügt werden.

Damit die Konstruktionstechnik der Aggregation in Konstruktionsprozessen von RMK verwendet werden kann, sind zusätzliche Repräsentationsformen einzuführen, die das Aggregations Sprachkonstrukt und die Schnittstellenspezifikation betreffen.

Gestaltungen des repräsentationellen Aspekts der Aggregation

Um die Referenzierungen zwischen den Sprachaussagen unterschiedlicher Darstellungen vornehmen zu können, ist eine Repräsentationsform für das Aggregations Sprachkonstrukt einzuführen, mit dem Aggregationsreferenzaussagen getroffen werden können. Hierzu ist eine Form zu wählen, die trotz der unterschiedlichen Bedeutungen der Referenzen in Anwendungssprachen darstellungstechnisch eine *standardisierte* Behandlung von „Links“ ermöglicht. Ein Ansatz, der sich hierzu eignet, wird in Abb. 102 in EBNF eingeführt und anschließend erklärt.

Spezifikation in EBNF:

```

AggregationsKennung ::= `<<aggregate>>`

ReferenzSprachkonstrukt ::= ReferenzKennung `.` ReferenzZiel

ReferenzKennung ::= `<<reference>>`

ReferenzZiel ::= [GegenstandSignatur | InhaltSignatur | DarstellungSignatur
                  | AussageSignatur]

AussageSignatur ::= [GegenstandName `.`] DarstellungName `.` AussageName

```

Beispiel:

```

<<reference>> (ÖffentlicheAusschreibung.Leistungsspezifikation.
Leistungsverzeichnis)

```

Legende

reference	Kennzeichnung des Sprachkonstrukts zur Referenzierung
aggregate	Kennzeichnung des Sprachkonstrukts zur Aggregation

Abb. 102: Notation zur Kennzeichnung von Referenzen in Aggregationsbeziehungen

⁹⁶⁴ Die Anzahl der einzuführenden Modelle kann variieren. Die Klarheit der Darstellung wird erhöht, wenn sämtliche Aussagen in einer Modelldarstellung zusammengefasst werden.

Zur Repräsentation wird der Stereotyp <<reference>> eingeführt, der an der rufenden Aussage zu positionieren ist und in Klammern die Signatur des Konstruktionsergebnisses führt, die zu referenzieren ist.⁹⁶⁵ Um Sprachaussagen zu adressieren, ist die in der Schnittstellenspezifikation verwendete Punktnotation für Signaturen entsprechend fortzusetzen. Somit können sämtliche Konstruktionsergebnisse der RMK – ausgehend vom Gegenstand bis hin zu einzelnen Sprachaussagen – in einer einheitlichen Schreibweise referenziert werden, indem die Tiefe variiert wird, bis zu der die Spezifikation erfolgt.⁹⁶⁶ Beispielsweise können im Fall von EPK-Modellen Signaturen von Inhalts- oder Darstellungsklationen ebenso referenziert werden, wie dieses im Fall von ER-Modellen hinsichtlich einzelner E- und R-Typen möglich ist.

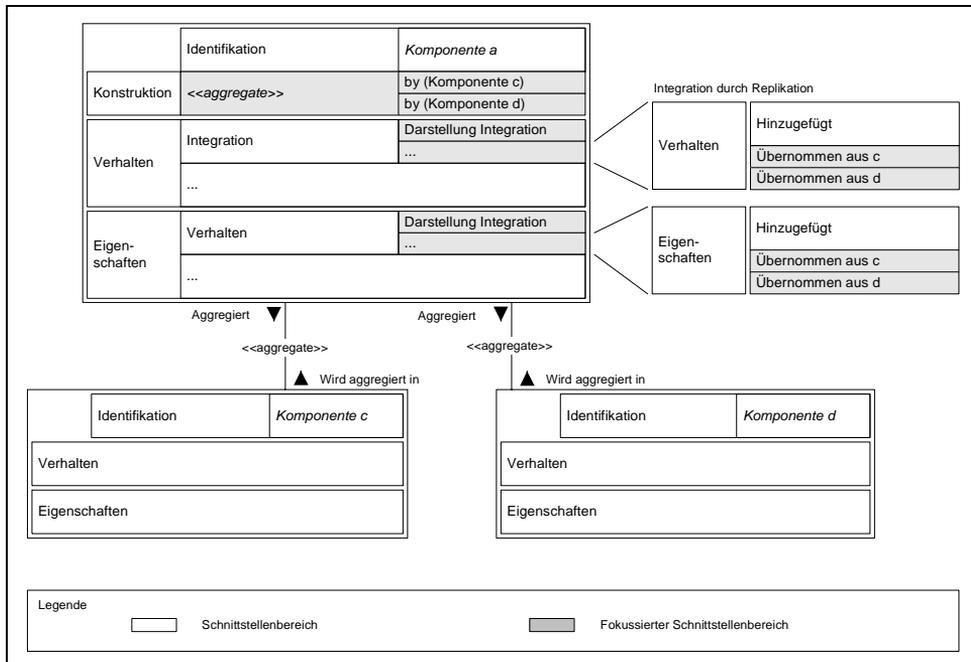


Abb. 103: Grundform der Aggregation zwischen RMK

Für die Schnittstellenspezifikation ist in Abb. 103 das Sprachkonstrukt <<Aggregate>> eingeführt worden, das sowohl die Relation als auch den Konstruktionstyp der mit der Aggregation erzeugten Komponente kennzeichnet. Die Beziehung ist jeweils *paarweise* ausgehend von sämtlichen Konstruktions-RMK zur Ergebnis-RMK zu speichern. Die Spezifikationen der Konstruktionstechnik sind vollständig in der Schnittstelle der Ergebnis-RMK vorzunehmen.⁹⁶⁷ Als Angaben im Darstellungsbereich sind hier der Konstruktions-

⁹⁶⁵ Durch die Verwendung des Referenzsprachkonstrukts <<config>> ist die Spezifikation der Referenz zudem *unabhängig* von der Darstellung der Sprachaussage, die es erweitert. So ist einerseits der Umfang der Spezifikation nicht durch den Darstellungsbereich verwendeter Symbole begrenzt und kann etwa bei Einsatz von CASE-Werkzeugen im technologiebezogenen Gestaltungsbereich auch ausgeblendet werden; andererseits kann auch in der Ergebnis-RMK eine an den neuen Kontext angepasste Bezeichnung verwendet werden.

⁹⁶⁶ Der Gegenstandsname ist nur dann anzugeben, wenn der Verweis innerhalb der gleichen RMK stattfindet. Die Angabe des Darstellungsnamens ist hingegen allgemein zu fordern, da das Sprachkonstrukt für die Referenz zwischen Darstellungen konzipiert ist.

⁹⁶⁷ Optional können zur Protokollierung Aufschreibungen über Aggregationsbeziehungen vorgenommen werden, in denen die RMK beteiligt war. Entsprechende Eintragungen können in einer Erweiterungssicht zum Lebenszyklus der RMK vorgenommen werden.

typ sowie die an der Aggregation beteiligten RMK zu verzeichnen. Für die Darstellungen zur Integration ist ein gesonderter Teilbereich in der inhaltsbezogenen Schnittstelle vorzusehen, da sie den Konstruktionsbeitrag der RMK darstellen. Die weiteren Spezifikationen sind entsprechend der speziellen Ausgestaltung der Aggregation vorzunehmen: Wird die Integration durch Replikation realisiert, sind die übernommenen Konstruktionsergebnisse gesondert zu verzeichnen; gleiches gilt für Inhalte, die über den Integrationsbedarf hinaus konstruiert werden.

Optional sind zusätzliche Spezifikationen der Aggregationsbeziehung anzubringen, die mit zunehmendem Beziehungsumfang zur Klarheit beitragen können. Im Konstruktionsbereich der aggregierten Komponente kann hierzu zusammenfassend notiert werden, welche Bestandteile aus welchen Komponenten genutzt werden.

Hinsichtlich der Konstruktionstechnik der Aggregation sind einige Besonderheiten hervorzuheben. Sie betreffen einerseits die für verteilte Modellsysteme entscheidende lose Kopplung und andererseits besondere Möglichkeiten der Wiederverwendung bei Aggregation abstrakter RMK sowie der Kombination mit anderen Konstruktionstechniken.

Lose Kopplungen: Da mit der Technik der Aggregation ein Zusammenschluss von RMK gegenüber einem übergeordneten Modellzweck erfolgt, jede einzelne RMK aber ihre uneingeschränkte *Eigenständigkeit* bewahrt, ermöglicht die Technik die Bildung loser Kopplungen. Die Komponenten werden hierzu in der Ergebnis-RMK gegenüber einem spezifischen Zweck gekapselt, indem sowohl die hierzu relevanten Verknüpfungen in den Darstellungen zur Integration hergestellt werden als auch der gemeinsam erfüllte Modellzweck über eine einheitliche Schnittstelle angeboten wird. Zugleich können einzelne Komponenten weitere Konstruktionsbeziehungen eingehen und somit einerseits zu vielfachen Zwecken mit unterschiedlichen RMK zusammengeschlossen werden als auch in einer der anderen Konstruktionstechniken verwendet werden. Durch lose Kopplungen ermöglicht die Aggregation somit die komponentenorientierte Konstruktion von Referenzmodellen nach dem Baukastenprinzip.

Aggregation auf Buildtime-Ebene: Auf Buildtime-Ebene bietet die Aggregation ein besonderes Potenzial zur Wiederverwendung strukturgleicher Konstruktionsergebnisse (z. B. Konto). Strukturmuster können hierzu als abstrakte RMK konstruiert werden, die in der Aggregation auch mehrfach – in unterschiedlichen Konkretisierungen – in eine Ergebnis-RMK eingehen. Hinsichtlich der Darstellung ist die Aggregationsbeziehung hierzu um Kardinalitäten zu erweitern. Besondere Formen der Wiederverwendung können darüber hinaus durch Berücksichtigung unterschiedlicher Konstruktionstechniken geschaffen werden, nach denen die Konkretisierung in der Aggregation erfolgt. Besonders geeignet ist eine Kombination mit der *Spezialisierung*, bei der die zu aggregierende Komponente als generelle Komponente auftritt, die im Zuge der Aggregation spezialisiert wird. Die vielfältigen Anpassungsmöglichkeiten der Spezialisierung ermöglichen dabei auch eine Änderung der wieder verwendeten Konstruktionsergebnisse, sodass etwa auch *Strukturanalogien* genutzt werden können.

Die Technik der Spezialisierung, die unter anderem die skizzierten Kombinationsmöglichkeiten mit der Technik der Aggregation bietet, ist nunmehr einzuführen.

6.1.2.2.3 Spezialisierung

Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehungen werden in der Informationsmodellierung bislang zumeist auf Sprachaussagen in Modelldarstellungen bezogen. In sichtenorientierten Ansätzen finden sie sich in der Datenmodellierung, in der sie, wie beispielsweise im *ER-Diagramm*, als besondere R-Typen zwischen E-Typen eingeführt werden. In der ob-

jektorientierten Programmierung begründen sie das Konzept der Vererbung und beziehen sich hier auf Klassen und deren Objekte. Darstellungstechniken der Informationsmodellierung, wie z. B. UML, bieten hierzu in *Klassendiagrammen*⁹⁶⁸ einen Vererbungsbeziehungstyp zwischen einer Basisklasse und einer spezialisierten Klasse.⁹⁶⁹ Zur Nutzung des Beziehungstyps zur Konstruktion von RMK sind hingegen Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehungen auf eine Sammlung von Modelldarstellungen anzuwenden, die nach dem Ordnungsrahmen der RMK strukturiert sind. Techniken zur Beschreibung von Generalisierungs- und Spezialisierungsbeziehungen zwischen Modelldarstellungen werden bislang insbesondere in Arbeiten von SCHWEGMANN, BERTRAM und LANG beschrieben.⁹⁷⁰

SCHWEGMANN differenziert zwischen Basis- und Erweiterungsmodellen, mit denen ebenfalls Sammlungen von Modelldarstellungen vorliegen.⁹⁷¹ Sie umfassen jeweils Elementarmodelle in den Sprachen des Klassendiagramms und des EPK-Diagramms, die nach dem Ansatz von LOOS/ALLWEYER miteinander verbunden sind.⁹⁷² Während *Basismodelle* die „elementaren Strukturen und Prozesse des Ausschnitts der Problemdomäne“⁹⁷³ enthalten, stützen sich *Erweiterungsmodelle* auf die dort beschriebenen Struktur- und Verhaltensmodelle und spezialisieren diese um eine Variante, die im Basismodell nicht berücksichtigt wurde. Das Erweiterungsmodell übernimmt alle Elementarmodelle des Basismodells als Anfangsbestand und verändert diese durch Ausblendungen, Änderungen und Ergänzungen.⁹⁷⁴ Eine Konkretisierung erfolgt durch Kombination des Ansatzes mit dem Konzept der Parametrisierung, wonach jedes modifizierte Konstrukt im Erweiterungsmodell mit einem Parameter zu versehen ist, über den eine variantenmerkmalspezifische Kennzeichnung von Änderungen vorgenommen wird. Sämtliche Erweiterungsmodelle und das Basismodell bilden als Partialmodelle *das* Gesamtmodell.

Die Übertragung des Ansatzes wird dadurch erschwert, dass er einerseits auf die verwendeten objektorientierten Sprachen und andererseits – obwohl eine Spezialisierung vorgenommen wird – auf ein Variantenmanagement mit geplanten Anpassungen zielt. Mit der

⁹⁶⁸ Es sei noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, dass hier nicht die Auffassung vertreten wird, Klassendiagramme nähmen eine reine Eigenschaftsbeschreibung vor. Hingegen beinhalten sie mit den Methodendeklarationen auch Verhaltensaspekte. Gleichwohl ist in der Untersuchung des State-of-the-Art der Referenzmodellierung herausgearbeitet worden, dass Klassendiagrammen in der objektorientierten Referenzmodellierung durchaus der Stellenwert einer eigenschaftsstrukturorientierten Beschreibung zukommt. Vgl. hierzu Kapitel 4.3.3.3 dieser Arbeit.

⁹⁶⁹ Vgl. Balzert, H. (2001), S. 15. Vgl. auch die Untersuchungen zum State-of-the-Art der Referenzmodellierung in Bezug auf objektorientierte Darstellungstechniken in Kapitel 4.3.3.3 dieser Arbeit.

⁹⁷⁰ Neben diesen Arbeiten sind weitere Auseinandersetzungen mit der Spezialisierung von Modellen zu nennen. Zu Prozessmodellen vgl. Müller-Luschnat, G., Hesse, W., Heydenreich, N. (1993), S. 82 ff., Kueng, P., Schrefl, M. (1995), S. 87 ff. Die hier getroffene Auswahl orientiert sich zum einen an dem Ausmaß der methodischen Ausarbeitung, zum anderen an ihrer Nähe zum Sprachprofil der Referenzmodellierung sowie – nicht zuletzt – dem Nutzenpotenzial für die hier vorzunehmende methodische Gestaltung für RMK.

⁹⁷¹ Vgl. hierzu im Folgenden Schwegmann, A. (1999), S. 150-165.

⁹⁷² In dem Ansatz bei LOOS/ALLWEYER wird die EPK um die Konstrukte des *Paktes*, der *Klasse* und des *Methodenaufrufs* erweitert, die jeweils an Funktionen geknüpft sind und hinsichtlich ihrer Kardinalitäten spezifiziert werden. Jeder Methodenaufwurf kann als EPK detailliert werden, jede Funktion wiederum ein oder mehrere Methoden aufrufen. Sind die Methoden zur Ausführung einer Funktion nicht näher zu spezifizieren, wird der Funktion die die Methode implementierende Klasse zugeordnet. Pakte wiederum gruppieren eine Menge von Klassen. Vgl. hierzu Loos, P., Allweyer, T. (1998), S. 9 ff. Ein anderer Ansatz zur Verbindung des EPK-Diagramms mit objektorientierten Darstellungstechniken wird von SCHEER/FELD/NÜTTGENS/ZIMMERMANN mit der oEPK vorgeschlagen. Vgl. Scheer, A.-W., Nüttgens, M., Zimmermann, V. (1997), S. 1 ff., Nüttgens, M., Feld, T., Zimmermann, V. (1997), S. 10 f., Nüttgens, M., Zimmermann, V. (1998), S. 7 f.

⁹⁷³ Schwegmann, A. (1999), S. 151.

⁹⁷⁴ SCHWEGMANN führt nur die *Erweiterung* und *Ausblendung* ein, vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 151. Änderungen werden erst bei der Vorstellung des Konzepts der Parametrisierung von Modellelementen zur Beschreibung von Modellspezialisierungen eingeführt und durch einen entsprechenden Operator kenntlich gemacht. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 155.

Parametrisierung geht zudem eine nicht unerhebliche Reduktion der Klarheit einher.⁹⁷⁵ Die für die Spezialisierung essenziellen Regeln werden kaum in einer Form eingeführt, um wieder verwendet werden zu können.⁹⁷⁶

BERTRAM konstruiert Verhaltensmodelle in Ablaufdiagrammen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen und berücksichtigt dabei sowohl Beziehungsmerkmale der *Generizität* als auch der *Generalisierung*. Der Aspekt der Generalisierung kommt darin zum Ausdruck, dass abstrakte Abläufe auf vergleichsweise hohem Abstraktionsniveau modelliert und zur Konkretisierung spezialisiert werden.⁹⁷⁷ Dieses Prinzip ist mit wechselndem fachlichen Bezug sowohl der Spezialisierung abstrakter Abläufe als auch der Nutzung allgemein anwendbarer Teilabläufe immanent.⁹⁷⁸ In beiden Konzepten sind für die Ableitung konkreter Abläufe abstrakte Abläufe auszuwählen und in diesen abstrakte durch konkrete Funktionen zu ersetzen sowie weitere Funktionen zu ergänzen. Löschungen sind nicht vorgesehen. Die *strukturelle* Übertragbarkeit auf die Spezialisierung von RMK ist begrenzt, da ausschließlich Verhaltensmodelle betrachtet werden, deren Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehung sich zwischen einzelnen Sprachaussagen niederschlägt. Die Explikation der für die Spezialisierung essenziellen darstellungstechnischen Regeln wird auch hier nicht vorgenommen. Demnach wird etwa *darstellungstechnisch* nicht zwischen abstrakten konkreten Funktionen differenziert. Der Ansatz von BERTRAM liefert jedoch ein Beispiel für eine Spezialisierung, die in Analogie zu Beziehungen zwischen Sprachaussagen (z. B. Klassen) hohe Freiheitsgrade hinsichtlich der möglichen Anpassung im speziellen Modell gewährt.

LANG behandelt in dem von ihm vorgestellten Konzept der Referenzprozessbausteine (RPB) auch deren Spezialisierung. In der von ihm verwendeten Terminologie „werden neue Klassen des Objekts RPB“⁹⁷⁹ gebildet, womit die „Attributsausprägungen eines RPB [...] auf eine neue Klasse ‚vererbt‘ und anschließend ‚spezialisiert‘, d. h. [...] geändert, gelöscht oder neu hinzugefügt“⁹⁸⁰ werden.⁹⁸¹ Zur Darstellung werden die für RPB eingeführten dreidimensionalen Rauten durch „gestrichelte“ Linien zur Spezialisierung/Varianten-

⁹⁷⁵ Zu diesem Ergebnis kommt auch SCHÜTTE bei der Beurteilung von Platzhaltern und der Variabilisierung von Kardinalitäten in Datenmodellen. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 257 u. S. 271 f. Beide Konzepte sind hinsichtlich ihrer Komplexität gegenüber der parametrisierten Modellspezialisierung als geringer einzustufen.

⁹⁷⁶ Etwa bleibt die Differenzierung zwischen Modelldeklaration auf Ebene der Inhalte und deren Darstellungen unbehandelt. Zwar beschreibt SCHWEGMANN, dass im Erweiterungsmodell weitere interne elementare Varianten abgebildet werden können, doch ist eine Variante nicht mit einem Elementarmodell gleichzusetzen, da die Variante gerade der Aspekt ist, „um den“ das Erweiterungsmodell das Basismodell „spezialisiert“. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 151. Eine Illustration zur Erweiterung eines Basismodells durch ein Erweiterungsmodell lässt aber einen zusätzlichen Prozessstrang im Erweiterungsmodell erkennen. Vgl. Schwegmann, A. (1999). Wegen der Vereinigung der Modelle fehlt auch eine Schnittstelle, die hierzu zum Einsatz kommen könnte.

⁹⁷⁷ Vgl. im Folgenden Bertram, M. (1996), S. 89 ff.

⁹⁷⁸ Während bei abstrakten Abläufen „ganze“ Geschäftsprozesse betrachtet werden, sind innerhalb der Abläufe mehrere Teilabläufe auszumachen. Als weiteres Abstraktionskonzept führt BERTRAM Ablaufschablonen ein, die unabhängig von fachlichen Inhalten sind und in die Funktionen einzusetzen sind, die spezifischen Bedingungen genügen. Zur Vorstellung der einzelnen Ansätze vgl. Bertram, M. (1996), S. 87-97. Derartige Beziehungen werden in der mit dieser Arbeit verfolgten Terminologie als *Generizitäts-/Instanzierungsbeziehung* bezeichnet. Vgl. hierzu die Grundlagen im modellbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens der Gestaltung von Konstruktionsprozessen in Kapitel 3.3.3.2 dieser Arbeit.

⁹⁷⁹ Lang, K. (1997), S. 51.

⁹⁸⁰ Lang, K. (1997), S. 51.

⁹⁸¹ Anzumerken ist, dass LANG für seine Arbeit auf die Gültigkeit der Terminologie objektorientierter Systementwicklung hinweist. Auch wird eine explizite Übertragung der Objektorientierung auf die RPB-Modellierung vorgenommen. Vgl. Lang, K. (1997), S. 48 ff. Zugleich wird die Spezialisierung auch mit der Variantenbildung synonym verwendet. Vgl. Lang, K. (1997), S. 52.

bildung in hierarchischer Struktur angeordnet.⁹⁸² Eine weitere Konkretisierung der Darstellungstechnik wird nicht vorgenommen. Zu konstatieren bleibt die dem Vorschlag immanente Vorgehensweise, eine Initialisierung des speziellen Modells durch die Darstellung des generellen Modells vorzunehmen sowie für dieses uneingeschränkte Veränderungsmöglichkeiten zu bieten.

Die in den angrenzenden Arbeiten erkannten Merkmale von Spezialisierungen werden hier auf Basis des im modellbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens erarbeiteten allgemeinen Begriffs von Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehungen konsolidiert:

*Die Konstruktionstechnik der **Spezialisierung** ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Ergebnis-RMK S aus der generellen Komponente G abgeleitet wird, wobei in S sämtliche in G gebotenen Konstruktionsergebnisse verfügbar sind und erweitert sowie in Grenzen geändert werden können.*

Der Begriff der Spezialisierung bildet die Grundlage zur darstellungstechnischen Konkretisierung der Technik, die im Folgenden im konzeptionellen und repräsentationellen Aspekt vorgenommen wird.

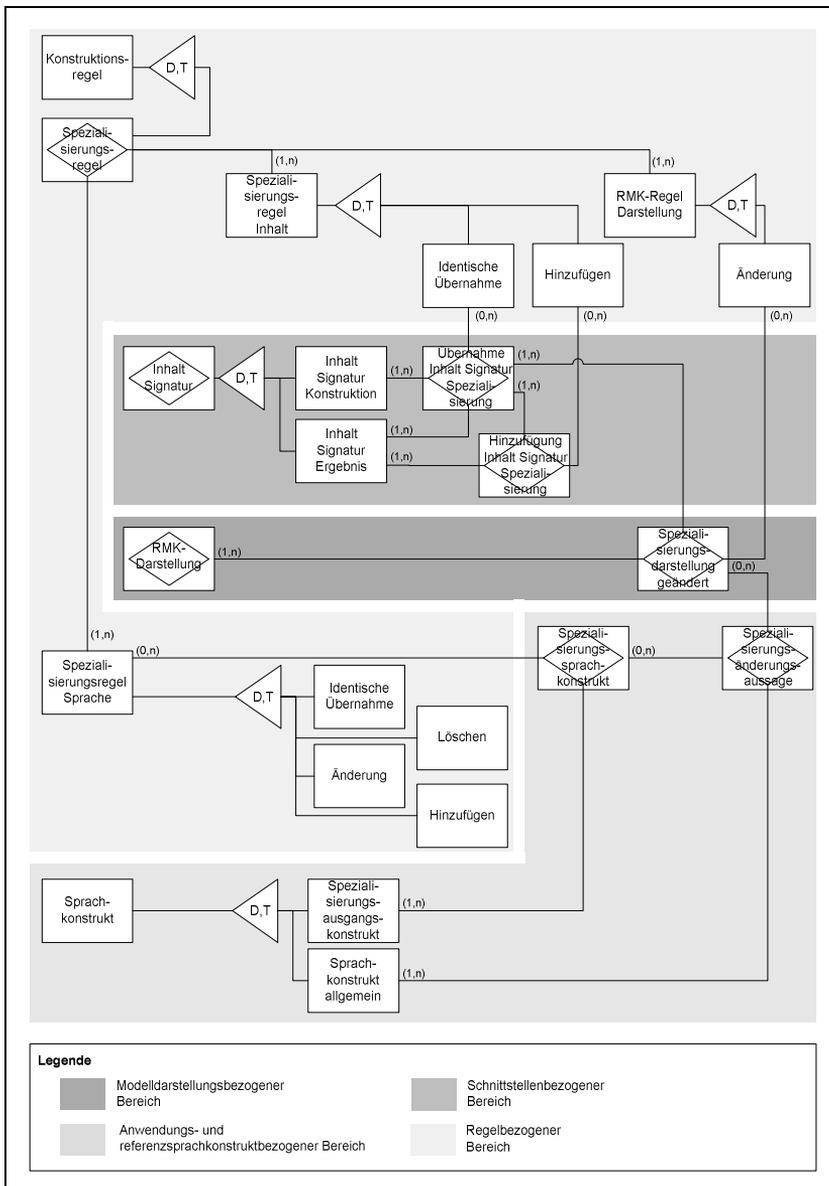
Gestaltungen des konzeptionellen Aspekts der Spezialisierung

Die aus dem Begriff der Konstruktionstechnik der Spezialisierung abzuleitenden Konsequenzen für die konzeptionelle Sprachgestaltung sind in dem in Abb. 104 dargestellten Metamodell konkretisiert worden und anschließend zu erörtern:

Unter Berücksichtigung der Abstraktionsebenen im Ordnungsrahmen der RMK sind die Merkmale der Spezialisierungsbeziehung auf die inhaltsbezogene Schnittstelle zu übertragen. Demnach sind in der Ergebnis-RMK die Signaturen der generellen RMK zu übernehmen (Übernahme Inhalt Signatur Spezialisierung), die um zusätzliche Signaturen erweitert werden können (Hinzufügung Inhalt Signatur Spezialisierung). Änderungen erfolgen – in der Terminologie der Objektorientierung –, indem die *geerbten* Inhalte *überschrieben* werden. Hierzu werden in der Ergebnis-RMK neue Darstellungen zu den übernommenen Signaturen angefertigt (Spezialisierungsdarstellung geändert).

Die Gestaltungsfreiheit auf Ebene der Sprachaussagen ist technisch nicht begrenzt und kann neben Hinzufügungen und Änderungen insbesondere auch *Löschungen* umfassen. Gegenüber der objektorientierten Programmierung kann in Referenzmodellen aufgrund des verfolgten Whiteboxprinzips ein Interesse bestehen, die in der Ergebnis-RMK vorgenommenen Änderungen von Aussagen gegenüber der Konstruktions-RMK zu dokumentieren (Spezialisierungsänderungsaussage). Hierzu sind Referenzsprachkonstrukte einzuführen, mit denen relevante Änderungen ausgesagt werden können (Spezialisierungssprachkonstrukt).

⁹⁸² Vgl. Lang, K. (1997), S. 52.

Abb. 104: Metamodell zur Konstruktionstechnik der Spezialisierung⁹⁸³

Zur Anwendung der Spezialisierung sind für die Referenzsprachkonstrukte sowie die Schnittstellenspezifikation zusätzliche Repräsentationsformen einzuführen.

⁹⁸³ Das Metamodell zur Konstruktionstechnik der Spezialisierung ist ausgehend von einem Strukturmuster für Metamodelle zu Konstruktionsbeziehungen erstellt worden. Zur Einführung des Strukturmusters sowie den allgemein zugrunde liegenden Annahmen vgl. Kapitel 6.1.2.1.3 dieser Arbeit. Auf folgende Aspekte sei gesondert hingewiesen: Auf Ebene der Darstellungen werden lediglich die Darstellungen aufgeführt, in denen Änderungen der Sprachaussagen vorgenommen werden (Spezialisierungsdarstellung geändert), da nur aus ihnen Konsequenzen für die Darstellungstechnik auf Ebene der Sprachkonstrukte erwächst (Spezialisierung-Sprachkonstrukt). Analog existieren Darstellungen zu hinzugefügten und übernommenen Inhalts-signaturen.

Gestaltungen des repräsentationellen Aspekts der Spezialisierung

Um einerseits den Aufwand der Dokumentation gering zu halten und andererseits die Gestaltungsfreiräume des Konstrukteurs nicht zu stark einzuschränken, ist es vorteilhaft, von einer separaten Erfassung sämtlicher Veränderungen zwischen den Darstellungen der Konstruktions- und Ergebnis-RMK abzusehen. Hingegen sind Repräsentationsformen für Referenzsprachkonstrukte einzuführen, die es ermöglichen, Änderungen unmittelbar in der Darstellung der Ergebnis-RMK kenntlich zu machen. Wird die Übernahme eines Sprachkonstrukts als Standard angesehen, kann die Anzahl der zu beschreibenden Zustände auf die *Hinzufügung* und *Änderung* reduziert werden.⁹⁸⁴

Mit steigendem Umfang struktureller Änderungen sowie kombinierter Löschungen, Änderungen und Hinzufügungen stößt die darstellungstechnische Behandlung von Anpassungen auf Ebene von Sprachaussagen jedoch an Grenzen der Ausdrucksmöglichkeit.⁹⁸⁵ Die Sprachkonstrukte sind daher optional einzuführen und situationspezifisch zu verwenden. Da die Änderungen stets in Darstellungen zu dokumentieren sind, die aus Spezialisierungsbeziehungen übernommen werden, können die Sprachkonstrukte als Zusicherungen eingeführt werden. Die Symbole werden in Abb. 105 erklärt.⁹⁸⁶ In EBNF folgt:

Spezifikation in EBNF:

```

Spezialisierungskennung ::= `<<specialize>>`
InterfaceKennung ::= `<<interface>>`
ÄnderungsSprachkonstrukt ::= [ `#{#}` | `+{}` ]

```

Beispiel:

```

ÖffentlicheAusschreibung.AngeboteEinhohlen (in:
Bedarfsprofil.Ausschreibung; out: Angebotskopf, Angebotsposition) {#}

```

Legende

#	Änderung
+	Hinzufügungen

Abb. 105: Notation zur Spezifikation von Spezialisierungsbeziehungen

Für die Kennzeichnung der Spezialisierungstechnik auf Ebene der Schnittstelle ist in Abb. 105 die Spezialisierungskennung <<specialize>> eingeführt worden. Sie kennzeichnet sowohl die Beziehung zwischen beiden RMK als auch den Konstruktionstyp der Ergebnis-RMK. Ebenso wie bei der Technik der Aggregation sind auch hier in der Konstruktions-RMK weder konstruktionspezifische Gestaltungen noch Schnittstellenangaben vorzuneh-

⁹⁸⁴ Insgesamt wären vier Zustände zu berücksichtigen, nach denen Sprachaussagen *übernommen*, *geändert*, *hinzugefügt* oder *gelöscht* sein können.

⁹⁸⁵ In diesen Fällen kann entweder – wie in der objektorientierten Programmierung – von einer Dokumentation abgesehen werden oder sie erfolgt unter Einsatz dezidierteter Techniken der Variantenbildung. Zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten bestehen im technologiebezogenen Aspekt. Hier können etwa in CASE-Werkzeugen Zustandsveränderungen von Modellen dokumentiert werden.

⁹⁸⁶ Die Symbole werden in Anlehnung an die von SCHWEGMANN eingeführte Notation verwendet. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 155, der allerdings auch ein Minuszeichen für Löschungen einführt. Die Darstellung orientiert sich an der Abbildung von Varianten in der industriellen Produktion mithilfe von \pm -Stückliste. Vgl. Kurbel, K. (1993), S. 89 ff.

men.⁹⁸⁷ Die Ergebnis-Komponente ist mit dem Konstruktionstyp `<<specialize>>` zu kennzeichnen. Auf separate Darstellungen zur Beschreibung der Konstruktion kann verzichtet werden, wenn in der inhaltsbezogenen Schnittstelle eine Strukturierung der Verzeichnisbereiche in *übernommene*, *geänderte* und *hinzugefügte* Signaturen vorgenommen wird. Die Einbindung der Darstellungen ist in Abhängigkeit der verwendeten Technik zur Integration der RMK vorzunehmen: In der Ergebnis-RMK sind nur dann sämtliche Darstellungen vorzuhalten, sofern die Integration per Replikation vorgenommen wird. Der Reinform der Spezialisierung – im Sinne des Vererbungskonzepts der Objektorientierung – entspricht allerdings die Integration durch Referenz, in der die Ergebnis-RMK die Darstellungen nicht selbst „implementiert“, sondern die der Konstruktions-RMK nutzt. In diesem Fall werden lediglich die geänderten und hinzugefügten Darstellungen in der Ergebnis-RMK gespeichert.

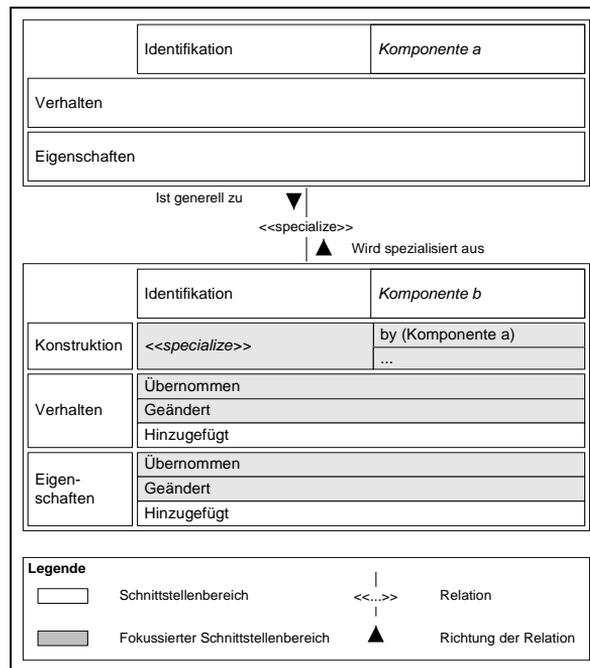


Abb. 106: Schnittstellenspezifikation der Grundform einer Spezialisierungsbeziehung

Für die Spezialisierungstechnik sind einige besondere Aspekte hervorzuheben. Sie betreffen Fragen der Konsistenz zwischen genereller und spezieller RMK sowie besonderer Formen der Spezialisierung.

Widerspruchsfreiheit: Hinsichtlich Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehungen zwischen Modellen werden in der Literatur Fragen der *Widerspruchsfreiheit* diskutiert.⁹⁸⁸ In

⁹⁸⁷ Auch die Vergabe eines Konstruktionstyps `<<general>>` ist nicht vorzunehmen, da dieser potenziell an sämtlichen Komponenten anzubringen wäre. Optional kann – wie in der Aggregation ausgeführt – die Anzahl eingegangener Beziehungen für eine lebenszyklusspezifische Betrachtung protokolliert werden.

⁹⁸⁸ Vgl. insbesondere die Darstellung bei SCHWEGMANN, der die von KUENG/SCHREFL aufgestellte Forderung nach Widerspruchsfreiheit zwischen einem „allgemeinen und spezialisierten“ Modell diskutiert. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 155, Kueng, P., Schrefl, M. (1995), S. 90. Eine Spezialisierung eines Verhaltensdiagramms sei dann widerspruchsfrei, wenn aus jeder gültigen Folge von Prozesszuständen der Subklasse eine gültige Folge von Prozesszuständen der Superklasse entstehe. SCHWEGMANN weist darauf hin, dass die Forderung nach Widerspruchsfreiheit für Erweiterungsmodelle in der Referenzmodellierung nicht sinnvoll sei und begründet dies mit den betriebswirtschaftlichen Unterschieden, die zwischen Varianten bestehen können. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 155.

der Konstruktionstechnik der Spezialisierung von RMK werden Widersprüche vermieden, da die Ergebnis-RMK die identischen Inhaltsdeklarationen der Konstruktions-RMK übernimmt: Einerseits behandelt sie damit – zumindest teilweise – den gleichen Gegenstand; andererseits werden die Änderungen der Darstellungen auf den durch die Signatur gegebenen Rahmen begrenzt. Die Konsistenz zwischen den *übernommenen* und *hinzugefügten* Inhaltsdeklarationen ist im Zuge der Integration der Komponente zu sichern. Erfordert der Modellzweck darüber hinausgehende Änderungen, die zu einem Widerspruch zwischen genereller und spezieller RMK führen würden, ist von der Anwendung der Spezialisierung abzusehen und die Einsatzmöglichkeit anderer Konstruktionstechniken zu prüfen.

Bezeichnungssubstitution: Zur Nutzung von Strukturanalogien durch die Spezialisierungstechnik besteht der Bedarf, in der speziellen RMK von Bezeichnungen der generellen RMK zu abstrahieren. Hierzu wird eingeführt, dass im Konstruktionsbereich der Schnittstelle der speziellen RMK Bezeichnungen der generellen RMK als *Variablen* deklariert und mit neuen Werten belegt werden können, die im Zuge der Spezialisierung ersetzt werden. Gegenüber den in der Konfiguration eingeführten Regeln sind diese Variablen in der Konstruktions-RMK nicht gesondert kenntlich zu machen und können zudem in der Ergebnis-RMK frei belegt werden.⁹⁸⁹ Innerhalb der speziellen RMK können Stellen, an denen Ersetzungen von Bezeichnungen vorgenommen wurden, mit dem Änderungssprachkonstrukt durch das Symbol {#} markiert werden. Als Beispiel werden von der in Abb. 107 dargestellten Komponente c Bezeichnungen der RMK b als Variablen interpretiert und geändert. Anhand der abstrakten RMK a (<<abstract>>) wird die Verwendung der anschließend einzuführenden Interface-RMK veranschaulicht.

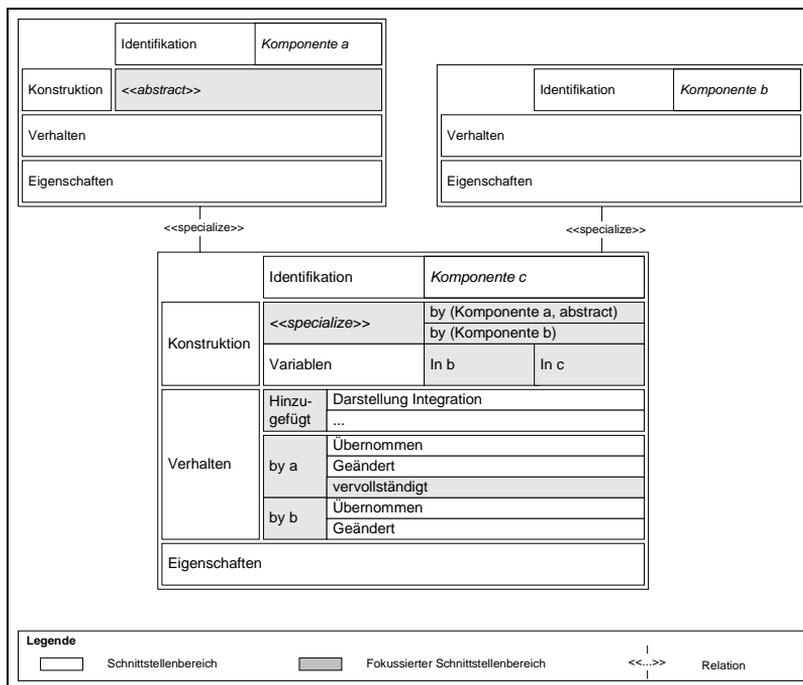


Abb. 107: Mehrfachvererbung mit abstrakter RMK und Bezeichnungssubstitution

⁹⁸⁹ Die Verwendung von Variablen in Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehungen ist im Anwendungsbeispiel in der generellen Komponente Maßnahmenfindung und den speziellen Komponenten Maßnahmenausführungsfindung und Maßnahmentypenfindung angewendet worden.

Mehrfachvererbung: Die Technik der Spezialisierung kann auf den Einsatz mehrerer Konstruktions-RMK ausgeweitet werden. Nach dem Prinzip der sog. Mehrfachvererbung übernimmt die Ergebnis-RMK dabei Konstruktionsergebnisse mehrerer RMK. Die sich hiermit stellenden Anforderungen an die Konsistenzsicherung zwischen den übernommenen Konstruktionsergebnissen können in der Referenzmodellierung – gegenüber der objektorientierten Programmierung – vergleichsweise leichter beherrscht werden, da sich keine Laufzeitanforderungen stellen. Wird die Integration per Referenz realisiert, können Abstimmungen z. B. durch die für die Aggregation entwickelte Technik vorgenommen werden (Darstellung Integration). Wird die Integration per Replikation vorgenommen und die Referenz aufgegeben, kann darüber hinaus durch die Mehrfachvererbung ein Anfangsbestand an Konstruktionsergebnissen geschaffen werden, der im Konstruktionsprozess individuell weiterentwickelt wird.

Interface-RMK: Als besondere abstrakte RMK können *Interfaces* gebildet werden, die lediglich hinsichtlich ihrer gegenstands- und inhaltsbezogenen Schnittstelle spezifiziert sind – deren Darstellung hingegen vollständig offen bleibt. Werden solche Interface-RMK als generelle Komponenten in Spezialisierungen verwendet, werden für Ergebnis-RMK Spektren von Inhalten festgelegt, die souverän ausgestaltet werden können. Da lediglich Signaturen übergeben werden, können mehrere Interface-RMK flexibel kombiniert werden, ohne dass sich Konsistenzprobleme zwischen einzelnen Sprachaussagen stellen würden. Insofern eignen sie sich auch dazu, die für einzelne Rollen von RMK erforderlichen Eigenschaften und Verhaltensweisen zu standardisieren, zugleich aber Freiheitsgrade hinsichtlich ihrer spezifischen Ausgestaltung zu gewähren. Wegen ihrer besonderen Bedeutung sind Interface-RMK hinsichtlich ihres Konstruktionstyps mit der Kennung <<interface>> zu versehen.

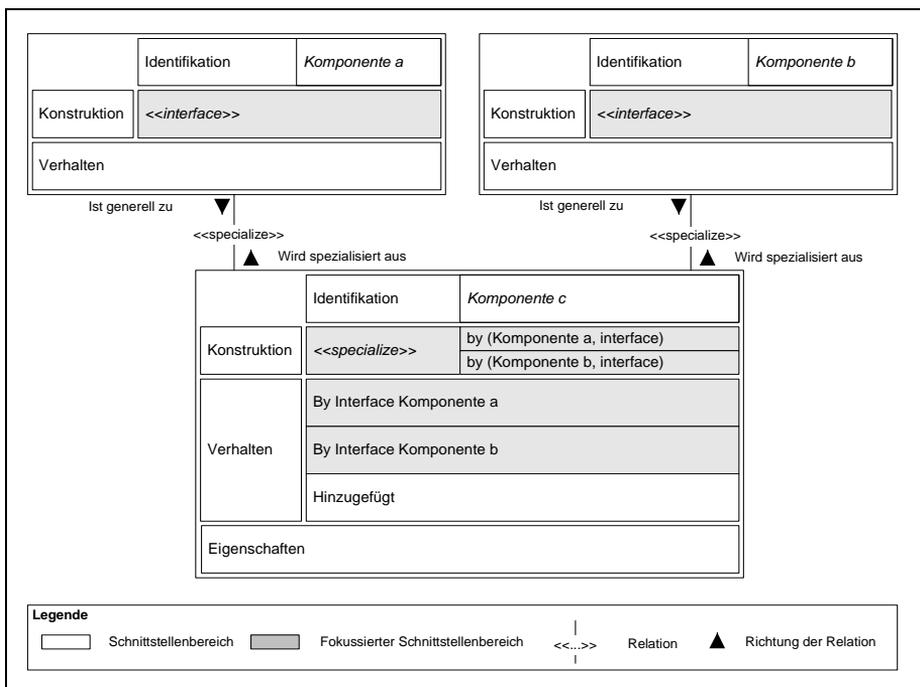


Abb. 108: Spezialisierung mit Interface RMK

6.1.2.2.4 Instanziierung

Während Generizitäts- und Instanziierungsbeziehungen in Darstellungstechniken zur Informationsmodellierung eher unüblich sind und insbesondere im State-of-the-Art der Referenzmodellierung keine Konstrukte zur Darstellung derartiger Beziehungen existieren, wird in vielen Ansätzen betont, generische Strukturen vorzusehen. Im relevanten Umfeld der vorzunehmenden Gestaltung liegen Arbeiten von SCHÜTTE, BERTRAM, REMME und LOOS vor.⁹⁹⁰

SCHÜTTE beschreibt *Prozessbausteine*, denen er *generischen* Charakter zuspricht.⁹⁹¹ Darstellungstechnisch werden hierzu konfigurative Konstruktionsprinzipien des EPK-Platzhalters und des EPK-Buildtime-Operators kombiniert, sodass der durch die Operatoren eingeschlossene Konfigurationsbereich vervielfältigt wird. In jedem sich ergebenden Strang wird der Platzhalter durch eine andere Ausprägung ersetzt, wobei die Ersetzungsregeln nicht expliziert werden.⁹⁹² Eine Behandlung der für Generizitäts-/Instanziierungsbeziehungen typischen Konstruktionsmerkmale, die zur Entwicklung der Konstruktionstechnik genutzt werden könnte, ist dem Beitrag nicht zu entnehmen.

BERTRAM behandelt abstrakte und konkrete Prozesse und schließt dabei mit sog. Ablaufschablonen auch Aspekte der Generizität ein. Sie bestehen darin, dass in den Schablonen dezidierte Stellen als abstrakte Funktionen vorgesehen sind, die nicht etwa durch spezielle Funktionen, sondern durch eine beliebige Funktion ersetzt werden, die den in der Schablone modellierten *Rahmenbedingungen* genügt.⁹⁹³ Der Ansatz folgt damit der allgemein eingeführten Vorstellung einer Generizitäts-/Instanziierungsbeziehung, kann jedoch durch die Bindung an die Ablaufschablonen sowie die geringe darstellungstechnische Konkretisierung die hier verfolgten Zwecke nicht erfüllen.

REMME entwickelt einen Ansatz, mit dem Prozessmodelle zur Essenz einer Organisation durch fortlaufende Gestaltungsentscheidungen (Montage von Prozesspartikeln) in ein anwendungsspezifisches Prozessmodell angepasst werden können.⁹⁹⁴ Zwar wird hiermit originär eine Form der Variantenbildung zur Ableitung organisationspezifischer Prozessmodelle vorgestellt, womit der Ansatz auf die Konzeption von Verhaltensmodellen begrenzt ist, doch weist das zugrunde liegende darstellungstechnische Konzept Züge einer Generizitäts-/Instanziierungsbeziehung auf. Sie bestehen darin, dass Prozessmodelle als Rahmen konzipiert werden, in dem dezidierte Stellen für die Einbettung spezifischer Strukturen vorgesehen werden.⁹⁹⁵ Anders als bei dem hier für die Instanziierung geschaffenen Verständnis werden jedoch keine separat gestalteten Konstruktionsergebnisse eingebettet, sondern eine freie Anpassung vorgenommen, in der Buildtime-Operatoren, Platzhalter und Kardinalitäten genutzt werden. In dieser Hinsicht herrscht der Charakter einer Konfiguration vor, die jedoch wiederum nicht planmäßig erfolgt, sondern – ähnlich einer Spezialisierung – durch konstruktive Anpassungen zur Konstruktionszeit des Anwendungsmodells.

Der Ansatz von LOOS kommt den hier herrschenden Anforderungen am nächsten. In seinem Konzept für die Adaption operativer Informationssysteme beschreibt er *generische Strukturen*, die mit Geschäftsprozessmodellen *instanziiert* werden.⁹⁹⁶ Hierzu werden stati-

⁹⁹⁰ Vgl. die im Folgenden zitierten Quellen.

⁹⁹¹ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 257 ff.

⁹⁹² Vgl. insbesondere das Beispiel bei Schütte, R. (1998), S. 259.

⁹⁹³ Vgl. Bertram, M. (1996), S. 94.

⁹⁹⁴ Vgl. Remme, M. (1997). Zum Vorgehensmodell vgl. Remme, M. (1997), S. 198 ff.

⁹⁹⁵ Vgl. Remme, M. (1995), S. 966-968, Remme, M., Scheer, A.-W. (1996), S. 9-12, Remme, M. (1997), S. 115-117, Scheer, A.-W. (1998), S. 130.

⁹⁹⁶ Vgl. Loos, P. (Generisch) (1996), S. 163.

sche und dynamische Aspekte von Prozessesstrukturen als generische Strukturen in ER-Diagrammen beschrieben. Diese geben das Grundgerüst der Modelle und verfügen über generische und nicht generische Elemente. Bei der Instanziierung sind nicht generische Elemente zu übernehmen und generische zu konkretisieren. Hierzu sind Instanzierungsregeln und Integritätsbedingungen anzugeben. Der Ansatz entspricht grundsätzlich der auch hier verfolgten Bedeutung der Generizität. Er umfasst sowohl Verhaltens- als auch Eigenschaftsmodelle und betont die Bereitstellung von Grundstrukturen, die eine Adaption durch Einfügungen ermöglichen.⁹⁹⁷ Mit der Differenzierung generischer und nicht generischer Elemente sowie der Angabe von Instanzierungsregeln liegen auch Ansätze einer darstellungstechnischen Konkretisierung vor. Allerdings führt der spezifische von LOOS verfolgte Fokus zu einer begrenzten Übertragbarkeit auf die hier zu entwickelnde Konstruktionstechnik. Die generischen Strukturen beschreiben die für Instanzierungen erforderlichen Klassen von Informationsobjekten und deren Strukturen und sind daher mit Referenzmetamodellen zu vergleichen. Besonders deutlich wird dieses hinsichtlich der generischen Strukturen zur Ablaufsteuerung, die unter Verwendung von ER-Diagrammen erfolgt. Nicht intendiert ist die Erweiterung der Modellierungsmethode um Konstrukte der generischen Strukturierung von Modellen. Entsprechend erfolgt auch keine Kennzeichnung generischer gegenüber nicht generischen Elementen im generischen Modell. Die Instanziierung bietet keinen Mechanismus zur Einbettung wieder zu verwendender Modelle in generischen Elementen eines Modells. Instanzierungsregeln sind vielmehr als Konfigurationen des Referenzmetamodells zu interpretieren.⁹⁹⁸

Da keiner der Ansätze den hier herrschenden Anforderungen gerecht wird, ist eine Konstruktionstechnik der Instanziierung nach dem hier verfolgten darstellungstechnischen Konzept zu entwickeln. Die Grundlage hierzu bildet ein Begriff der Instanziierung, der von der Bedeutung der im konzeptionellen Bezugsrahmen eingeführten Generalisierungs-/Spezialisierungsbeziehungen abgeleitet wird und zur Konkretisierung wesentliche Merkmale der oben vorgestellten Ansätze berücksichtigt.

*Die Konstruktionstechnik der **Instanziierung** ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Ergebnis-RMK l durch Einbettung von Konstruktionsergebnissen einer oder mehrerer Konstruktions-RMK e in hierfür vorgesehene generische Stellen einer Konstruktions-RMK G konstruiert wird, womit l über die integrierten Konstruktionsergebnisse von e in G verfügt.*

Die Konstruktionstechnik ist im Folgenden hinsichtlich der Gestaltungen im konzeptionellen und repräsentationellen Aspekt einzuführen.

Gestaltungen des konzeptionellen Aspekts der Instanziierung

Entsprechend dem Begriff der Instanziierung sind an dem Konstruktionsprozess zumindest *drei* RMK beteiligt: eine generische Komponente G , eine oder mehrere einzubettende Komponenten e und eine instanziierte Komponente l . Dabei wird l aus den Konstruktions-RMK G und e erzeugt, indem e zur Konkretisierung in G eingebettet wird. Mit der Technik der Instanziierung wird somit eine Wiederverwendung in zweifacher Hinsicht ermöglicht: Zum einen werden mit generellen Komponenten – ähnlich der Spezialisierung – abstrakte Beschreibungen in verschiedenen Anwendungen genutzt; zum anderen wird mit der einzubettenden RMK eine Wiederverwendung der zur Konkretisierung verwendeten Konstruktionsergebnisse betrieben. Die für eine derartige Konstruktionstechnik der Instanziierung von RMK vorzusehende Gestaltung des konzeptionellen Aspekts wird mit dem Metamodell in Abb. 109 strukturiert und nachfolgend vorgestellt.

⁹⁹⁷ Vgl. Loos, P. (Generisch) (1996), S. 166.

⁹⁹⁸ Dieses steht auch im Einklang mit der Nähe, die LOOS zwischen den Konstruktionsprinzipien der Konfigurierung und den generischen Strukturen sieht. Vgl. Loos, P. (Generisch) (1996), S. 166.

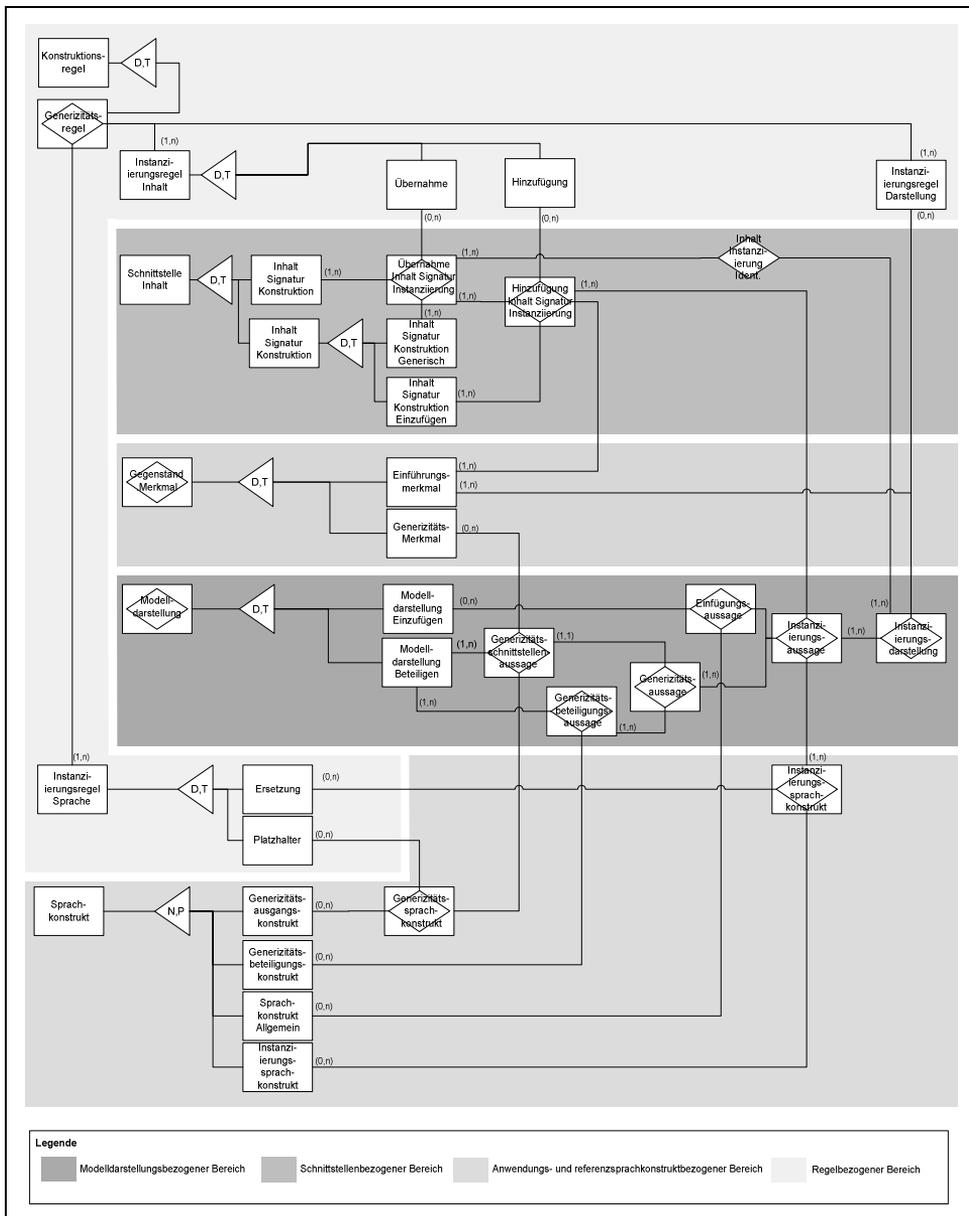


Abb. 109: Metamodel zur Konstruktionstechnik der Instanziierung⁹⁹⁹

Mit der generischen RMK liegt ein Referenzmodell vor, das gegenüber einem Modellzweck in der Breite abgeschlossen entwickelt ist, in der Tiefe allerdings von Details einzelner Konstruktionsaspekte *explizit* abstrahiert. Die Explikation kommt darin zum Ausdruck, dass in den Darstellungen der RMK *generische* Konstruktionsaussagen getroffen werden (Generizitätsaussage), in denen abstrakte Teilaussagen als „Platzhalter“ vorgese-

⁹⁹⁹ Das Metamodel zur Konstruktionstechnik der Instanziierung ist ausgehend von einem Strukturmuster für Metamodelle zu Konstruktionsbeziehungen erstellt worden. Zur Einführung des Strukturmusters sowie den allgemein zugrunde liegenden Annahmen vgl. Kapitel 6.1.2.1.3 dieser Arbeit.

hen sind. Diese Platzhalter liefern somit *Schnittstellen*, in denen detaillierende Aussagen eingesetzt werden können, die aus verschiedenen einzufügenden RMK stammen können. Die unterschiedlichen Situationen, die sich hinsichtlich der Einbettung für Eigenschafts- und Verhaltensmodelle stellen, sind entsprechend denen bei den Anmerkungen zur Aggregation zu bewerten. Die Zusammenhänge werden in Abb. 110 für den problematischeren Fall der Eigenschaftsmodelle anhand eines Beispiels demonstriert und anschließend vertieft.

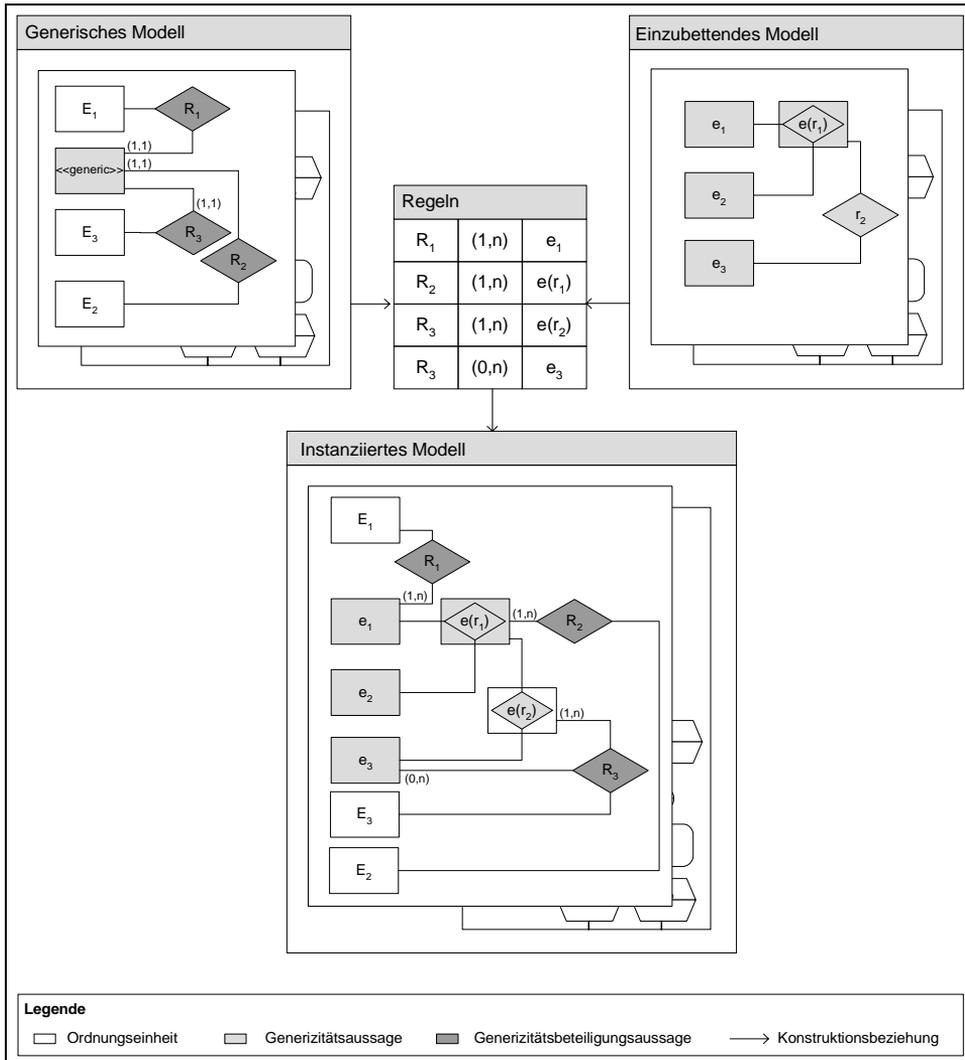


Abb. 110: Beispiel zur Instanziierung mit Einbettung eines ER-Diagramms

Um die Flexibilität der Verwendung generischer Aussagen zu erhöhen, kann ein Referenzsprachkonstrukt eingeführt werden (Generizitätssprachkonstrukt), mit dem beliebige Standardkonstrukte (Generizitätsausgangskonstrukt) um die Ausdrucksmöglichkeit erweitert werden, die mit ihnen getroffenen Teilaussagen als einen solchen Platzhalter zu kenn-

zeichnen (Generizitätsschnittstellenaussage).¹⁰⁰⁰ Die Spezifikation der Schnittstelle erfolgt somit unmittelbar in der Darstellung selbst und ist durch sämtliche Aussagen gegeben, die zu der entsprechend gekennzeichneten Aussage in Beziehung stehen (Generizitätsbeteiligungsaussage).

Da sich die Generizität einer RMK einerseits hinsichtlich eines Aspekts nicht auf eine einzige generische Aussage zu konzentrieren hat und andererseits auch mehrere Aspekte zu behandeln sein können, wird zur Strukturierung der Aussagen ein Generizitätsmerkmal eingeführt.¹⁰⁰¹ Die Ausprägungen dieses Merkmals kennzeichnen jeweils einen *Aspekt*, hinsichtlich dessen die RMK generisch ist, sodass auch jede Generizitätsaussage in entsprechender Relation zu erfassen ist.

In einzufügenden Komponenten sind hingegen keine konstruktionsspezifischen Spracherweiterungen vorzunehmen, womit – in darstellungstechnischer Hinsicht – beliebige RMK zum Einsatz kommen können. Inhaltlich enthalten sie Aussagen, die zur Konkretisierung in Darstellungen der generischen RMK einzusetzen sind (Einfügungsaussage). Werden RMK für ein komponentenorientiertes Modellsystem planmäßig entwickelt, können Cluster von Aussagen, die typischerweise zur Konkretisierung generischer Aussagen eingesetzt werden, in separaten Darstellungen gebündelt werden, sodass mit der Instanziierung jeweils eine Aussage durch eine Darstellung ersetzt wird. Da die einzubettenden Aussagen auch über mehrere Darstellungen verteilt sein können, wird ein Einfügungsmerkmal eingesetzt. Anhand der Ausprägung dieses Merkmals können Aussagen über mehrere Darstellungen hinweg verdichtet werden.

In der instanziierten RMK werden relevante Signaturen der generischen und der einzufügenden Komponente zur Verfügung gestellt und ihre Aussagen (unter Berücksichtigung von Instanzierungsregeln) miteinander verknüpft. Während die Signaturen der generischen RMK *vollständig* zu übernehmen sind (Übernahme Inhalt Signatur Instanziierung), werden aus der einzufügenden RMK gerade diejenigen ergänzt, die benötigt werden, um den durch die Ausprägung des Einführungsmerkmals gekennzeichneten Konstruktionsaspekt zu erfüllen (Hinzufügung Inhalt Signatur Instanziierung). Neben Signaturen zu Darstellungen, die die einzubettenden Aussagen selbst enthalten, sind hierzu sämtliche Signaturen hinzuzuziehen, die Aussagen beinhalten, die zu deren Ausführung erforderlich sind. Entsprechend des Qualitätsstandards, RMK gegenüber der Systemtechnik vollständig zu beschreiben, sind damit regelmäßig abgeschlossene Einheiten aus verhaltens- und eigenschaftsbezogenen Signaturen zu übernehmen. Auch wenn sich die Ersetzung nur auf eine der beiden Standardsichten bezieht, sind somit die für dessen Ausführung benötigten Konstruktionsergebnisse der jeweils anderen Sicht ebenfalls hinzuzufügen.

Zur Verknüpfung der Konstruktionsergebnisse sind in der instanziierten RMK die Einfügungsaussagen anstelle der Generizitätsschnittstelle einzusetzen. Hierzu sind Relationen zwischen den Generizitätsaussagen und Einfügungsaussagen herzustellen, in denen spezifiziert wird, wie die Beziehungen, die die Beteiligungsaussagen gegenüber der Schnittstelle eingehen, auf die einzelnen Einfügungsaussagen zu übertragen sind (Instanzierungsaussagen). Zur Darstellung ist ein Instanzierungssprachkonstrukt bereitzustellen, mit dem die beschriebene Zuordnung vorgenommen werden kann. Mit diesem Konstrukt werden sämtliche Aussagen, die zur Einbettung einer RMK zur Konkretisierung eines generischen Aspekts benötigt werden, in einer Instanzierungsdarstellung dokumentiert.

¹⁰⁰⁰ Generische RMK sind somit besondere abstrakte RMK, deren „Unvollständigkeit“ auch allein in einzelnen Sprachausagen bestehen kann.

¹⁰⁰¹ Das Verfahren ist von der Merkmalssteuerung der Konfiguration zu unterscheiden, bei der mehrere Merkmale in einem Profil zusammenzustellen sind, in dem die einzelnen Ausprägungen Aussagen zu Teilkonstruktionen verdichten, die mit der Konfiguration gerade als spezielle Umsetzung des Konfigurationsaspekts zusammengestellt werden.

Für die Anwendung der Instanziierung sind für die eingeführten Referenzsprachkonstrukte sowie die Schnittstellenspezifikation zusätzliche Repräsentationsformen einzuführen.

Gestaltungen des repräsentationellen Aspekts der Instanziierung

Für die Gestaltung des repräsentationellen Aspekts der Instanziierungstechnik wird die allgemeine Kennung <<generic>> eingeführt. In Abb. 111 wird sie im Zusammenhang mit weiteren relevanten Spezifikationen erklärt, die nunmehr vorgestellt werden.

Spezifikation in EBNF:

```

Generizitätssprachkonstrukt ::= GenerizitätssprachkonstruktSchlüssel

GenerizitätssprachkonstruktSchlüssel ::= GenerizitätsKennung
    ^ ( ^ GenerizitätsschnittstellenaussageBezeichnung ^ ) ^

GenerizitätsKennung ::= ^ <<generic>> ^

GenerizitätssprachkonstruktDeskriptor ::= ^ { ^ AussageBezeichnung ^ } ^

Instanziierungskennung ::= ^ <<instance>> ^

```

Beispiel:

```

<<generic>> (Zielsystem)

```

Legende

generic	Kennzeichnung des Generizitätssprachkonstrukts
instance	Kennzeichnung des Instanziierungssprachkonstrukts

Abb. 111: Spezifikation von Repräsentationsformen der Referenzsprachkonstrukte zur Instanziierung¹⁰⁰²

Spezielle Repräsentationsformen sind zur Kennzeichnung von Generizitätsschnittstellen (Generizitätssprachkonstrukt) sowie zur Verknüpfung der Einfügungs- und Generizitätsaussagen (Instanziierungssprachkonstrukt) zu entwickeln. Zur Repräsentation des Generizitätssprachkonstrukts wird die Kennung <<generic>> verwendet, die dem Ausgangskonstrukt anzufügen und durch eine eindeutige Bezeichnung zu spezifizieren ist.¹⁰⁰³ Weitere Bezeichnungen sind für die Beteiligungsaussagen zu vergeben, die der Schnittstelle zugeordnet sind (Generizitätsbeteiligungsaussage). Um einerseits ihre Zugehörigkeit zur Schnittstelle zu symbolisieren und andererseits ihre lokale – und damit von der Schnittstelle entfernte – Bezeichnung zu ermöglichen, werden sie als Zusicherungen eingeführt (GenerizitätssprachkonstruktDeskriptor).

Als Instanziierungssprachkonstrukt kann eine besondere Konstruktionsmatrix – die Instanziierungsmatrix – entwickelt werden. Für die Erklärung des Strukturmusters wird hier vereinfachend davon ausgegangen, dass sie verwendet wird, um eine generische RMK in einem Aspekt durch Einfügung von Aussagen *einer* Ausprägung des Einfügensmerkmals

¹⁰⁰² Aufgrund der Struktur analogie gegenüber den anderen Sprachkonstrukten ist der Generizitätssprachkonstrukt Schlüssel aufgenommen worden, obwohl kein Deskriptor folgt. Die Aussagebezeichnung wird integriert verwendet und ist in der Spezifikation der Aggregationstechnik eingeführt worden.

¹⁰⁰³ Die zusätzliche Vergabe einer Bezeichnung ist notwendig, sofern in dem erweiterten Sprachkonstrukt keine Bezeichnung vorgesehen ist. Darüber hinaus ermöglicht sie die präzisere Bezeichnung von Aussagen durch die in der RMK verwendeten Punktnotation, die eine eindeutige Referenzierung von Generizitätsschnittstellen auch zwischen mehreren Modellen gewährleistet.

zu konkretisieren. Für die Hinzunahme von Merkmalsausprägungen ist die Struktur entsprechend des Musters auszubauen. Auf diese Weise können beispielsweise mehrere generische Aspekte oder mehrere Zusammenfassungen von Einbettungsaussagen – auch aus unterschiedlichen einzubettenden RMK – berücksichtigt werden. Die Grundstruktur wird in Abb. 112 dargestellt.

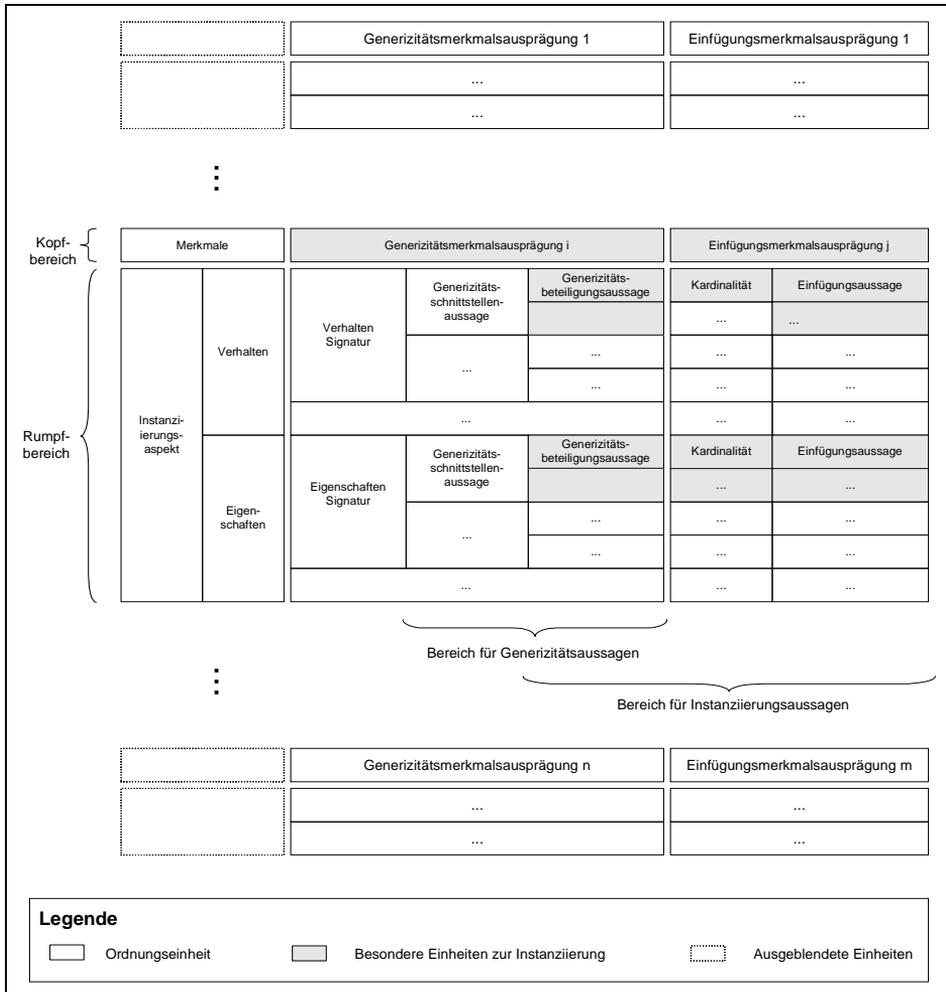


Abb. 112: Strukturmuster der Instanziierungsmatrix

Die Struktur der Matrix differenziert in einen Kopf- und Rumpfbereich. Im Kopfbereich wird die zu beschreibende Instanziierung durch Angabe der relevanten Ausprägungskombination des Generizitäts- und Einfügungsmerkmals gekennzeichnet. Die Ausprägungen beider Merkmalstypen bilden zugleich eine zweiseitige Struktur des Rumpfbereichs, in dem die zu verknüpfenden Generizitäts- und Einfügungsaussagen der jeweiligen Merkmalsausprägungen gegenübergestellt werden. Die Zeilenbildung entspricht der Struktur der inhaltsbezogenen Schnittstelle, die aus der generischen RMK zu übernehmen ist.¹⁰⁰⁴

¹⁰⁰⁴ Dabei sind sämtliche Verzeichnissbereiche einzublenden, in denen Signaturen zu Darstellungen aufgeführt sind, in denen generische Aussagen getroffen werden. Da sämtliche Generizitätsschnittstellenaussagen und Generizitätsbeteiligungsaussagen identifiziert sowie einer Merkmalsausprägung zugeordnet sind und die von

Ausgehend von dieser Vorstrukturierung ist zu jeder Signatur einer Darstellung, in der generische Aussagen getroffen werden, zumindest eine Zeile je Relation einer Generizitätschnittstellenaussage zu der ihr zugeordneten Beteiligungsaussage einzurichten.

Welches Sprachkonstrukt die Rolle des Beteiligungssprachkonstrukts einnimmt, ist unter Berücksichtigung der vorliegenden Anwendungssprache zu entscheiden. Während es in der Konfiguration (Optionalität der Logik) wegen der erforderlichen Spezifikation günstig ist, unmittelbar benachbarte Konstrukte – in Graphen insbesondere auch Kanten – als Beteiligungskonstrukte anzusehen, erhöht es hier die Klarheit, stattdessen die über Kanten zu erreichenden Knoten zu verwenden.

Die Abarbeitung der Matrix erfolgt zeilenweise, indem zu jeder Beteiligungsaussage zumindest eine Einführungsaussage anzugeben ist, die – gegenüber der Beteiligungsaussage – „an die Stelle“ der Schnittstellenaussage tritt. Dies bedeutet, dass die Einfügungsaussage zu bestimmen ist, auf die die in der generischen RMK zwischen Beteiligungs- und Schnittstellenaussage bestehende Relation in der instanziierten RMK zu übertragen ist, wobei auch mehrere Einfügungsaussagen angegeben werden können.

Da auch die Beteiligungshäufigkeit einer Einfügungsaussage an Relationen zur Beteiligungsaussage von dem in der generischen Aussage dokumentierten Fall – zwischen Schnittstellen- und Beteiligungsaussage – abweichen kann, ist zudem eine Kardinalität für die Zuordnung einzutragen. Diese Kardinalität ist von den in einzelnen Darstellungen potenziell existierenden Kardinalitäten abzugrenzen, da sie auf einer höheren Buildtime-Ebene liegt. In der instanziierten RMK sind beide Kardinalitäten gegeneinander aufzulösen, sodass z. B. aus einer 1:1-Kardinalität in der generischen Aussage und einer 1:n-Kardinalität in der Konstruktionsmatrix eine 1:n-Kardinalität folgt. Zu beachten ist, dass entsprechende Unterschiede in den Beteiligungshäufigkeiten auch dann vorliegen können, wenn in der Ausgangssprache keine Kardinalitäten existieren. Folglich können insbesondere in Verhaltensmodellen Unterschiede hinsichtlich der mit einer Instanz (z. B. Prozessinstanz) verarbeiteten Zustandsmenge vorliegen, obwohl Kardinalitäten nicht zum Standardsprachumfang zählen.¹⁰⁰⁵

Zu berücksichtigen ist auch, dass Beziehungen zwischen Einführungsaussagen und *anderen* Aussagen bestehen, die nicht durch Relation zur Generizitätsaussage als Beteiligungsaussagen zu identifizieren sind („spin over“). Für derartige Wirkungsbeziehungen ist die Instanzierungsmatrix um einen Zeilenbereich für *sonstige Entsprechungen* zu erweitern. Anzumerken ist allerdings, dass in dieser Situation keine Instanzierung in Reinform vorliegt, für die das generische Modell derart zu konstruieren ist, dass sämtliche Wirkungsbeziehungen über Schnittstellenaussagen *expliziert* und somit generische Aspekte entsprechend *gekapselt* werden.

Zur Darstellung der Instanzierung wird auf Ebene der Schnittstellen die Kennung <<instance>> verwendet, die die eingeführte Dreierbeziehung zwischen einer generischen, einer einzubettenden und einer instanziierten RMK repräsentiert. Hinsichtlich der Spezifikation der einzelnen Schnittstellen stellt sich die Frage, wie die in der Instanzierungsmatrix erfassten Angaben zu übertragen sind: Einerseits liefern sie die Zuordnung der beteiligten RMK und sind damit konzeptionell gerade in der Relation zwischen den RMK zu positionieren; andererseits sind zur Förderung der Eigenständigkeit der RMK sämtliche Spezifikationen in Schnittstellen vorzunehmen. Zur Lösung dieses Zuordnungsproblems

ihnen eingegangenen Relationen der Anwendungssprache erhalten bleiben, kann der Strukturbereich der Instanzierungsmatrix in einem automatisierten Verarbeitungsprozess erzeugt werden. Bei entsprechenden Gestaltungen im technologiebezogenen Gestaltungsbereich kann die Matrix daher vorgestaltet und auch bei Variationen der generischen Aussagen aktuell gehalten werden.

¹⁰⁰⁵ Zur Verwendung von Kardinalitäten in EPK-Diagrammen vgl. Schütte, R. (1998), S. 286, Remme, M. (1997), S. 116.

kann die Instanzierungsmatrix in die in Abb. 112 eingezeichneten zwei Bereiche gegliedert werden. Der Bereich für Generizitätsaussagen ist von der generischen RMK zu veröffentlichen, da er die von ihr gebotenen Möglichkeiten zur Instanzierung deklariert. Der Bereich für Instanzierungsaussagen beschreibt hingegen die Verknüpfung der Einbettungsaussagen mit den Generizitätsaussagen für *eine* Instanzierung und ist damit in der erzeugten Ergebnis-RMK zu verzeichnen.¹⁰⁰⁶ Die aus dieser Aufteilung resultierenden Schnittstellenspezifikationen werden in Abb. 113 veranschaulicht und anschließend erklärt.

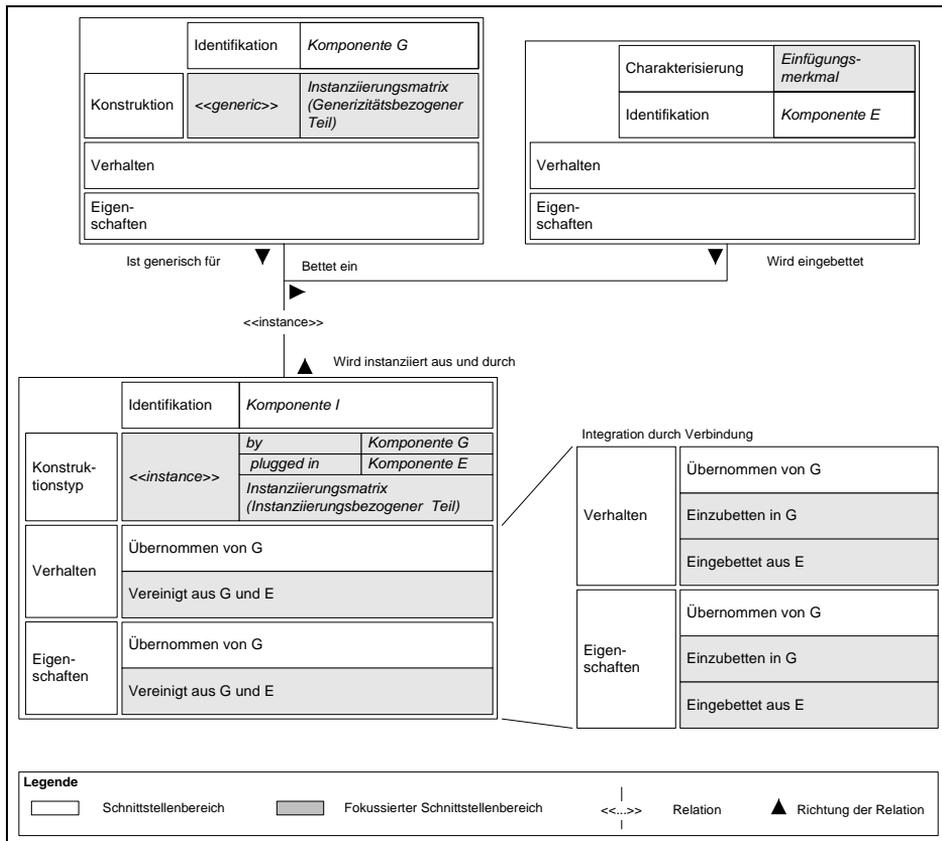


Abb. 113: Schnittstellenspezifikation der Grundform einer Instanzierungsbeziehung

Die generische Komponente ist mit dem Konstruktionstyp <<generic>> zu kennzeichnen und als Konstruktionsdarstellung durch den Bereich der Generizitätsaussagen der Instanzierungsmatrix zu beschreiben. Zur Charakterisierung der Komponente hinsichtlich der Aspekte, zu denen sie generisch gestaltet ist, sind in den gegenstandsbezogenen Schnittstellenbereich ihre Generizitätsmerkmale mit den zutreffenden Merkmalausprägungen aufzunehmen. Eine entsprechende Beschreibung ist in der Schnittstelle der einzubettenden Komponente vorzunehmen, in der durch die Ausprägungen des Einfügungsmerkmals charakterisiert wird, welche Aspekte durch die RMK konkretisiert werden. In der instanziierten Komponente sind im Konstruktionsbereich zur Kennzeichnung der Typ <<instance>>

¹⁰⁰⁶ Um die Klarheit der Darstellung des instanzierungsbezogenen Teils zu erhöhen, kann hier auch die vollständige Instanzierungsmatrix verzeichnet werden. Sie führt somit ergänzend die Struktur des Rumpfbereichs mit.

sowie sämtliche beteiligten Konstruktions-RMK in ihren jeweiligen Rollen zu spezifizieren. Als Konstruktionsdarstellung ist entsprechend der Aufteilungsregel der Bereich der Instanzierungsaussagen aus der Instanzierungsmatrix zu verzeichnen. Im inhaltsbezogenen Schnittstellenbereich können die Signaturen hinsichtlich ihrer Bedeutung im Konstruktionsprozess gekennzeichnet werden. So sind z. B. Signaturen separat zu verzeichnen, die zwar aus der generischen RMK übernommen werden, in deren Darstellungen jedoch keine Generalitätsaussagen enthalten sind. Weitere Strukturierungen sind unter Berücksichtigung der gewählten Technik zur Integration der übernommenen Inhalte vorzunehmen. Bleibt die Eigenständigkeit der Darstellungen beider Konstruktions-RMK erhalten, da sie beispielsweise per Referenz bereitgestellt werden, sind Bereiche für Signaturen von Darstellungen mit generischen und einzufügenden Aussagen getrennt zu verzeichnen. Werden die Instanzierungsaussagen hingegen auf Ebene der Modelldarstellungen aufgelöst und somit die Generalitätsbeteiligungs- und Einfügenderaussagen in Darstellungen vereinigt, ist die Einteilung entsprechend auf zwei Verzeichnisbereiche zu reduzieren.

Sonderformen

Die Beziehungsmerkmale zeigen, dass generische Systeme zu jeweils spezifischen Generalitätsmerkmalen mehrfach instanziiert werden können. Je nachdem, ob die Instanzierungen hierbei nacheinander oder in einem Schritt ausgeführt werden, können Mehrfachinstanzierungen in vertikaler und horizontaler Richtung unterschieden werden.

- (1) **Vertikale Mehrfachinstanzierungen:** Bei vertikalen Mehrfachinstanzierungen werden Instanzierungen in aufeinander folgenden Schritten vorgenommen. Hierzu übernimmt die instanziierte Komponente auch Generalitätsaussagen, die noch nicht konkretisiert worden sind. Da diese Komponente somit in weiteren Konstruktionsprozessen als generische Komponente auftritt, sind ihr zugleich die relevanten Schnittstellenspezifikationen zu übertragen.
- (2) **Horizontale Mehrfachinstanzierungen:** In horizontalen Mehrfachinstanzierungen beteiligen sich mehr als eine einzufügende Komponente, die die generische RMK hinsichtlich verschiedener Aspekte konkretisieren. In der instanziierten Komponente gehen sie jeweils über eigene Instanzierungsaussagen in die – konzeptionell gemeinsame – Instanzierungsmatrix ein und sind der Typbezeichnung mit dem Schlüsselwort „plugged in“ anzuschließen.

6.1.2.2.5 Analogiekonstruktion

Unter dem Begriff der *musterorientierten* Entwicklung (pattern-oriented design) wird im Software Engineering verstärkt auf das Potenzial der systematischen Ausnutzung von Analogiebeziehungen in Konstruktionsprozessen hingewiesen. Die Besonderheit dieses Ansatzes besteht darin, nicht auf die *Formalisierung* von Konstruktionsbeziehungen zwischen Modellen zu zielen, sondern vielmehr die in Mustern dokumentierten Konstruktionserfahrungen der Akteure per Analogieschluss auf situative Konstruktionsprozesse zu übertragen.¹⁰⁰⁷

Die Literatur zu Mustern konzentriert sich im gegenwärtigen Stand stark auf die Vorstellung von Mustern in Musterkatalogen. Hervorzuheben ist die Sammlung von GAMMA ET AL., die Muster für die Phase des Softwareentwurfs (Design Patterns) liefert und als

¹⁰⁰⁷ Die Prinzipien der Analogiekonstruktion sind im modellbezogenen Aspekt des konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 3.3.3.2 dieser Arbeit.

Grundlage der Musterorientierung einzustufen ist („Gamma-Muster“).¹⁰⁰⁸ Zunehmend werden Muster auch für die Analysephase der Entwicklung von betriebswirtschaftlichen Anwendungssystemen vorgeschlagen, wie insbesondere die im San Francisco-Projekt entstandenen Muster.¹⁰⁰⁹ Der gegenwärtig erreichte Bestand an Sammlungen ist durchaus heterogen. Beispielsweise werden auch Anti-Patterns vorgeschlagen, die negative Erfahrungen dokumentieren, um Gefahrenquellen in Konstruktionsprozessen zu erkennen.¹⁰¹⁰ Auch existieren Muster, die Erfahrungswissen zu speziellen Arbeitsgebieten in natürlichsprachlicher Form strukturiert dokumentieren (z. B. zu der Organisationsystemgestaltung).¹⁰¹¹

Im Zuge der Entwicklung von Musterkatalogen werden in der Literatur zudem Formen der Strukturierung und Beschreibung von Mustern behandelt, die sich für die Analogiekonstruktion als günstig erweisen. Die dort herausgestellten Gestaltungsempfehlungen sind im hier entwickelten Ansatz bereits dem Ordnungsrahmen der RMK immanent. So wird durch die modellzweckspezifische Kapselung der Referenzmodelle und deren merkmalsgestützte Beschreibung im relevanten Kontext das Auffinden von Konstruktionsergebnissen als Ausgangspunkt der analogen Gestaltung unterstützt. Die Fortsetzung der Schichtung im Innenverhältnis der RMK führt zudem auf eine einerseits vollständige und andererseits erweiterbare Beschreibung der Problemlösung. Jede Komponente erfüllt somit die Voraussetzungen, als Muster den Ausgangspunkt einer Analogiekonstruktion zu bilden.

Die Technik, nach der Muster anzuwenden sind, wird dabei entsprechend der „Musterbewegung“ nicht standardisiert. Als Ausgangspunkt der weiteren Gestaltung wird daher der im konzeptionellen Bezugsrahmen eingeführte allgemeine Begriff von Analogiebeziehungen zugrunde gelegt, nach dem die Analogiekonstruktion wie folgt zu charakterisieren ist:

Die Analogiekonstruktion ist dadurch gekennzeichnet, dass sich ein Konstrukteur bei der Konstruktion einer Ergebnis-RMK a derart an einer Konstruktions-RMK A orientiert, dass er die Konstruktionsergebnisse beider RMK hinsichtlich eines spezifischen Aspekts als übereinstimmend wahrnimmt.

Die Analogiekonstruktion unterscheidet sich damit von den anderen Techniken, da die Konstruktionsbeziehung hier in einer durch den Konstrukteur wahrgenommenen Ähnlichkeit besteht, eine Verknüpfung von Aussagen einzelner Darstellungen hingegen nicht beabsichtigt wird. Gleichwohl kommt ihr in prozessorientierter Sichtweise der Stellenwert einer Konstruktionstechnik zu. Aus diesem Grund wird sie nunmehr hinsichtlich der konzeptionellen und repräsentationellen Gestaltung eingeführt.

Gestaltungen des konzeptionellen Aspekts der Analogiekonstruktion

In dem in Abb. 114 dargestellten Metamodell werden die wesentlichen Strukturmerkmale der Konstruktionstechnik dargestellt, die im Weiteren zu erläutern sind: Da in der Analogiekonstruktion von der Formalisierung der Konstruktionsbeziehungen abgesehen wird, ist in der Darstellungstechnik keine differenzierte Dokumentation von Änderungen vorzusehen (Übernahme Analog). Die Konstruktionsergebnisse können in unterschiedlichen Aspekten der RMK zu lokalisieren sein und dabei auch subjektiv verschieden und über mehrerer Verzeichnisbereiche hinweg wahrgenommen werden (RMK-Aspekt). Ebenso können

¹⁰⁰⁸ Vgl. Gamma, E. et al. (1996), S. 85-378. Zu weiteren Musterkatalogen zur Designphase vgl. z. B. Rising, L. (2000), Buschmann, F. et al. (1996) sowie die Beiträge zu „Pattern Languages of Program Design“ von Coplien, J. O., Schmidt, D. C. (Hrsg.) (1995), Vliissides, J. M., Coplien, J. O., Kerth, N. L. (Hrsg.) (1996), Martin, R., Riehle, D., Buschmann, F. (Hrsg.) (1997). Auch werden Muster auf Ebene der Implementierung vorgestellt. Zur Programmiersprache JAVA vgl. z. B. Felleisen, M., Friedmann, D. P. (1997).

¹⁰⁰⁹ Vgl. Carey, J., Carlson, B., Graser, T. (2000). Zu Analysemustern vgl. auch Fowler, M. (1999), S. 19 ff.

¹⁰¹⁰ Vgl. die Sammlung bei Brown, W. et al. (1998).

¹⁰¹¹ Vgl. Blanco, M., Gutierrez, P., Satriani, G. (2001), S. 28 ff., Cockburn, A. (1997).

die im Rahmen der Konstruktion vollzogenen Änderungen gegenüber der Konstruktions-RMK kombinierte Abwandlungen, Ergänzungen und Löschungen umfassen (Analogie Regel).

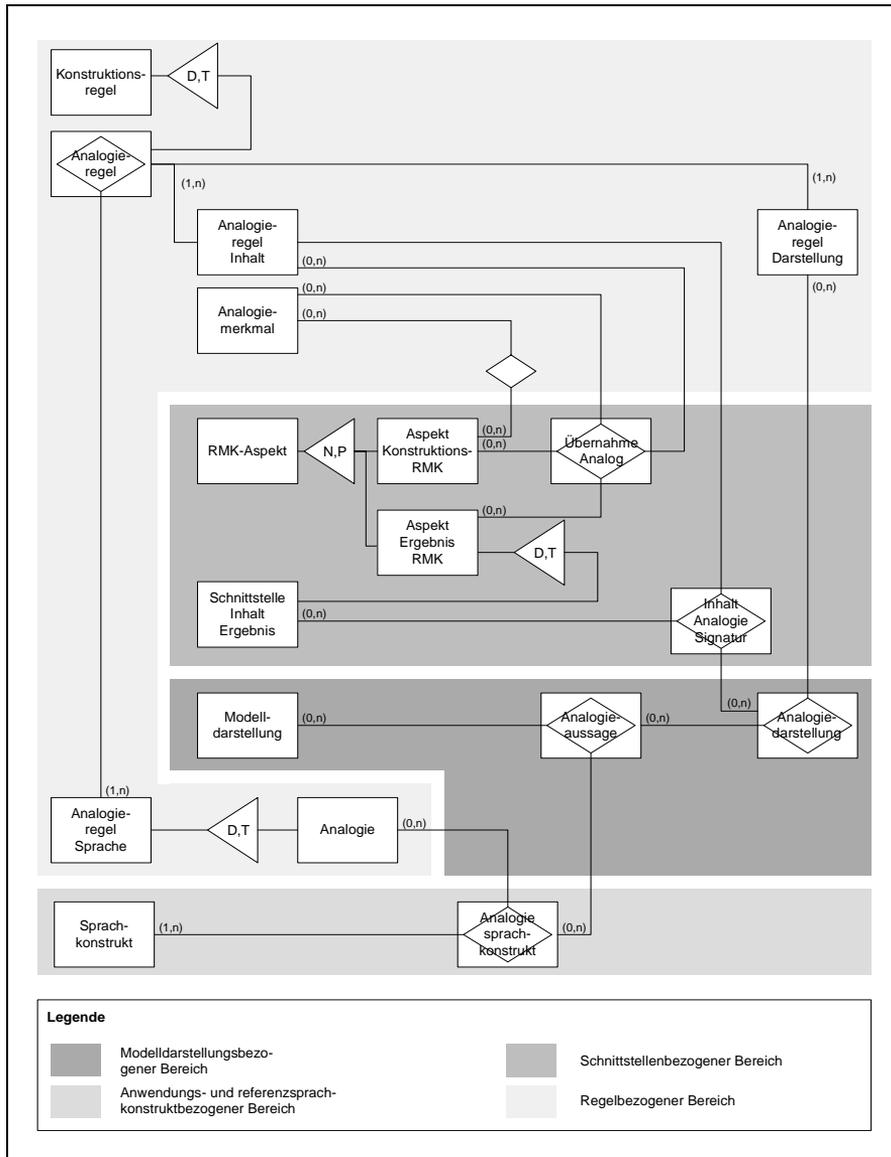


Abb. 114: Metamodell zur Konstruktionstechnik der Analogiekonstruktion¹⁰¹²

Die Konstruktionstechnik ist somit auf einer höheren Abstraktionsebene zu gestalten, auf der ein „Gedächtnis“ über die einer Konstruktion zugrunde liegenden Analogiebeziehungen zu schaffen ist. Hierzu ist zu erfassen, gegenüber welchen Komponenten eine RMK

¹⁰¹² Das Metamodell zur Konstruktionstechnik der Analogiekonstruktion ist ausgehend von einem Strukturmuster für Metamodelle zu Konstruktionsbeziehungen erstellt worden. Zur Einführung des Strukturmusters sowie den allgemein zugrunde liegenden Annahmen vgl. Kapitel 6.1.2.1.3 dieser Arbeit.

hinsichtlich welcher Aspekte analog gestaltet ist (Übernahme Analog). Zur Operationalisierung des Aspekts wird – im Sinne des allgemeinen Begriffs von Analogiebeziehungen – ein Analogiemerkmal eingeführt, dessen Ausprägung jeweils einen solchen Aspekt beschreibt (z. B. Verhaltensstruktur). Da die Analogie subjektiv wahrgenommen wird, sind die Merkmale grundsätzlich unabhängig von Merkmalen der RMK, stehen jedoch mit den gegenstands-, inhalts- und darstellungsbezogenen Merkmalen der Konstruktions-RMK in Verbindung, da sie gerade die übernommenen Beiträge charakterisieren.

Zur ausführlicheren Erklärung einzelner Analogiebeziehungen sind optional dezidierte Modelldarstellungen zu erzeugen, die der inhaltsbezogenen Schnittstelle der Ergebnis-RMK anzufügen sind (Analogiedarstellung). In Ausnahmen der allgemeinen Regel können mit Analogiesprachkonstrukten ergänzend einzelne Änderungen zwischen Teilkonstruktionsergebnissen selektiv expliziert werden. Zugleich ist hiermit aber auch die Möglichkeit gegeben, eine Erklärung anzubringen, die von einzelnen Konstrukten der RMK emanzipiert ist und somit auf die konstruktionszweckspezifisch wahrgenommene Analogiebeziehung zugeschnitten werden kann. Zusätzliche Repräsentationsformen sind hinsichtlich der Schnittstellenspezifikation einzuführen.

Gestaltungen des repräsentationellen Aspekts der Analogiekonstruktion

Zur Kennzeichnung der Analogiekonstruktion wird die Kennung <<pattern>> eingeführt, die zugleich den in der Ergebnis-RMK zu vermerkenden Konstruktionstyp liefert.¹⁰¹³ Als Konstruktions-RMK können Analogien sowohl gegenüber abstrakten als auch konkreten Komponenten bestehen. Die planmäßige Musterentwicklung führt zwar tendenziell auf abstrakte Konstruktionsergebnisse, da aber jede einzelne RMK die strukturellen Voraussetzungen eines Musters erfüllt, können in Konstruktionsprozessen auch Analogien zu konkreten Komponenten genutzt werden (by example). In der in Abb. 115 vorgestellten Schnittstellenspezifikation wird der Fall einer mehrfachen Analogiekonstruktion demonstriert, in der sowohl eine abstrakte als auch eine konkrete RMK beteiligt sind.

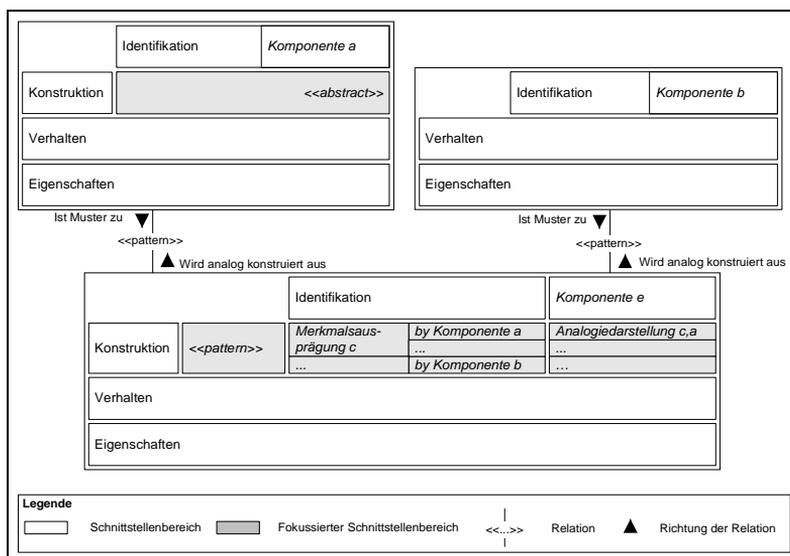


Abb. 115: Schnittstellenspezifikation einer mehrfachen Muster-Analogiebeziehung mit abstrakter Komponente und Anpassungsspezifikation

¹⁰¹³ Da keine weiteren Spezifikationen vorzunehmen sind, wird von einer separaten Einführung der Kennung <<pattern>> in EBNF abgesehen.

In der Darstellungstechnik ist zu berücksichtigen, dass eine Komponente in mehrfachen Analogiekonstruktionen erzeugt werden kann. Im Konstruktionsbereich ihrer Schnittstelle ist dabei zu erklären, welche Aspekte in Analogie zu welchen Konstruktions-RMK gestaltet sind (Übernahme Analog). Um zu berücksichtigen, dass zu einer Merkmalsausprägung Analogien zu mehreren RMK genutzt werden können, wird der charakterisierende Bereich der Konstruktionsdarstellung durch die Relation aus Merkmalsausprägung und Komponentenbezeichnung gebildet.¹⁰¹⁴

Repräsentationsformen für Analogiedarstellungen sind aufgrund ihrer Individualität an dieser Stelle nicht allgemein zu standardisieren. In der Anwendung von Konstruktions-techniken ist anzustreben, in einzelnen Segmenten des VRM-Systems Darstellungsformen für Typen wiederkehrender Erklärungsbedarfe von Analogiebeziehungen zu vereinbaren. Ein grundlegendes Strukturmuster dieser Darstellungen kann die im Zusammenhang mit dem Einsatz der Konstruktionstechniken für Änderungskonstruktionen vorzuschlagende Darstellungstechnik bieten.

In sämtlichen Konstruktionstechniken erfolgt die Konstruktion einer Ergebnis-RMK durch Zusammenstellung von Konstruktionsergebnissen einer oder mehrerer Konstruktions-RMK. Im Anschluss an die Konstruktion sind somit Fragen der Integration der Konstruktionsergebnisse zu betrachten.

6.1.2.3 Integration bei Konstruktionstechniken

Für die Konstruktion einer einzelnen RMK sind Maßnahmen zur Integration vorgestellt worden, durch die eine Ausrichtung der Konstruktionsergebnisse auf den Modellzweck vorgenommen wird. In der Anwendung der Konstruktionstechniken werden Inhalte dieser RMK übernommen und zur Konstruktion der Ergebnis-RMK zusammengestellt. Da die Konstruktions-RMK jedoch unabhängig vom Konstruktionszweck möglicher Ergebnis-RMK konzipiert sind, ist zu untersuchen, inwiefern die Anwendung einzelner Konstruktionstechniken die Integration in der Ergebnis-RMK gefährdet und welche korrektiven Maßnahmen vorzusehen sind.

Hinsichtlich des Integrationsbedarfs, der im Anschluss an die *Analogiekonstruktion* herrscht, liegt grundsätzlich die gleiche Ausgangssituation vor wie in der eigenständigen Konstruktion einer RMK. Da die Übernahme der Konstruktionsergebnisse durch Replikationen erfolgt, bei denen keine Relationen aufrechtzuerhalten sind, werden die Ergebnisse unmittelbar in Prozesse der Rekonstruktion einbezogen. In der *Konfiguration* und *Instanziierung* sind – im anderen Extrem – aufgrund der Vorhersehbarkeit des Integrationsbedarfs bereits innerhalb der Konstruktionstechniken standardisierte Sprachkonstrukte vorgesehen, mit denen in der Anwendung der Technik die Integration der Konstruktionsergebnisse gesichert wird. Im Fall der Konfiguration werden darüber hinaus bereits bei der Konstruktion der konfigurierbaren RMK alternative Konstellationen von Darstellungen und Sprachaussagen in der Ergebnis-RMK berücksichtigt, sodass die Ableitung selbst darstellungstechnisch ein deterministischer Vorgang ist, der keine Integrationsrisiken birgt. Problematischer erweist sich hingegen die Behandlung der im Anschluss an *Spezialisierungen* und *Aggregationen* vorliegenden Situation. Zwar sind auch hier mit der Sprachentwicklung die darstellungstechnischen Voraussetzungen zur Integration geschaffen worden, doch ist aufgrund der hohen Gestaltungsfreiheiten hinsichtlich Adaption und Komposition kaum vorhersehbar, welche Ergebnisse im Anschluss an die Konstruktion vorliegen und welcher Abstimmungsbedarf zwischen ihnen besteht.

¹⁰¹⁴ Die Unterscheidung in einen charakterisierenden und einen identifizierenden Bereich entspricht dem allgemeinen Strukturprinzip der Schnittstelle. Vgl. hierzu Kapitel 6.1.1.2 dieser Arbeit.

Die Abschätzung der Integrationsbedarfe zeigt, dass korrektive Maßnahmen vorzusehen sind, mit denen die Konstruktionsergebnisse abgestimmt werden können, die nach Anwendung der Spezialisierung oder Aggregation in der Ergebnis-RMK vorliegen. Weite Teile des Integrationsbedarfs können hierbei durch die zur Konstruktionsunterstützung entwickelten Regeln zur Herstellung vertikaler und horizontaler Integration *innerhalb* einer RMK behandelt werden. Zusätzliche Herausforderungen stellen sich hinsichtlich der Integration von Darstellungen gleicher Sichten, die aus unterschiedlichen Konstruktions-RMK übernommen werden und somit weder gegenüber dem Modellzweck noch untereinander abgestimmt sind.

Die damit verbundenen Anforderungen werden in der Literatur mit Konzepten zur *Schemenintegration* behandelt. Sie haben mittlerweile einen profunden Bestand an Methoden hervorgebracht, die Problemlösungs- und Darstellungstechniken bieten, mit denen Modelldarstellungen spezieller Sprachen zusammengeführt werden können. Umfangreiche Arbeiten liegen zur Integration von ER-Modellen vor, auf deren Grundlage auch Untersuchungen für EPK-Modelle durchgeführt wurden.¹⁰¹⁵

Diese Arbeiten können genutzt werden, um Detailgestaltungen der Integration vorzunehmen, reichen jedoch nicht aus, um den hier vorliegenden Integrationsbedarf zu decken. Die Probleme lassen sich darin zusammenfassen, dass die Ansätze nicht den Prinzipien der geschichteten Kapselung gerecht werden, demnach z. B. die Ausrichtung der Konstruktionsergebnisse gegenüber dem Modellzweck zu erfolgen hat sowie Darstellungsvielfalt und Sprachneutralität zu gewährleisten ist. Zur Integration sind hierzu – über die Zusammenführung einzelner Darstellungen einer Sprache in einer Gesamtdarstellung hinaus – mehrere Modelldarstellungen gegenüber dem Modellzweck ausgewogen abzustimmen (Modellzweckorientierung). Somit ist eine Konstellation von Darstellungen zu gestalten, in der die in einer Sicht zu beschreibenden Inhalte zweckadäquat auf Darstellungen zugeordnet werden. Die damit gegebenen Gestaltungsanforderungen zeigen, dass eine methodenbezogene Behandlung alleine die Integration der RMK nicht sichern kann. Die Gestaltungsmaßnahmen sind damit nach dem Prinzip der *Konstruktionsunterstützung* zu entwickeln und setzen maßgeblich auf die Problemlösungsfähigkeit der Konstrukteure. Ein Rahmen für eine solche Unterstützung kann durch Übertragung des entwickelten allgemeinen Integrationsprozesses für RMK geschaffen werden, in dem auch die verfügbaren Beiträge zur Schemenintegration zu nutzen sind. Besonderheiten relevanter Funktionen werden im Folgenden vorgestellt.

Durch die Kapselung der zu integrierenden Konstruktionsergebnisse im Ordnungsrahmen der RMK wird einerseits das Feld der zu integrierenden Modelle begrenzt, andererseits werden durch die Art der vorzunehmenden Abstimmung zusätzliche Fragestellungen der *Bedarfsplanung* aufgeworfen, die eine besondere Vorgehensweise erfordern. Hierdurch vereinfachen sich Aufgaben der Modellauswahl¹⁰¹⁶ und Reihenfolgenbildung¹⁰¹⁷, da mit

¹⁰¹⁵ Vgl. die Ausführungen zur Integration in Kapitel 6.1.1.3 dieser Arbeit und die dort zitierte Literatur.

¹⁰¹⁶ Zu unterschiedlichen Ansätzen der Modellauswahl vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 183. BATINI/CERI/NAVATHE betonen im Zusammenhang mit Datenmodellen die Kriterien der Wichtigkeit, Vollständigkeit und Korrektheit. Als Grundmodell kann ein *Skeleton-Schema* dienen. Das Modell, dem die höchste Bedeutung für die Integration beigemessen wird, bezeichnen sie als *Managerial-Schema*. Vgl. Batini, C., Ceri, S., Navathe, S. B. (1992), S. 122. STICKEL ET AL. schlagen die Orientierung an als kritisch empfundenen Geschäftsprozessen vor. Vgl. Stickel, E. et al. (1995), S. 8 ff. ROSEMANNS nimmt eine Differenzierung dieses Ansatzes durch Verwendung eines Relevanz-Portfolios zur Prozesspriorisierung vor. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 183 sowie Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 130 ff.

¹⁰¹⁷ Unterschiedliche Integrationsfolgen gehen maßgeblich auf die zu ER-Diagrammen durchgeführte Arbeit von BATINI/LENZERINI/NAVATHE zurück. Vgl. Batini, C., Lenzerini, M., Navathe, S. B. (1986), S. 343. ROSEMANNS verwendet sie auch im Kontext der Integration von EPK. Vgl. Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 185 ff.

dem Zustand nach Aggregation oder Spezialisierung sämtliche zu integrierenden Konstruktionsergebnisse bereits vorliegen.¹⁰¹⁸ Allerdings liegt der Vorgehensweise damit keine auf ein integriertes Modell zulaufende Abarbeitungsstrategie zugrunde, sodass zu Beginn des Prozesses Vorstellungen über die relevanten Inhalte sowie deren Aufteilung auf Darstellungen zu entwickeln sind. Sie ergeben eine konzeptionelle *Sollstruktur* der Inhalte, der die *Iststruktur* gegenüberzustellen ist, die mit den Inhalten der vorliegenden Darstellungen erzielt wird. Die Gegenüberstellung zeigt den situativen Integrationsbedarf auf, der – sofern Handlungsbedarf besteht – hinsichtlich der relevanten Darstellungen sowie den zwischen ihnen bestehenden integrationskritischen Aspekten konkretisiert wird. Ausgehend von elementaren Maßnahmen zur Konsistenzsicherung, die der Konstrukteur für den inhaltlichen Vergleich der Darstellungen als erforderlich ansieht, ist der Blick möglichst früh auf notwendige Rekonstruktionen gegenüber der *Sollstruktur* zu richten, da sie detaillierte Konsistenzsicherungen dominieren. Somit sind mehrfache Durchläufe des Integrationsprozesses vorzusehen, in denen Maßnahmen zur Konsistenzsicherung und Rekonstruktion sowohl singulär als auch in Kombination auszuführen sind.

Zur *Konsistenzsicherung* sind – neben den bereits bei der Integration innerhalb des Ordnungsrahmens zu berücksichtigenden Namenskonflikten – zusätzlich Struktur- und Typkonflikte zu beheben.¹⁰¹⁹ *Typkonflikte* ergeben sich durch unterschiedliche Verwendung einer Repräsentationsform zur Beschreibung eines Sachverhalts. *Strukturkonflikte* liegen hingegen vor, wenn Modelle semantische Widersprüche zueinander aufweisen. Bezogen auf die Integration einzelner Darstellungen können aus Arbeiten zur Schemaintegration Lösungsansätze zu den Konflikten genutzt werden, die für einzelne Sprachen der Informationsmodellierung entwickelt wurden. Bei der Übertragung dieser Überlegungen auf das Abstraktionsniveau der RMK kommt – in Analogie zum Typkonflikt – die Behandlung *darstellungsbezogener Konflikte* hinzu. Solche Konflikte bestehen darin, dass die Wahrnehmung eines inhaltlichen Aspektes der RMK durch die Verwendung unterschiedlicher Darstellungen gestört wird. Hierzu ist im Einzelfall abzuschätzen, inwieweit aus der im Ordnungsrahmen der RMK vorgesehenen perspektivenspezifischen Darstellung Konflikte erwachsen, die darstellungstechnische Anpassungen erfordern.

Ist die Darstellungsvielfalt derart realisiert worden, dass zumindest ein Methodensystem zur *Basisdarstellung* verwendet wird, kann die Integration innerhalb dieser Darstellungstechniken erfolgen, sodass Unterschiede hinsichtlich der zusätzlich angefertigten Darstellungen nicht kritisch sind. Ebenso können mehrere Methodensysteme zur *Paralleldarstellung* verwendet werden, in denen eine jeweils vollständige Beschreibung erfolgt (z. B. parallel in ARIS und UML). Ist hingegen eine derartige Durchgängigkeit der Darstellung nicht gewährleistet, liegt es im Ermessen des Betrachters, ob hieraus Konflikte resultieren. Da die darstellungstechnische Voraussetzung der Integration durch die Konzepte der *Kapselung* und der *Referenz* auch für den Einsatz verschiedener Sprachen gewährleistet ist, ist perspektivenspezifisch zu beurteilen, inwiefern die unterschiedliche Darstellung die *Wahrnehmung* des Inhalts beeinträchtigt. Zur methodenbezogenen Behebung derartiger Konflikte sind Transformationen der Darstellungen vorzunehmen, die durch Nutzung von Metamodellen zur Integration der Darstellungstechniken unterstützt werden können.¹⁰²⁰

¹⁰¹⁸ In Arbeiten zur Schemaintegration bilden diese Fragestellungen den Ausgangspunkt der Integration und führen im Ergebnis auf eine Strategie, nach der die ausgewählten Modelle zu einem integrierten Modell zu vereinigen sind.

¹⁰¹⁹ Vgl. Hars, A. (1994), S. 194 ff., Rosemann, M. (Komplexität) (1996), S. 187 ff.

¹⁰²⁰ Weitere Lösungsstrategien ergeben sich im organisationsbezogenen Gestaltungsbereich, indem die Integrationskompetenz von Inhalten unterschiedlicher Darstellungen gefördert wird. So können insbesondere zur Vorbereitung der Abschätzung vorzunehmender Rekonstruktionen formale Schwächen toleriert werden, sofern die Integration in der gedanklichen Konstruktion des Konstrukteurs hinreichend gelingt. Derartige Ansätze sind hier allerdings aufgrund der eingenommenen methodenbezogenen Sichtweise nicht zu vertiefen.

Die Durchführung von Maßnahmen zur *Rekonstruktion* wird erforderlich, wenn inhaltsbezogene Konflikte vorliegen. Sie korrespondieren mit Strukturkonflikten der Schemenintegration und sind dadurch gekennzeichnet, dass zu einem Gegenstand – hier dem der Ergebnis-RMK – widersprüchliche Inhalte vorliegen. Im Rahmen der *Integrationsprüfung* ist auch zu untersuchen, ob die vorliegenden Konstruktionsergebnisse ausreichend sind, die vertikale Integration gegenüber dem Modellzweck zu erfüllen. Hierbei sind auch Situationen zu berücksichtigen, in denen die RMK nach Durchführung von Aggregationen und Spezialisierungen unvollständig ist, sodass weitere Konstruktionsprozesse anzuschließen sind.

Begünstigt wird diese Vorgehensweise durch die universellen Einsatzmöglichkeiten der Konstruktionstechniken in unterschiedlichen Konstruktionsprozessen und gegenüber verschiedenen Konstruktionszwecken der Neu- und Änderungskonstruktion. Besondere Aspekte dieser Einsatzmöglichkeiten sind nunmehr vorzustellen.

6.1.2.4 Einsatz von Konstruktionstechniken

Die Konstruktionstechniken sind derart konzipiert worden, dass sie sowohl in unterschiedlichen Konstruktionsprozessen entlang der Wertschöpfungskette der VRM als auch für verschiedene Typen von Konstruktionszwecken zum Einsatz kommen können. Im Folgenden sind daher Besonderheiten vorzustellen, die sich aus diesen Einsatzfeldern ergeben.

Einsatz von Konstruktionstechniken in Konstruktionsprozessen entlang der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung

Da die Konstruktionstechniken unabhängig von ihrer Verwendung in einzelnen Typen von Konstruktionsprozessen konzipiert sind, besteht die Möglichkeit, eine Technik auszuwählen, die sich für die situativen Anforderungen an den Konstruktionsprozess als günstig erweist. Aufgrund der charakteristischen Merkmale der Techniken können jeweils typische Situationen abgeleitet werden, in denen sich einzelne Techniken als vorteilhaft erweisen.

Die Technik der *Konfiguration* eignet sich für Konstruktionen, in denen eine spätere Anpassung des konstruierten Modells vorzunehmen ist, die zur Konstruktionszeit bereits antizipiert und anhand von alternativen Konstruktionsergebnissen „vorgestaltet“ werden kann. Innerhalb der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung ist sie zur Konstruktion von Referenzmodellen – oder Teilen von diesen – einzusetzen, in deren Anwendungsbereich derart stabile Umfeldbedingungen herrschen. Zugleich ist ihr Einsatz durch das Konzept der mehrstufigen Konfiguration auch auf die Gestaltung von Variantenbeziehungen zwischen Referenzmodellen einzusetzen, die auf unterschiedlichen Ebenen der Buildtime liegen.

Die in der Analyse des Gestaltungspotenzials identifizierte begrenzte Einsatzmöglichkeit der Konfiguration wird hier in zweifacher Hinsicht aufgefangen: Erstens trägt die komponentenorientierte Konstruktion durch die Gestaltung abgeschlossener und tendenziell kleiner Referenzmodelle (RMK) dazu bei, dass die Erschließung von Konfigurationsmöglichkeiten für Varianten gegenüber der Gestaltung von Gesamtsystemen leichter zu beherrschen ist. Zweitens kann durch das Angebot alternativer Konstruktionstechniken die Variantendarstellung durch Konfiguration auf relativ stabile Strukturen begrenzt und durch Spezialisierung, Instanziierung oder Analogiekonstruktion fortgesetzt werden.

Die *Aggregation* ist aufgrund der durch sie gegebenen Möglichkeiten zur Gestaltung loser Kopplungsbeziehungen als „Schlüsseltechnik“ zur Konstruktion komponentenorientierter Modellsysteme einzustufen. Sie unterstützt damit wesentlich die Gestaltung von RMK-Systemen entlang der Wertschöpfungskette. Demnach bildet sie in der VRM die Grundla-

ge zur Strukturierung *verteilter Modellsysteme*, aus denen heraus sie in der *Referenzmodellkombination* Teilmodelle modellzweckspezifisch verbindet. Neben ihrer tragenden Rolle auf den Ebenen der Buildtime ermöglichen sie eine Form der *Multireferenzmodell-anwendung*, in der Anwendungsmodellkonstrukteure RMK verschiedener Gegenstands-bereiche zusammenstellen und das somit erzeugte Modellsystem bei Integration durch Replikation ohne Referenz als Ausgangspunkt für weitere Anpassungen nutzen. Anpassungen werden sowohl kreativ als auch durch Anwendung der übrigen Techniken vorgenommen.

Die *Spezialisierung* erweitert die kompositionelle Systembildung um die Möglichkeit, Konstruktionsergebnisse zwischen RMK zu übertragen und sie dabei zugleich zu erweitern und anzupassen. Auf den Ebenen der Buildtime trägt sie somit wesentlich zur Förderung der *Integration* der Konstruktionsergebnisse bei, indem bezugsebenenspezifisch gleiche Inhalte in generellen RMK konstruiert werden, deren *Differenzierung* auf darunter liegenden Ebenen erfolgt. Durch die besonderen Abstraktionskonzepte, wie z. B. die *Mehrfachvererbung*, ist die Konstruktion dabei nicht auf hierarchische Bezugsebenen begrenzt, sondern kann auch netzartige Vererbungsbeziehungen zwischen RMK nutzen.

In Konstruktionsprozessen von Anwendungsmodellen ermöglicht es die Spezialisierung darüber hinaus, aus einem Referenzmodell Anwendungsmodelle als spezielles Modell abzuleiten. Somit werden die – zum Teil auch *abstrakt* gestalteten – Konstruktionsergebnisse des Referenzmodells in das Anwendungsmodell übernommen und können dort hinsichtlich individueller Anforderungen erweitert sowie in den beschriebenen Grenzen verändert werden. Durch das Konzept der Mehrfachvererbung wird zudem eine weitere Form der *Multireferenzmodell-anwendung* eröffnet, indem als generelle Modelle Referenzmodelle gewählt werden, die einen gemeinsamen Anfangsgegenstand aus unterschiedlichen Blickrichtungen beschreiben, womit durch die Spezialisierung eine aspekt-spezifische Projektion von Konstruktionsergebnissen in das Anwendungsmodell erfolgt.

Mit der *Instanziierung* werden Konzepte der kompositionellen und adaptiven Konstruktion verbunden, indem das generische Referenzmodell durch Einbettung anderer Modelle angepasst wird. Auf den Ebenen der Buildtime ermöglicht sie – für absehbare Anpassungen – eine Wiederverwendung sowohl der abstrakten Rahmengestaltung als auch der zur Konkretisierung eingesetzten Konstruktionsergebnisse. Zugleich kann die Technik zur Ableitung von Anwendungsmodellen genutzt werden, indem Referenzmodelle als generische RMK konstruiert werden, für die im Zuge des Anpassungsprozesses einzubettende Modelle entwickelt – oder wieder verwendet – werden, mit denen die herrschenden situativen Anforderungen berücksichtigt werden.

Die Nutzung von *Analogien* findet faktisch in jedem Konstruktionsprozess statt und wird hier durch die Technik der Analogiekonstruktion für Beziehungen zwischen RMK instrumentalisiert. Auf den Ebenen der Buildtime trägt sie zur Erklärung von Bildungszusammenhängen zwischen einzelnen Referenzmodellen bei und gibt zudem Anhaltspunkte für die Komposition von Referenzmodellen in Ordnungssystemen.

Von besonderer Praxisrelevanz dürfte die Analogiekonstruktion angesichts des starken Wandels der Anforderungen in Detailgestaltungen bei gleichzeitiger Beständigkeit grundlegender Konstruktionsmuster auch für die Ableitung von Anwendungsmodellen sein. Ihre Nutzungsmöglichkeiten sind dabei innerhalb der Einsatzfelder von Referenzmodellen unterschiedlich zu beurteilen. Während in einzelnen Bereichen der Anwendungssystementwicklung, z. B. für das Customizing von ERP-Systemen, eine differenzierte Darstellung der Konstruktionsbeziehung hilfreich ist, dürfte sich die Entwicklung von Referenzmodellen geringerer darstellungstechnischer Formalisierung in organisationssystembezogenen Einsatzbereichen sogar positiv auf die Akzeptanz der Modelle auswirken. In besonderem Ausmaß ist diese Wirkung in Bereichen zu erwarten, in denen Referenzmodelle nicht ausschließlich zur Ableitung von Informationsmodellen genutzt werden, die in der Sprache

des Referenzmodells zu explizieren sind. So ist die Anwendung z. B. im gesamten wissenschaftlichen Einsatzfeld zunächst auf die Entwicklung mentaler Modelle ausgerichtet, die teilweise auch natürlichsprachlich repräsentiert werden.

Einsatz von Konstruktionstechniken zur Erfüllung entwicklungsbezogener Typen von Konstruktionszwecken

Für Neu-, Varianten- und Versionskonstruktionen können mehrere Konstruktionstechniken kombiniert zum Einsatz kommen. Es liegt daher nahe, ihre Anwendung in eine Dokumentation zu integrieren, die ihre Konstellation gegenüber dem übergeordneten Konstruktionszweck beschreibt. Ein besonderes Interesse gilt hierbei Änderungskonstruktionen, da mit Referenzmodellierungen systematischerweise *Variante*n und mit Prozessen der Evolution der VRM zudem auch *Versionen* zu berücksichtigen sind.¹⁰²¹

Die Behandlung von Änderungskonstruktionen umfasst im State-of-the-Art der Referenzmodellierung bislang jedoch maßgeblich die Variantenbildung, die zudem mit der Technik der Konfiguration vorgenommen wird. Die Versionsbildung wird in der Literatur typischerweise unter einem technischem Fokus im Zusammenhang mit Versions-Verwaltungssystemen behandelt (engl.: revision control systems).¹⁰²² In diesen Systemen steht die Sicherung konsistenter Zustände von Dokumenten in kooperativen Entwicklungsvorhaben im Vordergrund.¹⁰²³ Die Arbeiten unterstützen die technologiebezogene Gestaltung,¹⁰²⁴ der für die Referenzmodellierung eine methodenbezogene Gestaltung vorausgehen sollte. Hierzu ist weniger die Sicherung von Zuständen als vielmehr das *Zustandekommen* von Änderungen von Interesse.

Hilfreich erweisen sich Arbeiten zur Strukturierung qualitativer Aussagen, wie sie mit dem *IBIS-Modell* und darauf aufbauenden Weiterentwicklungen, wie z. B. dem ZENO Argumentation Framework, vorliegen.¹⁰²⁵ Die hiermit bereitgestellte Struktur beschreibt ein System von Elementen des Diskurses, das in der Grundform bei IBIS aus Fragen (*issue*), Argumentationen (*position*) und Meinungen (*argument*) besteht. Unterstützt wird damit originär die argumentative *Entscheidungsfindung*, die der Änderung von Referenzmodellen vorausgeht und beispielsweise in Diskussionsdiensten der VRM-Plattform als Historie dokumentiert wurde. Zur Verwendung der Struktur für die Dokumentation von Änderungen erweist sich die Darstellung jedoch als zu unspezifisch. Die Aussagen werden daher nicht hinreichend verdichtet.¹⁰²⁶

¹⁰²¹ Vgl. hierzu die Untersuchungsergebnisse des State-of-the-Art der Referenzmodellierung im methodenbezogenen Aspekt der Gestaltung von Konstruktionsprozessen in Kapitel 4.3 dieser Arbeit. Die Evolution der Modelle rückt durch das Interesse der Entwicklung eines bewährten Bestands an Referenzmodellen im VRM-System in das Interesse. Vgl. hierzu Kapitel 5.1.2.2 dieser Arbeit.

¹⁰²² Sie existieren als eigene Systeme oder sind Bestandteil umfassenderer Architekturen. Vgl. z. B. das Concurrent Versions System (CVS) oder die Integration von RCS Dokumentenmanagement-Systemen oder Clearinghouses in Open-Source-Plattformen.

¹⁰²³ Vgl. auch Sandred, J. (2001), S. 134. Typische Mechanismen sind das „Ein- und Auschecken“ von Dokumenten zum Schutz vor dem sog. lost-update-Problem sowie *Merging-Verfahren*. Vgl. Miller, W., Myers, E. W. (1985), S. 1025 ff., Magnusson, B., Askund, U., Minör, S. (1993), S. 5 ff., Lippe, E., van Oosterom, N. (1992), S. 78 ff.

¹⁰²⁴ Sie sind dann in adäquate Gesamtarchitekturen einzubetten, die im Zusammenhang mit Versionen auch Problemlösungstools anzubieten haben. Zu übertragen sind Erfahrungen der kooperativen Softwareentwicklung, in der die verteilte Erstellung von Quellcode erfolgt. So werden z. B. in Open-Source-Projekten Systeme verwendet, die die Erstellung und Distribution von „*patch files*“ für „*bug fixes*“ unterstützen. Beispiele hierzu sind etwa *Bugzilla*, *Debian Bug Tracking System*, *Double Choco Latte*, *GNU GNATS*, *Teacup* oder *Scarab*. Für einen Überblick vgl. Sandred, J. (2001), S. 139 ff.

¹⁰²⁵ Zu IBIS (Issue Based Information Systems) vgl. Rittel, H. W. J., Webber, M. M. (1973). Das ZENO Framework wird von KARACAPILIDIS ET AL. vorgeschlagen, vgl. Karacapilidis, N. et al. (1997), Karacapilidis, N. (1996). Zu Weiterentwicklungen vgl. auch Conklin, J., Bergeman, M. J. (1988), Schütte, R. (1998), S. 201 ff., Pipek, V. (1999).

¹⁰²⁶ Hier steht weniger die Dokumentation der Entscheidungsfindung als vielmehr die Darstellung und Begründung von Unterschieden im Vordergrund. Die konstruktionsbegleitende Explikation sämtlicher Fra-

Eine der strukturierten Dokumentation von *Änderungen* näher kommende Fragestellung verfolgt HABERMANN zusammen mit SCHEER und WARGITSCH in deren Arbeiten zur Modellkonstruktion workflowbasierter Prozessverbesserungen.¹⁰²⁷ Sie beschreiben ein Metamodell, in dem die Komponenten eines Workflow-Management-Systems (WfMS) um solche ergänzt werden, die dem Einsatz des Systems zur kontinuierlichen Prozessverbesserung dienen. Die dort beschriebenen Strukturen lassen sich zu einem Ansatz zur Beschreibung von Änderungen in Modellkonstruktionen verallgemeinern. Die Ergebnisse werden in Abb. 116 in einem Metamodell einer Darstellungstechnik für Änderungskonstruktionen mit RMK zusammengefasst und anschließend vorgestellt.

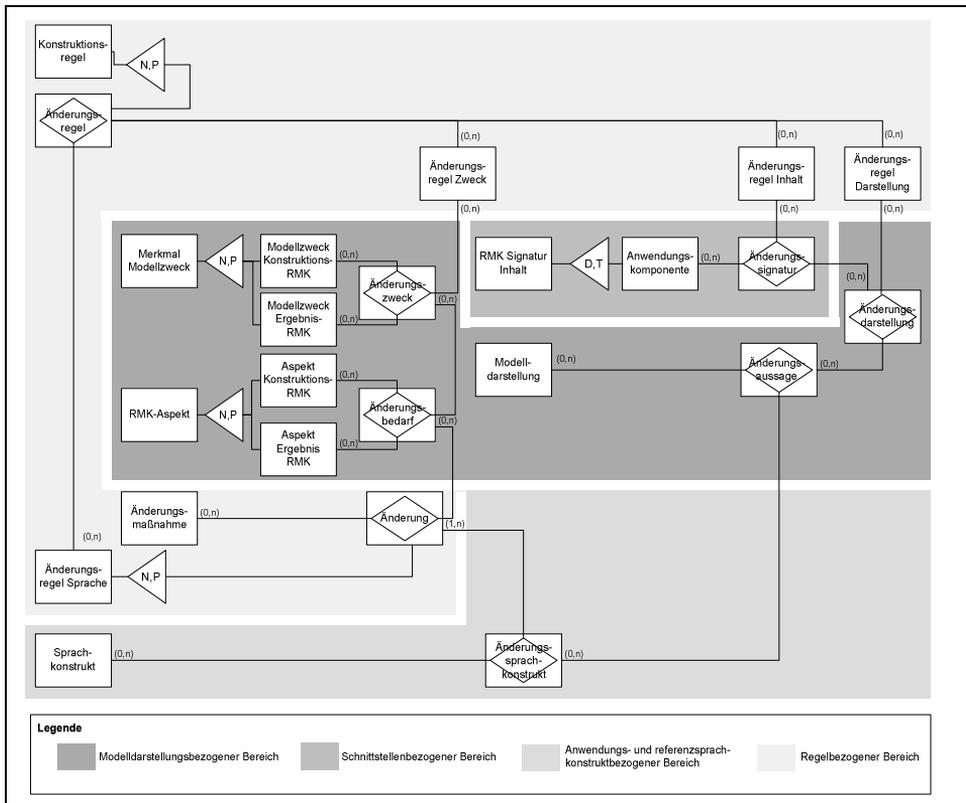


Abb. 116: Metamodell einer Darstellungstechnik für Änderungskonstruktionen¹⁰²⁸

Den Ausgangspunkt der Dokumentation von Änderungen bildet der mit ihnen verfolgte Zweck (Änderungszweck). Er leitet sich als Differenz zwischen dem geplanten und dem durch die verfügbaren Konstruktions-RMK bereits erfüllten Modellzweck ab. Konkretisiert wird er durch den Änderungsbedarf, der sich zur Erreichung des geplanten Modell-

gen, Argumente und Meinungen ist hinsichtlich ihres Aufwandes und – damit verbunden – auch ihrer Machbarkeit nicht zu unterschätzen. Gleichmaßen wird auch die Signalwirkung einer prägnanten Darstellung von Änderungen verfehlt.

¹⁰²⁷ Vgl. Habermann, F., Wargitsch, C. (1998), Scheer, A.-W., Habermann, F. (1998), S. 4 ff.

¹⁰²⁸ Das Metamodell einer Darstellungstechnik für Änderungskonstruktionen ist ausgehend von einem Strukturmuster für Metamodelle zu Konstruktionsbeziehungen erstellt worden. Zur Einführung des Strukturmusters sowie den allgemein zugrunde liegenden Annahmen vgl. Kapitel 6.1.2.1.3 dieser Arbeit.

zwecks in den Aspekten der RMK stellt.¹⁰²⁹ Diesen Bedarfspositionen sind die innerhalb eines Konstruktionsprozesses vorgesehenen Maßnahmen gegenüberzustellen,¹⁰³⁰ in denen die einzelnen Konstruktionstechniken zum Einsatz kommen.

Konstruktionstechniken sind somit hinsichtlich ihres Einsatzes in Konstruktionsprozessen in eine übergeordnete *Beschreibungsstruktur* einzubetten, in der ihr Beitrag zur Erreichung von Änderungszwecken ausgesagt wird. Auf Basis dieser Struktur können sowohl geplante als auch ausgeführte Änderungen dokumentiert werden. Geplante Änderungen dienen z. B. der Variantendarstellung auf den Ebenen der Buildtime, während für die Versionsbeschreibung auch bereits ausgeführte Änderungen dokumentiert werden.

Da sich die Änderungen an Konstruktionszwecken ausrichten, ist zu berücksichtigen, dass sich Bedarfe auf mehrere interdependente Maßnahmen beziehen können, in denen möglicherweise auch die Mengenverhältnisse zwischen Konstruktions- und Ergebnis-RMK variieren. Beispielsweise können Sequenzen (1:1), Fusionen (n:1) und Aufspaltungen (1:n) von RMK vorgenommen werden.¹⁰³¹ Im Fall der *Komponentensequenz* wird eine vorhergehende Komponente durch eine neue Komponente ersetzt. Bei *Komponentenfusionen* wird ein zuvor von alternativen Komponenten erfüllter Zweck in einer späteren Version in einer Komponente ausgeführt. Bei *Komponentenspaltungen* liegt gerade die umgekehrte Beziehung vor.

Für die *Repräsentation* von Änderungen sind Sprachkonstrukte zu entwerfen, mit denen derartige Änderungen ausgesagt werden können. Unter ihrer Verwendung sind Änderungsdarstellungen anzufertigen, die im inhaltsbezogenen Bereich der Ergebnis-RMK zu verzeichnen sind. Die Entwicklung der Sprachkonstrukte hat spezifische Anforderungen der verfolgten Änderungszwecke zu berücksichtigen. Die hier vorgestellte allgemeine Struktur kann *diesbezüglich* einen Rahmen liefern, der etwa hinsichtlich der Konstruktionszwecktypen der Varianten- und Versionskonstruktion zu konkretisieren ist. Demnach sind als Änderungen in der *Versionsbildung* Maßnahmen zur Verbesserung eines Referenzmodells zu dokumentieren, die in Relation zu wahrgenommenen Problemen stehen. Als Konstruktions-RMK gehen die zu verbessernden RMK in die Beziehung ein, die durch eine RMK abgelöst sind, der ein höherer Erfüllungsgrad des Modellzwecks zugesprochen wird. Bei der *Variantenbildung* wird hingegen eine Ergebnis-RMK erzeugt, die einem – gegenüber der Konstruktions-RMK – abgewandelten Zweck dient. Anstelle der wahrgenommenen Probleme sind Änderungen demnach gegenüber den besonderen Anforderungen zu beschreiben. Hierzu eignen sich in der VRM Merkmalsausprägungen der integrierten Kontextdarstellung. Durch die zusammenfassende Dokumentation der in einer Konstruktion angewendeten Techniken erfolgt eine Kapselung darstellungstechnischer Details gegenüber dem Konstruktionszweck. Diese Strukturierung trägt dazu bei, dass die Maßnahmen untereinander abgestimmt werden und fördert damit deren Integration aus pragmatischer Sicht.

Mit dieser Technik werden Konstruktionen gekapselt, die auch bei kombinierten Anwendungen von Konstruktionstechniken als wieder verwendbare Bausteine in Problemlösungstechniken auf höheren Abstraktionsniveaus genutzt werden können. Die Problemlösungstechnik zur Integration der entwickelten Gestaltungsansätze zur Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung ist nunmehr vorzustellen.

¹⁰²⁹ Da sich die Bedarfe auf verschiedene Teilergebnisse aufteilen sowie mehrere von diesen umfassen können, ist der Änderungsbedarf gegenüber *Aspekten* der Komponenten zu beschreiben.

¹⁰³⁰ HABERMANN führt zusammen mit SCHEER und WARGITSCH den Begriff der *Verbesserungsinitiative* ein, mit dem mehrere Maßnahmen, durch die eine *Verbesserungsleistung* erbracht wird, zusammengefasst werden. Vgl. Scheer, A.-W., Habermann, F. (1998), S. 5. In Änderungskonstruktionsprozessen besteht die Verbesserungsinitiative in dem Rekonstruktionsprozess, die Verbesserungsleistung in der Ergebnis-RMK.

¹⁰³¹ Vgl. auch Magnusson, B., Askund, U., Minör, S. (1993), S. 4. Zur Formalisierung von Versionierungen vgl. Rose, T. (1992), S. 9.

6.2 Problemlösungstechnik zur Konstruktion von Referenzmodellen in der VRM

6.2.1 Ordnungsrahmen für Problemlösungstechniken

Mit der zu entwickelnden Problemlösungstechnik sind Regeln anzugeben, die die zeitlich sachlogische Abfolge von Funktionen beschreiben, die zur Konstruktion von Referenzmodellen in der VRM vorzusehen sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dass entlang der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung mehrere Teilprozesse relevant sind, mit denen Ziele unterschiedlicher Inhalte und Zeitbezüge verfolgt werden und die in spezifischen Beziehungen zueinander stehen. Um der damit verbundenen Komplexität der benötigten Regelmenge gerecht zu werden, wird die Problemlösungstechnik durch einen Ordnungsrahmen strukturiert. Die Ordnungseinheiten des Rahmens beinhalten einzelne Problemlösungstechniken und sind untereinander entsprechend der Beziehungen zwischen den Teilprozessen angeordnet.¹⁰³² Die in Abb. 117 dargestellte Struktur des Ordnungsrahmens reflektiert Gestaltungsbeiträge aus unterschiedlichen Arbeitsgebieten.

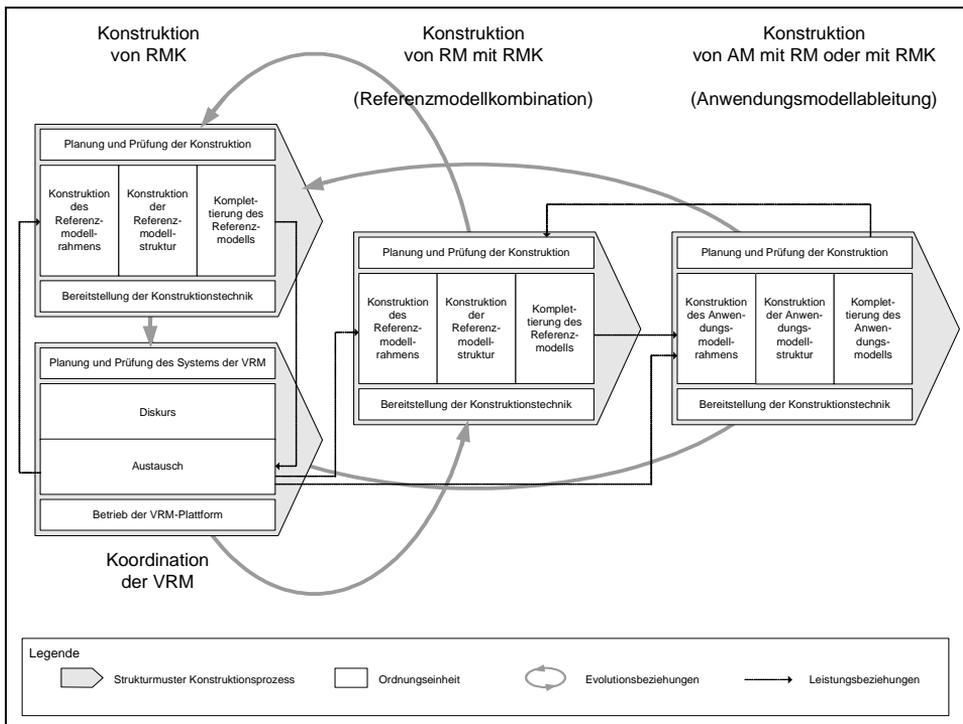


Abb. 117: Ordnungsrahmen für Problemlösungstechniken zur VRM

¹⁰³² Die Problemlösungstechniken im State-of-the-Art verwenden zur Darstellung Vorgehens- und Phasenmodelle, die eine sequenziell zu durchlaufende Funktionsfolge (Phasen) vorsehen, die auf ein singuläres Ziel ausgerichtet ist. Vgl. hierzu die Untersuchungsergebnisse des State-of-the-Art zur Referenzmodellierung in Bezug auf die Problemlösungstechniken in Kapitel 4.3.4 dieser Arbeit. Würde dieser Vorgehensweise auch hier gefolgt, wären mehrere solcher Vorgehens- und Phasenmodelle zu beschreiben, die wegen der Prozessstrukturen miteinander in Verbindung zu bringen wären. Daher erweist es sich hier als angemessen, eine Darstellung der Regeln auf höherem Abstraktionsniveau vorzunehmen.

Der Grundaufbau des Ordnungsrahmens orientiert sich an dem Konzept zur Erweiterung der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung um den Beitrag des VRM-Systems. Demnach sind Prozesstypen zur Konstruktion von *Referenz-* und *Anwendungsmodellen* vorgesehen, die zur Steigerung ihrer Effektivität und Effizienz Koordinationsprozesse eines *VRM-Systems* nutzen. Im VRM-System wird hierzu ein bewährter Bestand an Referenzmodellen aufgebaut und evolutionär an wandelnde Anforderungen angepasst. Aus diesem Bestand heraus können Beiträge in eigenständigen Konstruktionsprozessen wieder verwendet werden („backbone“).¹⁰³³

In Anlehnung an Vorgehensmodelle zur komponentenorientierten Anwendungssystementwicklung wird zwischen Prozessen unterschieden, in denen die Konstruktion *von* RMK („design for components“) und solchen, in denen die Konstruktion *mit* RMK erfolgt („design with components“).¹⁰³⁴ Wenn dieser Bezeichnung auch eine Vereinfachung zugrunde liegt,¹⁰³⁵ so ist sie zur Differenzierung typischer Konstruktionsituationen hilfreich, die hinsichtlich der Problemlösungstechnik spezifisch zu gestalten sind. Bei der Konstruktion *von* RMK wird davon ausgegangen, dass ein komponentenorientiertes Konstruktionsumfeld existiert. Entwickelt werden sowohl einzelne RMK als auch RMK-Systeme, die als Ordnungs- und Konstruktionssysteme konzipiert werden können. Während die Komponenten in Ordnungssystemen lediglich logisch miteinander verbunden sind, stehen sie in Konstruktionssystemen über ihre Schnittstellen in ausführungsrelevanten Beziehungen zueinander (z. B. Aggregation). Bei der Konstruktion *mit* RMK wird hingegen von einem nicht-komponentenorientierten Umfeld ausgegangen, sodass die Konstruktionsergebnisse in geeigneter Form in Gesamtsysteme „einzubauen“ sind. Diese Situation liegt gleichermaßen bei der Konstruktion von Anwendungsmodellen sowie bei der von anwendungsorientierten Referenzmodellen vor. Für die Konstruktion von Anwendungsmodellen kommt hinzu, dass zusätzlich die Ausführbarkeit der Modelle zu gewährleisten ist (Runtime).

Im Innenverhältnis werden die Prozesse nach dem Strukturmuster *zielgerichteter Systeme* strukturiert.¹⁰³⁶ Demnach verfügen sie über einen Zweckbereich, in dem Teilprozesse verzeichnet werden, mit denen das konstituierende Verhalten des Prozesses erbracht wird. Um die zielgerichtete Realisierung des Verhaltens zu gewährleisten, werden ein Unterstützungsbereich und Lenkungsbereich ergänzt. Die Konkretisierung dieser Struktur für Konstruktionsprozesse orientiert sich an dem von SCHÜTTE für die Referenzmodellierung entwickelten Vorgehensmodell und berücksichtigt somit die in das Vorgehensmodell eingeflossenen Erkenntnisse zur Theorienformulierung. Allerdings ist das Vorgehen in einigen Punkten anzupassen.

Um eine *permanente* Prüfung der Konstruktion und Anpassung der Planung vornehmen zu können, wird anstelle der Startphase der Problemdefinition im Lenkungsbereich eine Ordnungseinheit für die *Planung und Prüfung* der Konstruktion vorgesehen. Im Zweckbereich wird die Konstruktionsdurchführung vorgenommen, die in Analogie zum Vorgehensmodell bei SCHÜTTE hinsichtlich der Konstruktion des *Rahmens* und der *Struktur* sowie

¹⁰³³ Zur Konzeption des differenzierten Einsatzes der Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung vgl. Kapitel 5.1.2.2 dieser Arbeit.

¹⁰³⁴ Zu Vorgehensmodellen der komponentenorientierten Softwareentwicklung vgl. Höß, O., Weisbecker, A. (2001), S. 4 f., Schuster, E. (2000), S. 53 ff., Gaedke, M., Gräf, G. (2000), S. 21 ff., Bergner, K. et al. (2000), S. 41 ff., Ortner, E., Lang, K.-P., Kalkmann, J. (1999), S. 35 ff., Castellani, X., Liao, S. Y. (1998), S. 25 ff., Wöhrle, C. (2000), S. 41 ff.

¹⁰³⁵ Zwar kann auch die Konstruktion *von* RMK *mit* RMK erfolgen sowie das Ergebnis der Konstruktion *mit* RMK auch *auf eine* RMK führen, doch erfasst die Differenzierung unterschiedliche Konstruktionszwecke, für die spezifische Problemlösungstechniken zu konzipieren sind.

¹⁰³⁶ Das Strukturmuster *zielgerichteter Systeme* ist in den Grundlagen zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen eingeführt worden. Es differenziert strukturell hinsichtlich eines Zweck-, Lenkungs- und Unterstützungsbereichs der Systeme, die jeweils hinsichtlich der Systemnutzung und -gestaltung betrachtet werden können. Vgl. hierzu Kapitel 3.2.3 dieser Arbeit.

der *Komplettierung* des Modells differenziert. Die Ordnungseinheiten werden entsprechend ihres zeitlich sachlogischen Ablaufs von links nach rechts angeordnet, können jedoch ausgehend vom Lenkungsbereich auch iterativ sowie selektiv wahrgenommen werden.

Ein weiteres Spezifikum des Ordnungsrahmens besteht darin, dass die *Anwendung* des Referenzmodells nicht zu dessen Konstruktion gezählt wird¹⁰³⁷, da sie aus konstruktionsprozessorientierter Sicht bereits Bestandteil der sich anschließenden Konstruktion des Anwendungsmodells ist.¹⁰³⁸ Sie setzt damit das Zustandekommen einer Leistungsbeziehung zwischen dem Konstrukteur und dem Nutzer des Referenzmodells voraus, die in mehrfacher Hinsicht zu einer Entkopplung der Komplettierung und Anwendung des Modells führt.¹⁰³⁹

Mit der prozessorientierten Sichtweise wird zugleich ein allgemeines Strukturmuster für Konstruktionsprozesse gebildet, das gleichermaßen für die Konstruktion von Referenz- und Anwendungsmodellen zum Einsatz kommen kann. Somit wird z. B. deutlich, dass auch in der Konstruktion von Anwendungsmodellen eine Planung und Prüfung der Konstruktion vorzunehmen ist, in der insbesondere über die Vorteilhaftigkeit der Unterstützung des Konstruktionsprozesses durch den Einsatz von Referenzmodellen entschieden wird.¹⁰⁴⁰

Erweitert werden die Konstruktionsprozesse um spezifische Unterstützungsbereiche. Für Referenzmodelle ist hier vor allem die Bereitstellung adäquater Konstruktionstechniken für das Subjektivitätsmanagement vorzusehen. Bei der Konstruktion von Anwendungsmodellen ist exemplarisch die Verwaltung des anwendungsspezifischen Modellbestands in den Ordnungsrahmen aufgenommen worden. Sowohl die Unterstützungs- als auch die Lenkungsbereiche sind unter Berücksichtigung der organisations- und technologiebezogenen Gegebenheiten anzupassen.

Der Prozesstyp zur Koordination im VRM-System verfügt im Zweckbereich über die Austausch- und Diskursprozesse der VRM. Sie sind horizontal angeordnet, da sie aus Sicht des Prozesskunden einen eigenen Dienst erbringen.¹⁰⁴¹ Im Lenkungsbereich ist die Planung und Prüfung des Systems der VRM vorgesehen. Von besonderem Interesse sind hier Prozesse, mit denen Akteure dezentrale Planungen und Prüfungen koordinieren können. In Abhängigkeit der Institutionalisierung der VRM können auch zentrale Prozesse vorgesehen werden. Im Unterstützungsbereich ist exemplarisch der Betrieb der VRM-Plattform vorgesehen.

¹⁰³⁷ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 185, Schlagheck, B. (2000), S. 78. Die Arbeiten verwenden den Begriff der (Referenz-)Modellierung, der als *Konstruktion* von (Referenz-)Modellen eingeführt wird. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 60, Schlagheck, B. (2000), S. 54.

¹⁰³⁸ Insbesondere eine „gleichberechtigte Bedeutung“ zwischen den Prozessen der *Entwicklung* und Anwendung in der „Referenzmodellierung“ – definiert als Prozess der *Modellentwicklung* – wird hier nicht nachvollzogen. Vgl. dazu Schlagheck, B. (2000), S. 78 in Verbindung mit Schlagheck, B. (2000), S. 54.

¹⁰³⁹ Insbesondere in einem *Ein-Kreislauf-Modell* werden diese Unterschiede nicht sichtbar. Vgl. dazu Schütte, R. (1998), S. 185, Rosemann, M., Schütte, R. (1999), S. 40. Deutlicher wird der Sachverhalt in einem *Zwei-Kreislauf-Modell*. Vgl. hierzu Schlagheck, B. (2000), S. 78. Zu beachten ist allerdings, dass dieses nur in einem der zwei Kreisläufe die *Konstruktion* von Referenzmodellen beschreibt, im anderen hingegen deren Anwendung.

¹⁰⁴⁰ Im Vorgehensmodell von SCHÜTTE wird hingegen sowohl von einem gegebenen Problem als auch einem gegebenen Referenzmodell ausgegangen. Als Start eines Anwendungszyklusses wird in Anlehnung an das SAP R/3-Referenzmodell die *Auswahl* relevanter Anwendungsbereiche aus dem als Vorgabe angesehenen Referenz-Anwendungssystemmodell beschrieben. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 313 f.

¹⁰⁴¹ Zwar geht der Diskussion zu einem spezifischen Modell dessen Einstellung in die VRM-Plattform voraus, doch ist zu berücksichtigen, dass erstens eine starke zeitliche Entkopplung beider Teilprozesse vorliegt, zweitens ein Diskurs nicht allein zu Modellen geführt werden kann und drittens der Austausch nicht allein als Vorbedingung des Diskurses dient, sondern selbst einen eigenständigen Kundennutzen erfüllt.

Zwischen den Prozessen finden typische Leistungs- und Evolutionsbeziehungen statt. Während die Leistungen entsprechend der Kunden-Lieferantenbeziehungen der Prozesse ausgetauscht werden, sind Evolutionsbeziehungen weniger exakt zu lokalisieren. Kennzeichnend ist, dass sie in der Abstimmung der Prozesse untereinander stattfinden und sowohl durch die Planung und Prüfung als auch durch die Durchführung einzelner Konstruktionsprozesse beeinflusst werden. Ihre Koordination erfolgt im VRM-System.

Im Folgenden ist auf Besonderheiten einzugehen, die sich innerhalb der Einheiten des Ordnungsrahmens hinsichtlich der Verteilung der Konstruktionsprozesse ergeben. Ein besonderes Augenmerk ist dabei auf das Zusammenspiel der Beiträge in dem organisations-, modell-, methoden- und technologiebezogenen Aspekt zu richten, um den *Fit* der Gestaltungsbereiche hinsichtlich Ausführung von Konstruktionsprozessen herzustellen. Zur Konkretisierung der Problemlösungstechnik ist zwischen der Konstruktion *von* RMK und der Konstruktion *mit* RMK zu differenzieren. Da die Besonderheiten der Konstruktion mit RMK in den Prozessen der Referenzmodellkombination und der Anwendungsmodellableitung gleichgelagert sind, werden sie zusammenfassend vorgestellt. Als abgeschlossener Prozessbereich der Koordination wird der Austausch von Referenzmodellen vorgestellt.¹⁰⁴²

6.2.2 Konstruktion von RMK

6.2.2.1 Planung und Prüfung der Referenzmodellkonstruktion

Typisch für Planungsprozesse der Konstruktion von Referenzmodellen im VRM-System ist es, nicht in einer singulären Problemdefinition anzusetzen, sondern eine Planung durchzuführen, in der einzelne Vorhaben sachlich und zeitlich in ihrem relevanten Umfeld des Modell- und Akteursystems abgestimmt werden. Hieraus ergeben sich Konsequenzen für den Rahmen sowie die Ausführung von Planungen und Prüfungen.

Rahmen für Planungen und Prüfungen

Die auf der VRM-Plattform als Systemstrukturdaten erfassten Standards bilden einen Rahmen, in den auch einzelne Planungen und Prüfungen in einer einheitlichen und bewährten Terminologie eingebettet werden.¹⁰⁴³ Von Bedeutung sind hier insbesondere der Kontext und die Ziele eines Segments, die sich jeweils auf normierte Begriffe stützen. Sie werden durch Präsentationsdienste transparent und durch Diskussionsdienste Abstimmungsprozessen unterzogen. Abb. 118 zeigt am Beispiel der Begriffsbildung einen auf den Kontext gerichteten Diskurs auf der VRM-Plattform referenzmodelle.de, die nachfolgend hinsichtlich ihres Beitrags für Planungen und Prüfungen erörtert wird.

¹⁰⁴² Die übrigen Prozesse der Koordination werden in ihrem Einsatz aus Konstruktionsprozessen heraus vorgestellt.

¹⁰⁴³ Die Strukturdaten sind in der Rahmengestaltung des technologiebezogenen Aspekts eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 5.2.4.2 dieser Arbeit. Sie umfassen aus Sicht der Planung insbesondere den Kontext und die Ziele, die sich jeweils auf normierte Wörter stützen. Der Kontext wird mit der in der Rahmengestaltung des methodischen Aspekts eingeführten Darstellungstechnik zur merkmalsgestützten Kontextdarstellung konstruiert. Vgl. hierzu Kapitel 5.2.3.2 dieser Arbeit.

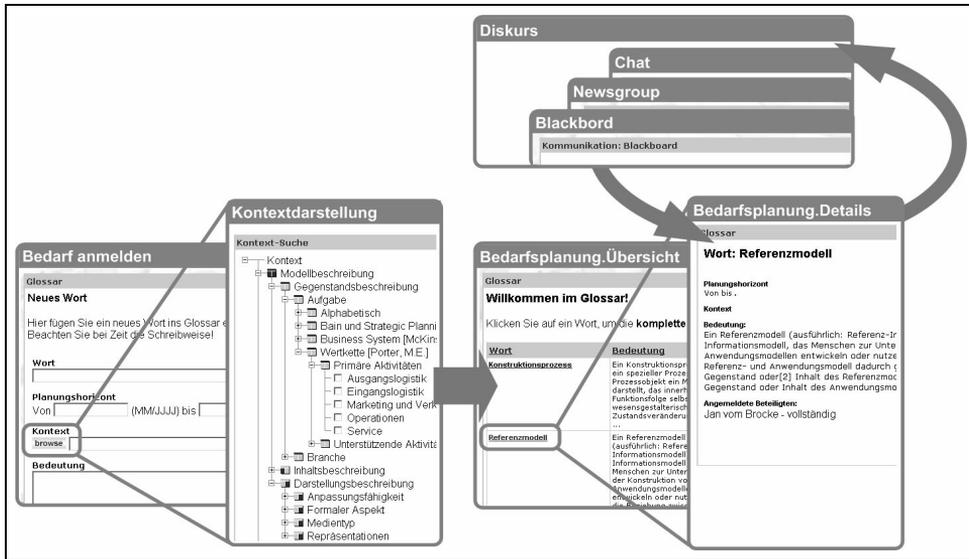


Abb. 118: Administration, Präsentation und Diskurs des Rahmens für Planungen und Prüfungen am Beispiel der Begriffsbildung bei referenzmodelle.de

Durch die Kontextdarstellung wird ein Beitrag zu den Problemen der Findung von Differenzierungskriterien und Namenskonventionen geleistet, die in Vorgehensmodellen des State-of-the-Art hinsichtlich der Problemdefinition beschrieben werden.¹⁰⁴⁴ So erfolgt im Zuge der Evolution eine permanente Entwicklung der Terminologie. Sie umfasst die zeit- und kontextspezifische Erklärung von Wörtern, ihre Verwendung zur Bildung von Merkmalen und Merkmalsausprägungen, deren aspektorientierte Zusammenhänge sowie ihre zweckspezifische Verwendung zur Beschreibung von Sachverhalten. Für Namenskonventionen ist ein entsprechendes Forum einzurichten. Die VRM-Plattform ermöglicht zudem die Präsentation der einzelnen Bestandteile der Terminologie und bietet Diskursdienste zu jedem einzelnen Eintrag. Die Entscheidung über Bedeutungsänderungen ist durch eine autorisierte Instanz im betroffenen Segment des VRM-Systems vorzunehmen. Änderungshinweise sind sämtlichen Mitgliedern bekannt zu geben, die relevanten Interessengruppen angehören.¹⁰⁴⁵

Nach dem gleichen Prinzip sind Abstimmungsmöglichkeiten über die in einem Segment gültigen Ziele vorzunehmen. Auch sie werden präsentiert, hinsichtlich ihrer Bedeutung erklärt und zum Diskurs gestellt. Neben „produktiven“ Zielen, die zeit- und kontextspezifisch als gültig vereinbart sind, können Akteure weitere Zielsysteme vorschlagen, die in den Diskurs eingehen und zur Evolution der Zielfindung beitragen.

Ziele dienen neben der Prüfung von Modellen auch dazu, einen *zielspezifischen Diskurs* über Themen zu führen. Beispielsweise kann ein Diskurs über die Bewertung alternativer Darstellungstechniken und ihrer Anwendung gegenüber den GoM vorgenommen werden.

¹⁰⁴⁴ Vgl. hierzu die Untersuchungsergebnisse des State-of-the-Art der Referenzmodellierung in Bezug auf die Problemlösungstechniken im methodenbezogenen Aspekt der Prozessgestaltung in Kapitel 4.3.4 dieser Arbeit. Auf die Probleme wird insbesondere beim Vorgehensmodell von SCHÜTTE hingewiesen. Vgl. hierzu Kapitel 4.3.4.2 dieser Arbeit.

¹⁰⁴⁵ Die Relevanz der Interessengruppen kommt bei der merkmalsgestützten Kontextdarstellung dadurch zum Ausdruck, dass die Profile der Mitglieder die Bildungsbedingung des relevanten Clusters erfüllen. Vgl. hierzu Kapitel 5.2.3 dieser Arbeit.

Auf diese Weise können Erkenntnisse über die Präferenzstrukturen der Akteure zur Gestaltung perspektivenspezifischer Referenzmodelle gewonnen werden.

Ablauf von Planungen und Prüfungen

Zur sachlichen und zeitlichen Einbettung einzelner Konstruktionen in ihrem relevanten Umfeld sind Bedarfsplanungen (Konstruktionsbedarfsplanung) vorzusehen, aus denen heraus Konstruktionsprozesse ausgelöst werden, die hinsichtlich ihrer Durchführung ebenfalls durch Planungen und Prüfungen mit dem Umfeld abzustimmen sind (Konstruktionsdurchführungsplanung und -prüfung). Das Zustandekommen sowie auch die Ausführung von Planungen kann in den Netzwerkmechanismen auf unterschiedliche Weise erfolgen. So können z. B. einzelne Konstrukteure ein Projekt planen oder auch potenzielle Nutzer aus individuellen Problemen heraus einen Bedarf deklarieren, der ggf. gehäuft auftritt und somit Anlass zur Entwicklung eines Referenzmodells gibt. Trotz der verschiedenen Detailabläufe kann der Fortschritt der Planungen anhand kritischer Planungszustände strukturiert werden, für die typische Planungsfunktionen bestimmt werden können. Die Zustände und Funktionen werden konzeptionell sowie zur Veranschaulichung hinsichtlich ausgewählter Dienste der VRM-Plattform referenzmodelle.de vorgestellt.

Den Ausgangspunkt jedes Konstruktionsvorhabens bildet ein Konstruktionsbedarf, der anhand von *Bedarfsprofilen* operationalisiert wird. Diese beschreiben den Bedarf somit hinsichtlich relevanter Merkmale und Merkmalsausprägungen und positionieren ihn zugleich im Raum des VRM-Systems. Aufzunehmen in die Profile sind vor allem Merkmale zur Beschreibung des *Gegenstands*, des *Inhalts* und der *Darstellung* des zu konstruierenden Modells.¹⁰⁴⁶ Die Durchführung einer Problemdefinition liefert die Beschreibung eines *Bruttokonstruktionsbedarfs*. Entgegen bisheriger Ansätze sind diesem zur zeitlichen und sachlichen Abstimmung der vorliegende Modellbestand sowie laufende Konstruktionsprozesse und andere deklarierte Bedarfe des relevanten Clusters gegenüberzustellen. Auf der VRM-Plattform sind zur Unterstützung derartiger Differenzanalysen Abfragemöglichkeiten zu bieten, mit denen auf Basis der Profile von Bedarfen, Modellen und Projekten Verfügbarkeitsprüfungen durchgeführt werden können. Auf Basis der merkmalsgestützten Kontextdarstellung werden nach dem Prinzip der dezentralen Cluster-Bildung auch solche Ergebnisse gefunden, in denen lediglich in einzelnen Merkmalsausprägungen Übereinstimmungen vorliegen und die somit gegenüber dem Bedarf in einer Analogiebeziehung stehen. Ausgehend von einer gegebenen Merkmalskonfiguration können Variationen der Restriktion vorgenommen werden, die in Eingrenzungen oder Ausweitungen der Ergebnismenge resultieren. Hierbei können mit den Merkmalen die *Dimensionen*, nach denen die Abfrage erfolgt, variiert werden, während mit Merkmalsausprägungen und den auf ihnen gebildeten Hierarchien *Schnittlegungen* entlang der Dimensionen vorgenommen werden können.¹⁰⁴⁷

In Abb. 119 wird die Umsetzung dieses Konzepts auf der VRM-Plattform referenzmodelle.de veranschaulicht.

¹⁰⁴⁶ Gegenstand, Inhalt und Darstellung sind als standardisierte Modellebenen ermittelt worden. Vgl. hierzu Kapitel 2.1.2 dieser Arbeit. Die Unterscheidung prägt auch den Ordnungsrahmen von RMK, in dessen Schnittstelle jede RMK anhand von gegenstands-, inhalts- und darstellungsbezogenen Merkmalen beschrieben wird. Vgl. hierzu Kapitel 6.1.1 dieser Arbeit.

¹⁰⁴⁷ In der Rahmengestaltung ist aufgezeigt worden, wie durch Anwendung der Methode zur Kontextdarstellung der Raum der VRM nach dem Strukturkonzept der *Dimensionalisierung* aufgebaut wird. Zum Strukturkonzept der Dimensionalisierung vgl. Holten, R. (1999), S. 82 ff. sowie die Gestaltung in Kapitel 5.2.3.2 dieser Arbeit.

The screenshot shows the website **referenzmodelle.de** with a search interface. The main content area is titled **Kontext-Suche** and features a hierarchical tree structure for searching models. The tree is expanded to show the following categories:

- Kontext
 - Modellbeschreibung
 - Gegenstandsbeschreibung
 - Aufgabe
 - Alphabetisch
 - Bain und Strategic Planning Associates
 - Business System [McKinsey]
 - Wertkette [Porter, M.E.]
 - Primäre Aktivitäten
 - Unterstützende Aktivitäten
 - Beschaffung
 - Human Resource Management
 - Technologische Entwicklung
 - Unternehmensinfrastruktur
 - Branche
 - inhaltsbeschreibung
 - Darstellungsbeschreibung
 - Organisationsbeschreibung

Below the tree, there is a search form with the following sections:

- Volltext:** A text input field.
- Suchraum:** A grid of checkboxes for refining the search:
 - Projekte suchen
 - Projekte über Schlagworte suchen
 - Themen suchen
 - Themen über Schlagworte suchen
 - Modelle suchen
 - Modelle über Schlagworte suchen
 - Personen suchen
 - Personen über Schlagworte suchen
 - Gruppen suchen
 - Gruppen über Schlagworte suchen
- Zeitbezug:** A section for date filtering:
 - Datum berücksichtigen
 - zwischen und
- abschicken**: A button to execute the search.

At the bottom, there are two sections for search results:

- Themen:**
 - Personalangelegenheiten
 - Einstellung einer studentischen Hilfskraft
 - Ertelung eines Lehrauftrages
 - Reisekostenerstattung
 - Stellenbewirtschaftung einer Assistentenstelle (C1)
 - Zuweisung einer Dauerstelle
- Modelle:**
 - Verhaltensmodell zur Einstellung einer SHK
 - Verhaltensmodell zur Reisekostenerstattung
 - Verhaltensmodell zur Stellenbewirtschaftung einer Assistentenstelle

Abb. 119: Verfügbarkeitsprüfung zur Bedarfsplanung bei referenzmodelle.de

Aufgrund der komponentenorientierten Struktur der Modelle kann die Prüfung differenzierte Ergebnisse liefern. Teile des Bruttobedarfs sind durch Wiederverwendung verfügbarer Modelle zu decken, die durch Austauschprozesse zugänglich zu machen sind. Der in anderen Teilen verbleibende Nettobedarf kann sowohl Neu- als auch Änderungsbedarfe umfassen.

Identifizierte Bedarfe sind in der VRM-Plattform zu deklarieren und somit anderen Akteuren des gleichen Segments bekannt zu geben, damit sie die zukünftige Entwicklung des Modellbestands in Konstruktionsprozesse einbeziehen können (Evolution). Der Dienst zu Bedarfsdeklaration bei referenzmodelle.de wird in Abb. 120 dargestellt.

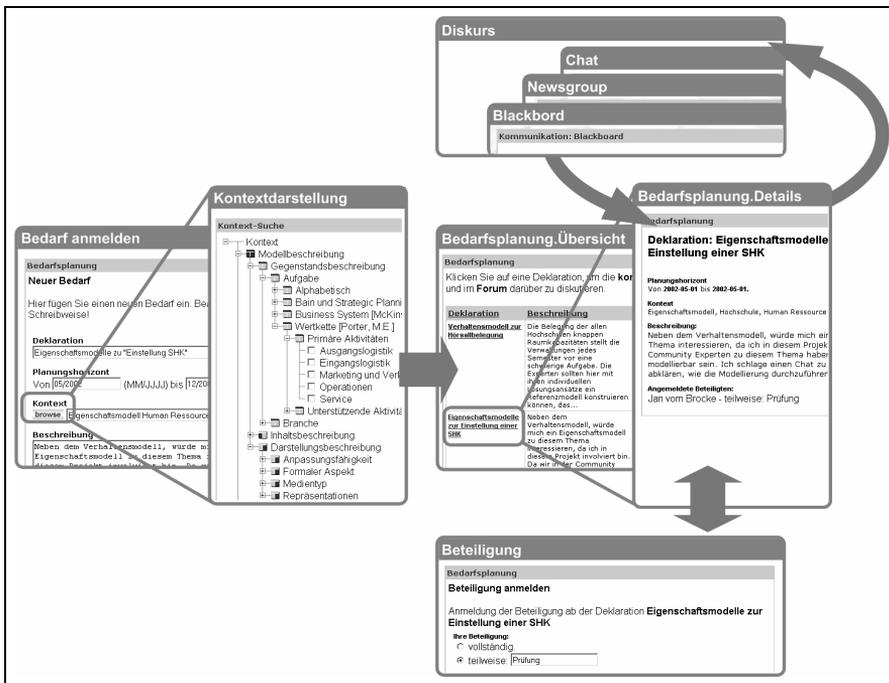


Abb. 120: Verteilte Bedarfsdeklaration bei referenzmodelle.de

Die *Bedarfsdeklaration* erfolgt durch Erfassung des Nettobedarfsprofils sowie durch zusätzliche Beschreibungen. Akteure haben daraufhin die Möglichkeit, hinsichtlich des Bedarfs in Diskurs zu treten und sich zur Teilnahme am Konstruktionsprozess bereit zu erklären. Somit ist zugleich der Bedarf sowie die begonnene Konstruktionsaktivität deklariert, womit in anschließenden Planungen nicht nur bereits erstellte Referenzmodelle, sondern ebenfalls die in der Konstruktion befindlichen Modelle im Bestand berücksichtigt werden. Um darüber hinaus auch Konstruktionsvorhaben zu erfassen, die nicht auf Basis der VRM-Plattform koordiniert werden, ist ein Verzeichnisbereich zur Deklaration externer Projekte vorzusehen. Diese Projekte sind ebenso wie interne Bedarfe im Kontext des VRM-Systems zu klassifizieren. Zu präsentieren sind Beschreibungen sowie Referenzen auf Projektinformationen und Ansprechpartner.

Die Bedarfsplanung liefert durch die beschriebene Vorgehensweise zugleich wesentliche Teile der *Problemtypisierung*, die in differenzierten Schritten verfeinert werden können.¹⁰⁴⁸ Die Problemtypisierung wird hier multikriteriell vorgenommen und durch die Bedarfsprofile beschrieben. Dem Problem eines fehlenden Standards hinsichtlich der Differenzierungskriterien wird begegnet, indem die Kontextstruktur zum einen expliziert wird und zum anderen durch die Dienste der VRM-Plattform zum Diskurs steht, sodass segmentspezifisch gemeinsame mentale Modelle entwickelt werden können. Sie werden somit evolutionär an den Zwecken und gemeinsamen mentalen Modellen von Akteuren in einzelnen Segmenten der VRM ausgerichtet (common sense). In der VRM ist somit die Möglichkeit gegeben, kontextspezifische Standards zu etablieren, die insbesondere durch Abstimmungsprozesse in der sozialen und der normativ-kulturellen Netzwerkdimension gefördert werden.

¹⁰⁴⁸ Die Problemtypisierung ist Teil der Phase der *Problemdefinition* im Vorgehensmodell von SCHÜTTE. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 205 f. sowie die Untersuchungsergebnisse zum State-of-the-Art zur Referenzmodellierung hinsichtlich der Problemlösungstechniken in Kapitel 4.3.4 dieser Arbeit.

Als Ausgangspunkt der *Konstruktionsdurchführungsplanung* liegt ein Nettobedarf vor, der hinsichtlich *gegenstands-, inhalts- und darstellungsbezogener* Merkmale beschrieben ist und in Bezug auf dessen Bedeutung segmentspezifisch gemeinsame Vorstellungen herrschen. Der Bedarf bezieht sich zudem auf einen Planungshorizont, in dem auch die offenen und geplanten Vorhaben berücksichtigt werden. Zur Deckung des Bedarfs sind Abstimmungen vorzunehmen, in denen die *Verteilung* der Konstruktionsprozesse geplant wird, die zur Bedarfsdeckung vorzusehen sind.¹⁰⁴⁹ Hierbei ist – je nach Umfang der Planung – einer *inkrementellen* Vorgehensweise zu folgen. Demnach wird ein Gesamtbedarf zeitlich und sachlich auf Teilbedarfe aufgeteilt, die einzelnen Konstruktionsprozessen als Sollprofile vorgegeben werden. Sie dienen sowohl zur Operationalisierung der Vorgaben einzelner Prozesse als auch zur Koordination gegenüber anderen Planungen.

Während der Durchführung der Konstruktion wird die Lenkung der Prozesse durch permanente *Konstruktionsprozessprüfung* fortgesetzt. Hierzu werden die Konstruktionsergebnisse in ihren Entwicklungsstadien sowohl untereinander als auch gegenüber anderen Modellen abgeglichen und vor allem kritischen Prüfungen relevanter Interessengruppen im VRM-System unterzogen. Als Konsequenzen der Prüfungsergebnisse sind sowohl Korrekturen der Konstruktion als auch der Planung vorzunehmen. Die kontinuierliche Prüfung ist erforderlich, um auch den Konstruktionsprozess in seinem Verlauf an die Entwicklung von Anforderungen anzupassen. Durch die Kontinuität können zum einen frühzeitig Beurteilungsergebnisse in die Konstruktion einbezogen werden, die während der Dauer der Konstruktion an wandelnde Anforderungen angepasst werden. Zum anderen wird durch das Fortschreiten der Konkretisierung die mögliche Strenge der Prüfung erhöht. Die Grundlage der Prüfprozesse schaffen die Koordinationsprozesse des Netzwerks, die auf Basis der VRM-Plattform auch die in der Entwicklung befindlichen Konstruktionsergebnisse austauschen und zum Diskurs stellen. Erfolgt die Konstruktion komponentenorientiert, wird durch die Kapselung zugleich die Prüfbarkeit erhöht, die im Ansatz von POPPER für den Bewährtheitsgrad ausschlaggebend ist.¹⁰⁵⁰

6.2.2.2 Konstruktion des Referenzmodellrahmens

Mit der Konstruktion des Rahmens ist das Referenzmodell hinsichtlich des Gegenstands im Außenverhältnis abzugrenzen¹⁰⁵¹ sowie im Innenverhältnis durch Differenzierung von Varianten und Perspektiven zu konstruieren. Der auszugrenzende Gegenstand in der Rahmenkonstruktion entspricht dem Sollprofil der vorausgegangenen Planung, sodass die Merkmalsausprägungen als Ausgangspunkt der Konstruktion in das Istprofil des zu konstruierenden Referenzmodells zu übernehmen sind.

Die Konstruktionsprozesse folgen einem typischen Ablauf: Zunächst ist ein *Rahmenstrukturtyp* zu wählen und anschließend die Spezifikation des *Gegenstands* und des *Inhalts* so-

¹⁰⁴⁹ Sie können zentral und dezentral erfolgen und z. B. auf die in der Bedarfsdeklaration möglicherweise annoncierten Beteiligungsinteressen zurückgreifen. Die Möglichkeiten der zentralen und dezentralen Koordination sind mit der Einführung der Konzeption der VRM vorgestellt worden. Vgl. hierzu Kapitel 5.1.2 dieser Arbeit.

¹⁰⁵⁰ Der von POPPER verwendete Begriff des *Bewährtheitsgrades* ist in der Untersuchung des Gestaltungspotenzials der Referenzmodellierung eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 4.6 dieser Arbeit. Vgl. auch die Ausführungen zur Wirkung der Verteilung von Konstruktionsprozessen auf den Bewährtheitsgrad von Referenzmodellen in der Einführung des Konzepts der VRM in Kapitel 5.1.2 dieser Arbeit.

¹⁰⁵¹ Aufgrund des Zusammenhangs zwischen *Inhalt* und *Gegenstand* sowie ihrer Zustandsabhängigkeit ist hier *nicht* davon auszugehen, den Ergebnisgegenstand des Referenzmodells vollständig zu erfassen. Vielmehr ist der *geplante* Ergebnisgegenstand gegenüber anderen wahrgenommenen Gegenständen abzugrenzen. Der Zusammenhang zwischen Inhalt und Gegenstand ist in der prozessorientierten Interpretation des Modellbegriffs erarbeitet worden. Vgl. hierzu Kapitel 2.1.2 dieser Arbeit.

wie der möglicherweise zu berücksichtigenden *Varianten* und *Perspektiven* vorzunehmen.¹⁰⁵² Hinsichtlich der Ausführung der einzelnen Funktionen ist zwischen Prozessen zur Konstruktion einer einzelnen RMK und den von Ordnungs- sowie den von Konstruktionsystemen zu differenzieren.

Rahmen für RMK

Die Konstruktion des Referenzmodellrahmens einer einzelnen RMK stellt einen Sonderfall dar, in dem der Rahmenstrukturtyp unmittelbar durch die Darstellungstechnik der RMK gegeben ist. Für eine einzelne RMK ist der Rahmen durch die Anwendung der Darstellungstechnik für RMK gegeben. Zum Gegenstand werden relevante Inhalte und – sofern Perspektiven zu planen sind – auch Darstellungen deklariert. Repräsentiert werden sie jeweils durch die Angabe einer Signatur und durch die Spezifikation anhand von Merkmalsausprägungen. Weitere Ordnungseinheiten können in Abhängigkeit des Modellzwecks unter besonderer Berücksichtigung personenbezogener Anforderungen als Erweiterungssichten eingeführt und durch charakterisierende Merkmale beschrieben werden.

Durch die Komponentenstruktur und die auf ihr eingeführten Konstruktionstechniken kann jede RMK Varianten ausbilden. Gegenüber dem State-of-the-Art können Konstruktionstechniken ausgewählt werden, die sich angesichts des Anwendungszwecks des Referenzmodells als vorteilhaft erweisen.¹⁰⁵³ Über die geplante Variantenkonstruktion durch *Konfiguration* hinaus bieten sich weitere Möglichkeiten, z. B. Änderungen und Erweiterungen von RMK durch *Spezialisierungen*, Kombinationen mit anderen RMK durch *Aggregationen*, Anpassungen von Rahmenmodellen durch *Instanziierungen* sowie die Übertragung des Referenzmodells als Muster in *Analogiekonstruktionen*.¹⁰⁵⁴

Werden RMK zu mehreren Gegenständen zusammengefasst, stellen sich zusätzliche Fragen hinsichtlich der Rahmenbildung. Dabei ist auf die besonderen Anforderungen in Ordnungs- und Konstruktionssystemen einzugehen.

Rahmen für Ordnungssysteme

Mit der Bildung des Rahmens von Ordnungssystemen ist der Beitrag der im System zusammengefassten RMK zum insgesamt erfassten Gegenstandsbereich zu dokumentieren. Hierzu eignen sich sowohl Methoden zur Konstruktion von Ordnungsrahmen als auch kreativ erstellte Ordnungsrahmen.

In Methoden zur Konstruktion von Ordnungsrahmen sind Sprachkonstrukte zur Identifikation und Strukturierung von RMK vorzusehen. Da Ordnungssysteme auch zur Zusammenstellung von Komponenten für Klassen unternehmensspezifischer Modelle dienen, sind ebenso Konstrukte zur Variantendarstellung sowie zur Differenzierung zwischen Perspektiven zu berücksichtigen. Eine Darstellungstechnik, die diesen Anforderungen gerecht wird, ist die in Abb. 121 dargestellte merkmalsgesteuerte *Komponentenauswahlmatrix*.¹⁰⁵⁵

¹⁰⁵² Durch die Entkopplung der Konstruktionstechnik von dem verfolgten Konstruktionszweck und der damit gebotenen Vielfalt an Konstruktionstechniken zur Ableitung von Anwendungsmodellen ist im System der VRM – entgegen bisheriger Vorgehensmodelle – die Vergabe von Variantenmerkmalen und deren -ausprägungen nur im Fall geplanter Variantenbildungen vorzunehmen.

¹⁰⁵³ Bei der Auswahl der Techniken können die Beurteilungen der Vorteilhaftigkeit einzelner Techniken in Konstruktionsprozessen entlang der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung genutzt werden. Vgl. hierzu Kapitel 6.1.2.4 dieser Arbeit.

¹⁰⁵⁴ Die Konstruktionstechniken sind mit der Entwicklung der Darstellungstechnik für RMK eingeführt worden. Vgl. hierzu Kapitel 6.1.2.2 dieser Arbeit.

¹⁰⁵⁵ Einen anderen Ansatz zur Ordnung von Referenzmodellen stellen FETTKE/LOOS mit dem sog. *Referenzmodellkatalog* vor. Vgl. Fettke, P., Loos, P. (Katalog) (2001). Von einer Katalogisierung geht jedoch für

Die merkmalsgesteuerte Komponentenauswahlmatrix verbindet die Gestaltungsempfehlungen der Prozess- und Prozessobjektauswahlmatrizen mit den in der Literatur zur *komponentenorientierten Anwendungssystementwicklung* vorgeschlagenen morphologischen Matrizen.¹⁰⁵⁶ Die Strukturierung erfolgt unter Nutzung der Technik zur Kontextdarstellung, durch die eine normierte Beschreibung möglich wird, die hinsichtlich Merkmalen, Merkmalsausprägungen und Aspekten sowie jeweiligen Hierarchisierungen vorgenommen werden kann. Im Rumpfbereich wird der Gegenstandsbereich des Komponentensystems strukturiert, der im Kopfbereich – je nach Modellzweck – variantenbildenden und auch perspektivenbildenden Kriterien gegenübergestellt wird.

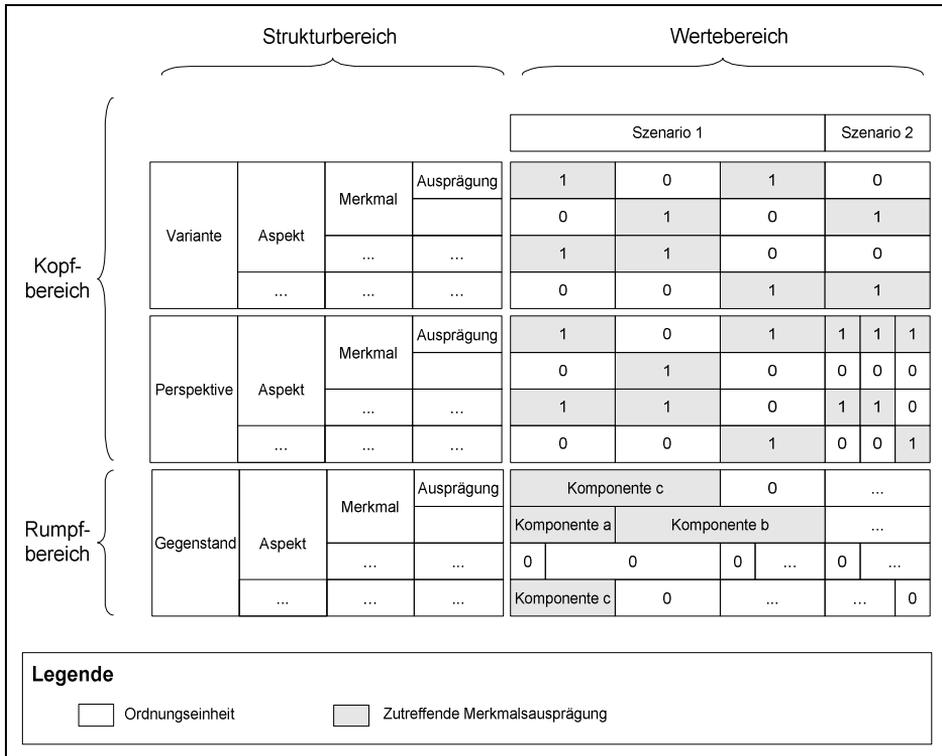


Abb. 121: Merkmalsgesteuerte Komponentenauswahlmatrix mit Variantendarstellung durch Konfiguration¹⁰⁵⁷

Zur Komplexitätsreduktion der Komponentenauswahlmatrix kann eine Zusammenfassung von Merkmalsausprägungen zu Szenarien vorgenommen werden.¹⁰⁵⁸ Einzelne Komponenten des Systems werden in den Elementen der Matrix eingetragen. Aufgrund der Wieder-

die hier verfolgten Zwecke eine zu geringe Strukturierung gegenüber dem Modellzweck aus. Solche Kataloge zielen vielmehr auf die allgemeine Beschreibung von Modellen, die in der Darstellungstechnik für RMK systematischerweise durch die merkmalsgestützte Charakterisierung in den Schnittstellenbereichen erfolgt. In einem VRM-System wird die Beschreibung zudem in die Kontextdarstellung eingebettet.

¹⁰⁵⁶ Vgl. Lang, K.-P. (1998), S. 24 ff., Ortner, E., Lang, K.-P., Kalkmann, J. (1999), S. 40. Die Prozess- und Prozessobjektauswahlmatrizen sind in der Untersuchung des State-of-the-Art der Referenzmodellierung vorgestellt worden. Vgl. hierzu Kapitel 4.3.3.4 dieser Arbeit.

¹⁰⁵⁷ Inhaltlich in Gegenüberstellung zu der von SCHÜTTE konstruierten Prozessobjektauswahlmatrix mit Merkmalskatalog. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 228.

¹⁰⁵⁸ Aspekte der Komplexitätsreduktion von Konstruktionsmatrizen sind bei der Einführung der Konfigurationsmatrix vorgestellt worden.

verwendbarkeit von Merkmalsausprägungen sowie der Darstellungsvielfalt einzelner RMK kann eine RMK für mehrere Merkmalsausprägungskombinationen zutreffen, sodass Mehrfacheintragungen möglich sind: Sofern benachbarte Felder der Matrix betroffen sind, können die Eintragungen verbunden werden (z. B. Komponente b); anderenfalls ist die wiederholte Verzeichnung einzelner RMK vorzunehmen (z. B. Komponente c). Auch muss in einem Komponentensystem nicht zu jeder Kombination eine RMK vorliegen, sodass auch Elemente als unbelegt zu kennzeichnen sind (z. B. mit dem Wert Null).

Um die Integration in Ordnungssystemen zu erhöhen, sind die auf Ebene des Ordnungsrahmens vergebenen Merkmale mit denen einzelner RMK abzustimmen. Über die Entsprechung der gegenstandsbezogenen Merkmale hinaus korrespondieren die Perspektivmerkmale mit den inhalts- und darstellungsbezogenen Merkmalen der verzeichneten RMK, die in der Schnittstelle des Ordnungsrahmens zur Charakterisierung der RMK eingeführt werden. Sie nehmen eine detailliertere Differenzierung des Gegenstands vor, als sie im Rumpfbereich der Komponentenauswahlmatrix verzeichnet wird.¹⁰⁵⁹

Trotz der strukturellen Analogie weisen Referenzmodellrahmen in dieser Form gegenüber dem nicht-komponentenorientierten Fall Besonderheiten auf. So werden *Komponenten* verzeichnet, die nach Selektion eigenständig nutzbar sind. Zudem ist die Auswahl nicht an das Prinzip der Konfiguration gebunden. Hingegen kann sowohl die Bildung als auch die Anpassung der verzeichneten Komponenten durch sämtliche der eingeführten Konstruktionstechniken erfolgen.

Neben der Verwendung einer Darstellungstechnik zur Strukturierung des Rahmens der RMK können auch die im State-of-the-Art der Referenzmodellierung vorgestellten Ordnungsrahmen verwendet werden. Hierzu sind in den Modellen komponentenorientierte Ordnungseinheiten zu bilden, denen jeweils ein oder mehrere RMK zugeordnet werden können. Bereits vorliegende Ordnungsrahmen sind hierzu in Abhängigkeit des angewendeten Gliederungsprinzips unterschiedlich gut geeignet. Als günstig erweisen sich Strukturen, in denen Einheiten nach zweckspezifischen Gegenstandsbereichen gebildet werden und jeweils Teileinheiten zur Eigenschafts- und Verhaltensbeschreibung vorgesehen sind, wie dieses z. B. beim Handels-H-Modell gegeben ist. Diese Modelle können als Referenzmodelle für stabile Strukturen von Gegenstandsbereichen dienen, zu deren Ausgestaltung RMK aus Systemen der VRM eingesetzt werden.

Rahmen in Konstruktionssystemen

Zur Konstruktion komponentenorientierter Systeme sind RMK in Konstruktionsbeziehungen zusammenzuschließen, sodass Konstruktionssysteme gebildet werden. Zwei besondere Prinzipien der Systembildung sind herauszustellen:

- (1) **Koordinationskomponente:** Für die Kombination der Komponenten auf Ebene n wird auf Ebene $n+1$ eine neue Komponente konstituiert, deren Zweck in der aufgabenspezifischen Koordination der Komponenten auf Ebene n besteht. Je nachdem, worin die Koordinationsaufgabe besteht, können *Workflow-* und *Architekturkomponenten* unterschieden werden.¹⁰⁶⁰ Während die Komponenten bei Workflow-RMK *verhaltensorientiert* gesteuert werden, liegt bei Architektur-RMK eine *eigenschaftsorientierte* Abstimmung vor.

¹⁰⁵⁹ Hierzu zählen insbesondere solche Merkmale, die eingeführt werden, um Facetten des Modellgegenstands im Innenverhältnis zu beschreiben. Vgl. hierzu die Spezifikation der gegenstandsbezogenen Schnittstelle bei der Einführung des Ordnungsrahmens für RMK in Kapitel 6.1.1.2 dieser Arbeit.

¹⁰⁶⁰ Die Unterscheidung steht in Analogie zur Terminologie komponenten- und musterorientierten Anwendungssystementwicklung. So korrespondiert z. B. das Verhältnis der Workflow-RMK gegenüber den von ihr koordinierten RMK mit der Koordination von *Entity Beans* durch *Session Beans* im Konzept der *Enterprise JAVA Beans (EJB)*. Zur Architektur-RMK finden sich Entsprechungen in *San Francisco Framework*, in dem *Structural Patterns* differenziert werden. Vgl. Carey, J., Carlson, B., Graser, T. (2000), S. 8. Vgl. analog zu CORBA Design Patterns Mowbray, T. J., Malveau, R. C. (1997), S. 189 ff.

- (2) **Administrationskomponente:** Die Verwendung von Kooperationskomponenten ermöglicht es, für typische abstimmungsrelevante Gegenstände wieder verwendbare Administrationskomponenten zu konstruieren. In Abhängigkeit ihres Beitrags im Komponentensystem können *Service-* und *Frameworkkomponenten* unterschieden werden. Während *Service-RMK* einen typischen Dienst realisieren, wird mit *Framework-RMK* ein *Spektrum* von Diensten zur Unterstützung einer typischen Gesamtaufgabe zusammengestellt. Durch Nutzung der Instanzierungstechnik können – nach dem Vorbild der Anwendungssystementwicklung – *Framework-RMK* entwickelt werden, in die zur Anpassung andere *RMK* eingebettet werden („plug in“).

RMK-Systeme entstehen somit durch mehrstufige Komposition von *Framework-*, *Service-* und individuell konstruierten Komponenten, die durch Architektur- und Workflow-RMK bezugssystemspezifisch durch Konstruktionstechniken zusammengestellt werden. Zur Visualisierung der Beziehungen zwischen *RMK* sind *RMK-System-Diagramme* (kurz *RMK-Diagramme*) einzuführen.¹⁰⁶¹ In Abb. 122 werden grundlegende Sprachkonstrukte zusammengestellt und anhand eines Beispiels demonstriert.

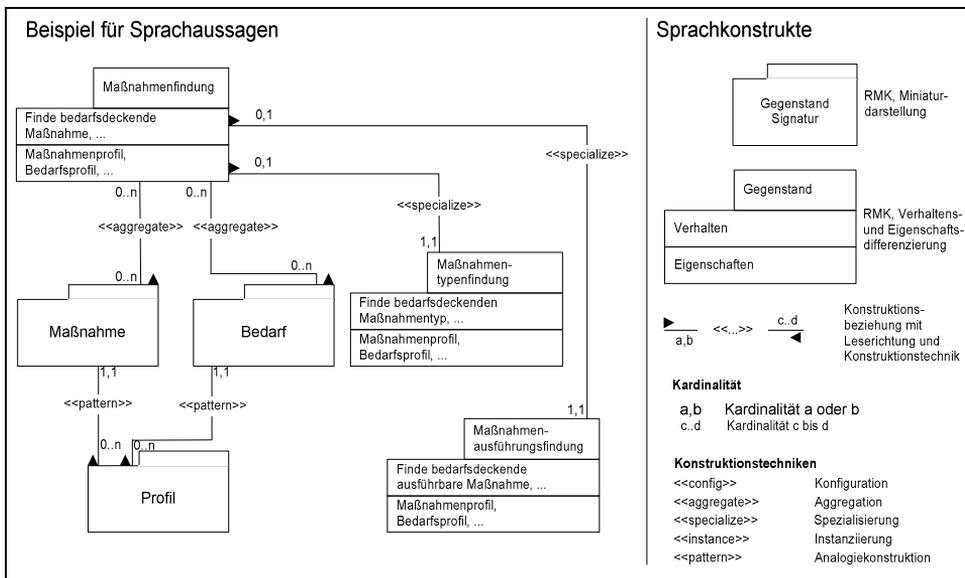


Abb. 122: Sprachelemente eines RMK-Diagramms

RMK-Diagramme bieten Sprachkonstrukte zur Darstellung einzelner RMK sowie ihrer Beziehungen untereinander. Die Symbole für RMK stellen Miniaturen der Schnittstellen des Ordnungsrahmens für RMK dar, die bis zur vollständigen Schnittstellenspezifikation ausgebaut werden können. Die Beziehungen entsprechen den in der Darstellungstechnik zur RMK eingeführten Kennungen einzelner Konstruktionstechniken. Mit der Anwendung der Diagramme werden RMK-Modelle konstruiert. Sie beschreiben Graphen, deren Elemente *Komponenten* darstellen, die durch Kanten miteinander verbunden sind. Werden in der Konstruktion ausschließlich Aggregationsbeziehungen dargestellt, beschreibt das

¹⁰⁶¹ Sie stehen in Analogie zu den in der UML verwendeten Komponentendiagrammen, in denen allerdings unter Komponenten eine ausführbare und austauschbare Softwareeinheit verstanden wird. Vgl. Oesterreich, B. (2001), S. 254 f., Dumke, R. R. (2002). Hier werden hingegen Informationsmodellkomponenten, speziell RMK, dargestellt und hinsichtlich der für diese eingeführten Konstruktionsbeziehungen miteinander verbunden.

RMK-Modell eine Art *Stückliste* aggregierter Komponenten, auf deren Grundlage auch Komponentenverwendungsnachweise und Komponentenbedarfe auszuweisen sind.¹⁰⁶²

Orientierungshilfen zur Systemstrukturierung

Die Konstruktion des Rahmens von RMK-Systemen erfordert eine kreative Konstruktionsleistung, deren Anforderung mit zunehmendem Umfang des zu konstruierenden Systems steigt. Eine vergleichbare Situation stellt sich bei der Identifikation von *Klassen* in Konstruktionsprozessen objektorientierter Referenzmodelle. Begünstigend erweist sich bei RMK-Systemen jedoch die weit höhere Abstraktionsebene, durch die die Anschaulichkeit der Einheiten erhöht wird. Die Möglichkeit der bezugsebenenspezifischen Aggregation und Disaggregation der RMK wirkt zudem komplexitätsreduzierend.

Eine weitere Orientierungshilfe bietet der Kontext der VRM, in dem bereits unabhängig von einzelnen RMK logische Beziehungen zwischen Gegenstandsbereichen konstruiert werden. In Anlehnung an diese Struktur können Gegenstandsbereiche nach verschiedenen Vorgehensstrategien erschlossen werden. Neben unidirektionalem *top-down*- und *bottom-up*-Vorgehen sind auch multidirektionale Ansätze möglich. Die multifokale Netzwerkstruktur lässt insbesondere eine sog. *Multiple-Nucleus-Strategie* zu¹⁰⁶³, nach der hier verschiedene punktuell identifizierte Gegenstände sowohl top down als auch bottom up hinsichtlich ihres Gegenstandsbereichs erschlossen und untereinander bedarfsorientiert durch Aggregationen zusammengeschlossen werden. Durch die Konfrontation der Kontextstruktur mit den Bedarfen der zu konstruierenden RMK findet zugleich deren kritische Prüfung statt. Liegen Änderungsbedarfe vor, werden sie auf der VRM-Plattform diskutiert und können zu einem Wandel der Struktur führen.¹⁰⁶⁴

Auch die innerhalb des Kontextes bereits vorliegenden RMK bieten Strukturierungshilfen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass im verteilten Modellsystem grundsätzlich jeder RMK das Potenzial zukommt, als *Master-Referenzmodell* gegenüber einer Klasse anderer RMK zum Einsatz zu kommen. Insbesondere die Techniken der Konfiguration, Spezialisierung, Instanziierung und Analogiekonstruktion kommen hierzu zum Einsatz. Das Attribut *Master* wird damit nicht absolut vergeben, sondern kennzeichnet eine konstruktionsprozessspezifische Rolle eines Referenzmodells. Auch (*organisatorische*) *Basiseinheiten* leisten einen Beitrag zur Bildung von RMK-Systemen. Kontextspezifisch können auch sie auf unterschiedlichen Bezugsebenen als „Basis“ auftreten.

Die Teilprozesse zur Rahmenkonstruktion sind iterativ so lange fortzusetzen, bis als Ordnungseinheiten einzelne RMK vorliegen, die hinsichtlich der gegenstands- und inhaltsbezogenen Schnittstelle spezifiziert sind. Ist eine perspektivenspezifische Strukturierung vorgenommen worden, liegen zugleich Eintragungen der darstellungsbezogenen Schnittstelle vor. Die Spezifikationen dienen als Ausgangspunkt für die anschließende Konstruktion der Referenzmodellstruktur, innerhalb derer die Implementierung des *Wie* einzelner Komponenten erfolgt.

¹⁰⁶² Herkömmlicherweise werden Teileverwendungsnachweise und Teilebedarfe ermittelt. Das Konstrukt der Stückliste wird auch auf die komponentenorientierte Anwendungssystementwicklung übertragen. Vgl. Lang, K.-P. (1998), S. 24 ff., Ortner, E., Lang, K.-P., Kalkmann, J. (1999), S. 40.

¹⁰⁶³ Der Begriff der *Multiple-Nucleus-Strategie* stammt aus der Organisationsentwicklung und kennzeichnet hier die Initiierung von Veränderungen in vielen Bereichen gleichzeitig und deren sukzessive Ausweitung über das gesamte System hinweg. Vgl. z. B. Deppe, J. (1992), S. 852.

¹⁰⁶⁴ Bei Änderungen der Kontextstruktur sind die Beschreibungen der durch die Änderung betroffenen Sachverhalte zu prüfen. Eine organisatorisch-technische Lösung besteht in der Benachrichtigung sämtlicher Akteure, die über ihr Profil oder die von ihnen konstruierten Modelle von der Änderung betroffen sind.

6.2.2.3 Konstruktion der Referenzmodellstruktur

Zur Konstruktion der Referenzmodellstruktur sind die im Referenzmodellrahmen deklarierten Konstruktionen hinsichtlich ihrer Ausgestaltung mit einer Sprache zu beschreiben. Bei der Konstruktion von Referenzmodellen als RMK und als KMK-Systeme liegen damit gleichsam einzelne Komponenten vor, die – sofern es sich nicht um Interface-RMK handelt – hinsichtlich ihrer Darstellungen zu gestalten sind.

Die Konstruktion der Darstellung einer Komponente erfolgt in dem entwickelten Methodensystem durch Verwendung *etablierter* Darstellungstechniken, die über die darstellungsbezogene Schnittstelle des Ordnungsrahmens der RMK eingebunden werden. Von den in der Konstruktion des Rahmens vorgenommenen Spezifikationen geht hierbei eine normierende Wirkung aus. Demnach sind mit der Ausgrenzung des Gegenstands und mit der Deklaration des Inhalts inhaltliche Vorgaben für die Darstellung gemacht worden. Werden im Rahmen zugleich Perspektiven vorgesehen, liegen durch die Charakterisierung im darstellungsbezogenen Schnittstellenbereich konkrete Anforderungen hinsichtlich Anzahl und Art der anzufertigenden Darstellungen vor. Ist auf Ebene der Rahmenkonstruktion keine zweckspezifische Planung von Perspektiven vorgenommen worden, ist im Anschluss an die Konstruktion die faktisch realisierte Darstellung anhand von Merkmalsausprägungen zu spezifizieren.

Zusätzliche Beschreibungen sind vorzunehmen, wenn mit der Konstruktion der RMK eine *geplante* Variantenbildung beabsichtigt wird. Die weitestgehenden Beschreibungen sind für die *Konfiguration* vorzunehmen, indem die Relation zwischen Konfigurationsmerkmalen und spezifischen Konstruktionsaussagen herzustellen ist. Auch die *Instanziierung* fordert Beschreibungen, indem zumindest die als generisch zu behandelnden Konstruktionsaussagen zu spezifizieren sind (Generizitätsaussage). Ist eine geplante Instanziierung beabsichtigt, sind zusätzlich Varianten- und Einfügungsmerkmale zu beschreiben und für diese spezifische Einfügungskomponenten vorzuhalten („plug ins“).

6.2.2.4 Komplettierung des Referenzmodells

Mit der Komplettierung des Referenzmodells wird die Konstruktion im State-of-the-Art um *Querverbindungen* und *quantitative Größen* erweitert. Beide Aspekte sind in dem beschriebenen Vorgehen zur Konstruktion verteilter Referenzmodelle von untergeordneter Bedeutung. Ein zusätzliches Potenzial für zweckspezifische Komplettierungen wird hingegen durch die *Erweiterbarkeit* der RMK geboten.

Die geringe Bedeutung der nachträglichen Behandlung von Querverbindungen begründet sich darin, dass die *Gestaltung* von Modellbeziehungen in der VRM zum wesentlichen Konstruktionsprinzip von Referenzmodellen erhoben wird. Hier erfolgt bereits in der Bedarfsplanung die systematische Berücksichtigung des verfügbaren relevanten Modellbestands, die während der Konstruktion durch permanente Prüfungen aufrechterhalten wird. Sowohl die Prüfung als auch die Gestaltung relevanter Modellbeziehungen wird dabei durch die Darstellungstechnik der RMK unterstützt. Inhaltlich nimmt sie eine gegenüber dem Modellzweck gekapselte Sammlung von Konstruktionsergebnissen vor, sodass der Beitrag einzelner RMK für Abstimmungen leicht zu identifizieren ist. Dieses gilt umso mehr, da jede RMK durch gegenstands-, inhalts- und darstellungsbezogene Merkmale im Raum der VRM positioniert ist. Nach außen bieten RMK zudem Schnittstellen an, über die Beziehungen anhand definierter Konstruktionstechniken hergestellt werden können. Sind Referenzmodelle als Komponenten oder Komponentensysteme zu konstruieren, dürfte ein Nachbesserungsbedarf hinsichtlich der Darstellung von Querverbindungen im

Anschluss an die Konstruktion der Referenzmodellstruktur somit nur in Ausnahmefällen bestehen.

Die Aufnahme quantitativer Größen zielt darauf, den Erfolg von Referenzmodellen anhand von Messvorschriften zu testen.¹⁰⁶⁵ In der VRM wird es jedoch möglich, eine permanente *kritische Prüfung* der Referenzmodelle vorzunehmen. Quantitative Größen können diesbezüglich – insbesondere für inhaltlich schwer überschaubare Modelle – zur Unterstützung dienen. Sie sind jedoch von untergeordneter Bedeutung, da gerade RMK aufgrund ihrer Struktur eine hohe Prüfbarkeit¹⁰⁶⁶ aufweisen, sodass sie auch ohne zusätzliche Aufnahme quantitativer Größen hinsichtlich ihrer Qualität beurteilt werden können.

Demgegenüber bietet sich durch die Erweiterbarkeit des Ordnungsrahmens für RMK ein weites Spektrum zweckspezifischer Ergänzungen (Erweiterungssichten). Ein Beispiel stellen wertmäßige Betrachtungen der Referenzmodelle dar, die allerdings weniger zur Beurteilung der RMK dienen, als vielmehr das Referenzmodell um Beschreibungen ergänzen, die bei der Konstruktion von Bewertungssystemen auf Basis der abzuleitenden Anwendungsmodelle wieder verwendet werden können. Einzurichten ist hierzu eine *Wertsicht*, in der sowohl Wertspeicher einzelner Konstruktionsaussagen als auch Wertstrukturen vorzusehen sind. Wertspeicher können z. B. Kennzahlen sein, deren Messung vom Konstrukteur des Referenzmodells in einem spezifischen Zustandsübergang vorgesehen wird. Wertstrukturen können demgegenüber z. B. komplexere Kennzahlensysteme sein, zu denen eigene E-Typen zur Verdichtung einzurichten sind.

Im Anschluss an die Komplettierung des Referenzmodells liegt eine Version einer RMK vor, die in sämtlichen Aspekten des durch die Darstellungstechnik gegebenen Ordnungsrahmens beschrieben ist. Das Referenzmodell erreicht damit einen Zustand, in dem es einen besonderen Reifegrad für Austauschprozesse in der VRM aufweist.¹⁰⁶⁷

6.2.3 Austausch von RMK

Austauschprozesse stellen die wesentliche Grundlage der Wiederverwendung und Prüfung der Referenzmodelle dar. Im System der VRM wird diesbezüglich ein permanenter Abgleich von Modellzuständen angestrebt. So sollte in den unterschiedlichen Konstruktionsprozessen jeder maßgebliche Fortschritt – von Referenz- und Anwendungsmodellen – durch Einstellung einer neuen Version präsentiert werden (Upload). Die Modelle stehen permanent zum Diskurs und können bereits vor ihrer Fertigstellung kritischen Prüfungen unterzogen werden. Zugleich kann die Möglichkeit gegeben werden, Modelle im System der VRM in Konstruktionsprozessen wieder zu verwenden (Download), die somit den Ausgang für Änderungskonstruktionen bilden oder in RMK-Systemen eingesetzt werden. In der Prozessgestaltung sind hierzu im Kern informationslogistische Prozesse zu realisieren, die einen koordinierten Up- und Download von Referenzmodellen zulassen.

Die Abwicklung dieses Austausches erfolgt im Gestaltungsmix unter Nutzung der VRM-Plattform, auf der die hierzu benötigten Modell- und Strukturdaten verwaltet werden und die in den modellbezogenen Administrationsdiensten geeignete Up- und Downloadprozes-

¹⁰⁶⁵ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 300 sowie die Untersuchungsergebnisse zu den Problemlösungstechniken im State-of-the-Art der Referenzmodellierung. Vgl. hierzu Kapitel 4.3.4 dieser Arbeit.

¹⁰⁶⁶ Der Begriff der *Prüfbarkeit* ist in der Untersuchung des Gestaltungspotenzials der Referenzmodellierung in der von POPPERS verwendeten Bedeutung eingeführt worden. Vgl. Popper, K. R. (1994), S. 213 sowie Kapitel 4.6 dieser Arbeit.

¹⁰⁶⁷ Die besonderen Eigenschaften, die RMK für den Austausch von Referenzmodellen vorteilhaft erscheinen lassen, sind mit der Gestaltung des modellbezogenen Aspektes in der Rahmengestaltung vorgestellt worden. Sie begründen sich maßgeblich durch die Struktur, mit der eine Kapselung von Konstruktionsergebnissen gegenüber spezifischen Modellzwecken geschaffen wird.

se bietet. Während der medientechnische Transfer bei Einsatz einer internetbasierten Plattform unproblematisch ist, ist aus Sicht der Koordination die Beschreibung der Modelle von besonderer Bedeutung. Für den *Download* kann diesbezüglich auf einen strukturierten Modellbestand zugegriffen werden, der innerhalb des Kontexts positioniert ist und durch Dienste der Verfügbarkeitsprüfung abgefragt werden kann. Konzeptionell größere Anforderungen sind demgegenüber an den Uploadprozess zu stellen, da dort zunächst die entsprechenden Beschreibungen vorzunehmen sind. Im Folgenden wird daher ein exemplarischer Uploadprozess beschrieben. Grundlegende Vorgehensschritte werden in Abb. 123 anhand des im Prototypen *referenzmodelle.de* implementierten Prozesses veranschaulicht.

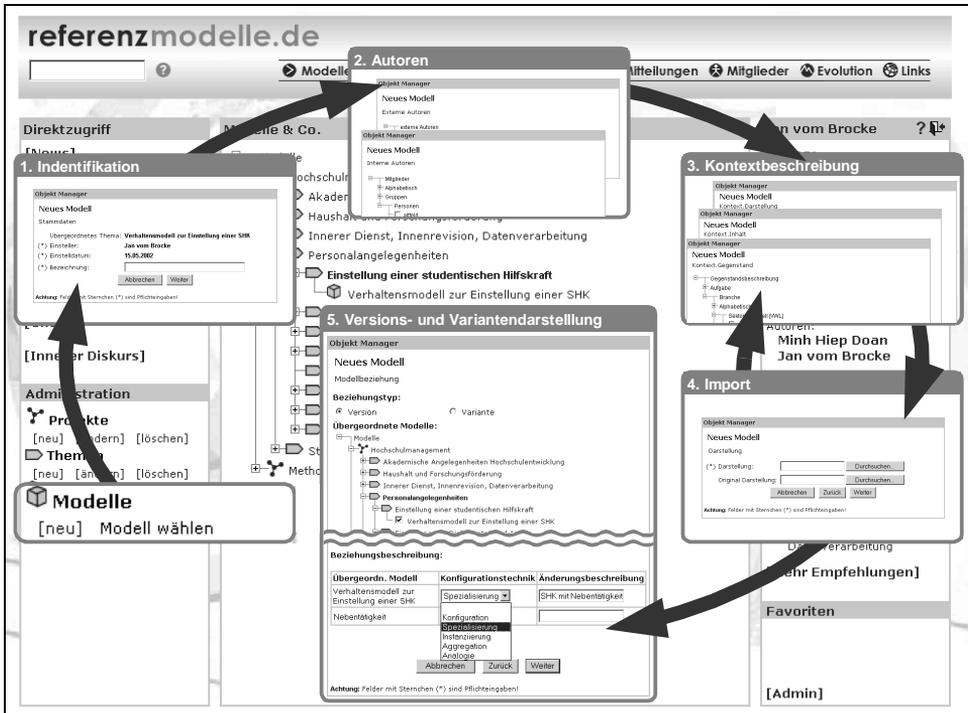


Abb. 123: Uploadprozess zum Austausch von Referenzmodellen bei *referenzmodelle.de*

Auf der VRM-Plattform ist ein Arbeitsbereich zu wählen, in den das Modell einzustellen ist (Modell neu). Identifizierende Daten zum Modell können zum Teil aus den Nutzerdaten der Arbeitssitzung übernommen werden (z. B. Einsteller). Sie sind um die Angabe einer Bezeichnung des Modells zu ergänzen (Gegenstand Beschreibung). Im nächsten Schritt sind ein oder mehrere Autoren des Modells anzugeben.¹⁰⁶⁸ Sofern sie dem betrachteten Akteursystem angehören und somit auf der VRM-Plattform als Mitglied registriert sind, können automatisiert zusätzliche Verzeichnungen vorgenommen werden: So werden z. B. Punktwerte im zugrunde liegenden Anreizsystem vergeben. Außerdem wird das Modell als Beitrag auf der Präsentationsseite des Mitglieds verzeichnet (Nickpage). Ergänzend können Autoren angelegt werden, die nicht zum Akteursystem zählen. Daraufhin erfolgt die Aufnahme des Referenzmodells in das Modellsystem, wozu dessen Einordnung im Kontext der VRM sowie der Darstellungsimpport vorzunehmen sind. Sind RMK einzustel-

¹⁰⁶⁸ Die zeitlich-sachlogische Abfolge der Schritte kann an eine aus Sicht der Usability angemessene Reihenfolge angepasst werden. Die Transaktion wird entweder vollständig ausgeführt oder zurückgesetzt.

len¹⁰⁶⁹, ist iterativ vorzugehen: Nachdem der Gegenstand des Modells gegenüber den gegenstandsbezogenen Merkmalen des Kontexts klassifiziert ist, werden wiederholt mehrere Darstellungen zum Modell eingebracht, die jeweils hinsichtlich der für sie zutreffenden inhaltsbezogenen Merkmalsausprägungen (Sicht) sowie darstellungsbezogenen Merkmalsausprägungen (Perspektive) beschrieben werden. Liegt mit dem Modell das Ergebnis einer Änderungskonstruktion vor, sind die Konstruktionsbeziehungen gegenüber anderen Referenzmodellen zu dokumentieren.¹⁰⁷⁰ Hierzu sind aus dem Arbeitsbereich Modelle zu wählen, die als Ausgangspunkt der Konstruktion des einzustellenden Modells verwendet wurden. Bei der komponentenorientierten Konstruktion von Referenzmodellen sind damit die Konstruktions-RMK zu bestimmen, zu denen die jeweils verwendete Konstruktionstechnik auszuwählen ist und hinsichtlich des Änderungszwecks dokumentiert werden kann. Standardmäßig vorgesehen sind die Konfiguration, die Spezialisierung, Aggregation, die Instanziierung sowie die Analogiekonstruktion. Im Anschluss wird das Modell in den Arbeitsbereich übernommen und kann neben Änderungen auch um weitere Darstellungen zu Inhalten ergänzt werden.

Aus organisationsbezogener Sicht empfiehlt sich die Verwendung differenzierter Arbeitsbereiche, mit denen Akteure unterschiedlicher Reichweite in den Austausch und Diskurs zum Modell einbezogen werden.¹⁰⁷¹ So kann ein Bereich zur Unterstützung der Abstimmung zwischen Akteuren einer Projektgruppe dienen, die von dort aus konsolidierte Zwischenergebnisse einem weiteren Gremium freigeben. Durch Fortsetzung dieses Prinzips kann die Publikation der Referenzmodelle in Abhängigkeit der Anzahl und Strenge der Prüfungen erfolgen, denen die Modelle standhalten. Auf diese Weise können Arbeitsbereiche differenzierter und insbesondere zunehmender Bewährtheitsgrade gebildet werden.

Eingestellte Modelle stehen zur Prüfung sowie zur Unterstützung von Konstruktionsprozessen bereit. Nun sind Besonderheiten von Konstruktionsprozessen vorzustellen, die sich bei der Konstruktion *mit* RMK ergeben.

6.2.4 Konstruktion mit RMK

6.2.4.1 Planung und Prüfung der Modellkonstruktion

Im Aufgabenbereich der Konstruktion *mit* RMK werden Konstruktionsprozesse unterstützt, für die kein vollständig komponentenorientiertes Umfeld vorausgesetzt werden kann. Die herauszustellenden Konstruktionsanforderungen stellen sich in Prozessen der Referenzmodellkombination und der Referenzmodellanwendung gleichermaßen. Durch das im Ordnungsrahmen gebildete allgemeine Strukturmuster für Konstruktionsprozesse werden Strukturanalogien deutlich. Demnach herrscht auch für die Konstruktion mit RMK in der Referenzmodellkombination und der Referenzmodellanwendung der für die

¹⁰⁶⁹ Die VRM-Plattform referenzmodelle.de ist derart entwickelt worden, dass auch Modelle in der VRM genutzt werden können, die nicht dem Muster der RMK entsprechen. Hiermit wird berücksichtigt, dass einerseits mit RMK ein idealtypisches Muster entwickelt wurde, das in praktischen Anwendungen angepasst werden kann. Zudem werden entsprechend der Überlegungen zur Anwendungssystemunabhängigkeit die Eintrittsbarrieren gering gehalten.

¹⁰⁷⁰ Mit der Dokumentation von Änderungskonstruktionen erfolgt eine Integration der verwendeten Konstruktionstechniken gegenüber einem spezifischen Konstruktionszweck. Die Struktur derartiger Darstellungen ist mit der Entwicklung der Darstellungstechnik der RMK eingeführt worden. Vgl. hierzu das *Metamodell* einer Darstellungstechnik für Änderungskonstruktionen in Kapitel 6.1.2.4 dieser Arbeit.

¹⁰⁷¹ Durch das Konzept der rekursiven Mitgliederstruktur wird privater Speicher sowohl einzelnen Konstrukteuren als auch Gruppen von diesen bereitgestellt. In Implementierungen ist auf Basis dieses Konzepts auch die selektive Freischaltung des privaten Speicherbereichs eines Mitglieds für andere Mitglieder vorzusehen.

Konstruktion von RMK beschriebene Rahmen. Die Besonderheit besteht hierbei nun darin, dass in den Konstruktionsprozessen eine Konstruktionsunterstützung durch Wiederverwendung von Inhalten der RMK angestrebt wird. Die sich hieraus ergebenden Konsequenzen sind entlang der Bereiche des Ordnungsrahmens vorzustellen.

Die Planung setzt an zweckspezifisch wahrgenommenen *Bruttobedarfen* an und ermittelt einen *Nettobedarf*,¹⁰⁷² von dem aus *Konstruktionsaufträge* als projektierte Vorgaben an die Konstruktionsdurchführung abgeleitet werden. Im Fall von Anwendungsmodellen wird in bisherigen Vorgehensmodellen davon ausgegangen, die Deckung des Bedarfs (Problemlösung) durch Anwendung *eines* für *den* identifizierten Bedarf konzipierten Referenzmodells zu erhalten, indem dort die spezifisch vorliegenden Merkmale eingestellt werden.¹⁰⁷³ Unter Nutzung des Systems der VRM kann die Planung flexibilisiert werden, indem auch für *Teile* des Bedarfs Referenzmodelle genutzt werden können, die entsprechend des situativen Bedarfs in Multireferenzmodellierungen kombiniert zum Einsatz kommen.¹⁰⁷⁴

In der Planung sind daher Verfügbarkeitsprüfungen von RMK durchzuführen, in denen ausgehend von einer auf den Gesamtbedarf gerichteten Abfrage Variationen von Merkmalen und Merkmalsausprägungen vorgenommen werden können. Entsprechend des in der Planung der Konstruktion von RMK geschilderten Vorgehens werden auf diese Weise Sollprofile zu Teilbedarfen recherchiert, die auf die Auswahl mehrerer RMK führen können. Werden zu Abfragen keine Modelle gefunden, können unter Verwendung des gleichen Profils Bedarfsdeklarationen vorgenommen werden. In diesem Fall liegen den Konstrukteuren von RMK Informationen über konkrete Bedarfe an Modellen vor. Wird der Bestand an Meldungen auf Häufungen hin untersucht, können Cluster homogener Bedarfe gebildet werden, die durch das merkmalsgestützte Verfahren konkrete Hinweise auf Kundenwünsche bieten.

6.2.4.2 Konstruktion des Modellrahmens

Führt die Planung auf den Einsatz von RMK im Konstruktionsprozess, sind sie durch Prozesse des Austausches zugänglich zu machen (Download). Hinsichtlich der Vorgehensweise ihrer Wiederverwendung in der Konstruktion des Referenz- oder Anwendungsmodellrahmens sind verschiedene Ausgangssituationen zu berücksichtigen. Folgende Typen sind herauszustellen:

Existenz eines Modellrahmens: RMK können in Konstruktionsprozessen eingebettet werden, in denen bereits Modellrahmen existieren, in die sich das Konstruktionsergebnis des Prozesses – und damit auch die Wiederverwendung der RMK – einzufügen hat.¹⁰⁷⁵ In

¹⁰⁷² Gegenüber der Konstruktionsplanung des Referenzmodells im unternehmensspezifischen Fall verstärkt sich die Problematik auseinander fallender subjektiver und objektiver Informationsbedarfe. Eine umfassende Thematisierung dieser Fragestellung wird in Arbeiten zur *Informationsbedarfsanalyse* vorgenommen. Vgl. Fn. 330 dieser Arbeit sowie Holten, R. (1999), S. 199 ff. und die dort zitierte Literatur.

¹⁰⁷³ Vgl. Schütte, R. (1998), S. 313 f.

¹⁰⁷⁴ Aufgegeben wird damit die Vorstellung einer einwertigen Beziehung zwischen Referenz- und Anwendungsmodell (1:1) gegenüber einer auf beiden Seiten gegebenen potenziellen Mehrwertigkeit (n:m).

¹⁰⁷⁵ Bei der Konstruktion von Referenzmodellen ist diese Situation typisch, wenn dem Ansatz gefolgt wird, *stabile* Strukturen der zu konstruierenden Inhalte in Ordnungsrahmen darzustellen, während die inhaltliche Ausgestaltung einzelner Ordnungseinheiten zur *Flexibilisierung* und *Qualitätssteigerung* mit RMK des VRM-Systems umgesetzt wird. Vgl. hierzu Kapitel 6.2.1 und 6.2.2 dieser Arbeit. Bei der Konstruktion von Anwendungsmodellen können individuelle Ordnungsrahmen vorliegen, die unternehmensspezifisch historisch gewachsen oder aus vorangegangenen oder übergeordneten Projekten unabhängig von Referenzmodellen entwickelt worden sind. Zur Entwicklung individueller Ordnungsrahmen vgl. Fn. 872. Da die in der Referenzmodellierung verwendeten Darstellungstechniken auch in der Organisationssystementwicklung Einzug halten, ist sogar von einer zunehmenden Verbreitung individueller Ordnungsrahmen auszugehen. Zur informationsmodellbasierten Organisationsgestaltung vgl. Kugeler, M. (2000).

diesem Fall ist eine Zuordnung der Ordnungseinheiten beider Rahmen vorzunehmen. Liegt hingegen *kein* Ordnungsrahmen vor, können RMK-Systeme zur Erstellung eines Rahmens beitragen. Anhaltspunkte über Strukturen geben sowohl Ordnungssysteme als auch Konstruktionssysteme anhand der in ihnen gebildeten Architektur-, Workflow-, Framework- und Service-RMK sowie der zwischen ihnen beschriebenen Beziehungen.

Geplante und nicht geplante Variantenbildung: Werden einzelne RMK (auch RMK-Systeme) genutzt, die für die geplante Variantenbildung konzipiert sind, ist der Rahmen des RMK-Systems durch Einstellung der im Kontext der Konstruktion zutreffenden Variantenmerkmalsausprägungen anzupassen. Durch die für RMK konzipierten Konstruktions-techniken können aber auch RMK vorliegen, deren Ordnungsrahmen unabhängig von Varianten konstruiert ist. Die RMK können in diesem Fall auch unverändert in Referenzmodellkombinationen und Anwendungsmodellableitungen übernommen werden oder sie werden im Rahmen einer Konstruktionstechnik frei verändert und anschließend gegenüber dem Konstruktionszweck als Variante dokumentiert.¹⁰⁷⁶

Im Ergebnis liegt ein Rahmen des Anwendungsmodells vor, der durch Übertragung eines oder mehrerer Rahmen von RMK-Systemen auf die Anforderungen des Kontextes der zu konstruierenden Referenz- oder Anwendungsmodelle entsteht. Da einerseits mit der Ableitung Anpassungen zwischen den RMK vorgenommen werden können, andererseits ihre Ableitung auf ein bereits existierendes Modellumfeld treffen kann, ist zu berücksichtigen, dass bereits der Anwendungsmodellrahmen möglicherweise nicht mehr in komponentenorientierter Struktur vorliegt.

6.2.4.3 Konstruktion der Modellstruktur

Mit der Konstruktion der spezifischen Modellstruktur sind die auf Ebene des Modellrahmens beschriebenen Strukturen hinsichtlich der Darstellungen zu konkretisieren. Hierzu sind die übernommenen RMK sowohl untereinander als auch gegenüber nicht-komponentenorientierten Modellen abzustimmen, um auf den Modellzweck des zu konstruierenden Referenz- oder Anwendungsmodells ausgerichtet zu werden. Folgende Besonderheiten sind zu berücksichtigen.

Variantendarstellung: Ist mit der Konstruktion der RMK eine Planung möglicher Varianten vorgenommen worden, die mit der Konstruktionstechnik der Konfiguration zu leisten ist¹⁰⁷⁷, sind in den Darstellungen der gewählten RMK die merkmalspezifischen Konfigurationsaussagen einzustellen. Darüber hinaus ist auch in jeder weiteren RMK die Möglichkeit der ungeplanten Variantenbildung gegeben, indem die Techniken der Spezialisierung, Instanzierung, Aggregation oder Analogiekonstruktion angewendet werden. Die durchgeführten Anpassungen können zur Schaffung eines Gedächtnisses über die vorgenommenen Maßnahmen nachträglich als Änderungskonstruktion dokumentiert werden.¹⁰⁷⁸

¹⁰⁷⁶ Die Varianten- und Versionsbeziehungen werden zur Integration mehrerer angewendeter Konstruktions-techniken gegenüber dem Konstruktionszweck dokumentiert. Das zugrunde liegende Metamodell für Änderungsbeziehungen ist in Kapitel 6.1.2.4 dieser Arbeit eingeführt worden.

¹⁰⁷⁷ Die Ausführungen zur Konstruktion des Referenzmodellrahmens haben gezeigt, dass durch die Entkoppelung des Konstruktionszwecks von der Konstruktionstechnik eine geplante Variantendarstellung auch dann möglich ist, wenn zur Konstruktion nicht die Konfiguration verwendet wird. So zeigt z. B. die merkmalsgesteuerte Komponentenauswahlmatrix den Fall einer *kompositionellen Variantendarstellung*.

¹⁰⁷⁸ Die Vorteilhaftigkeit einer solchen Dokumentation ist situationspezifisch zu prüfen. So empfiehlt SCHÜTTE, auf Dokumentationen dieser Art zu verzichten, da zyklisch neue Versionen von Referenzmodellen ausgerollt werden. Während diese Sichtweise bei der Annahme des Einsatzes von Referenzmodellen in ERP-Software zutreffen kann, steigt die Vorteilhaftigkeit der Dokumentation, je seltener die Versionierungen in der Anwendung genutzt werden und je umfangreicher die Anpassungen des Anwendungsmodells gegenüber dem Referenzmodell sind.

Konkretisierung von Konstruktionsbeziehungen: Bei der Konstruktion von RMK-Systemen können Abstraktionskonzepte verwendet werden, die in Anwendungsmodellen eine Konkretisierung auf Darstellungsebene erfordern.¹⁰⁷⁹ So kann z. B. in einer Koordinationskomponente eine RMK (z. B. Bedarf) durch eine abstrakte Aggregation mit unterschiedlichen Spezialisierungen mehrfach genutzt werden. Zur Runtime sind zu der RMK in jeder Spezialisierung separate Darstellungen anzulegen (z. B. Forschungsbedarf, Ausschreibungsbedarf), da faktisch unterschiedliche Sachverhalte konstruiert werden, zu denen in der Anwendung z. B. eigene Zustände zu speichern sind.

Beziehungen gegenüber Nicht-RMK: Je geringer der Anteil verwendeter RMK an der Gesamtkonstruktionsleistung ist, desto nahe liegender ist die Auflösung der Komponentenstruktur im Referenz- oder Anwendungsmodell. Die Auflösung ist durch Integration der Darstellungen vorzunehmen, die durch Übertragung des allgemeinen Integrationsprozesses für RMK unterstützt werden kann.¹⁰⁸⁰ Während bei Verhaltensmodellen durch die besonderen Eigenschaften *Verbindungen* möglich sind, sind in Eigenschaftsmodellen aufgrund fehlender Abstraktionskonzepte zumeist *Vereinigungen* vorzunehmen.¹⁰⁸¹ Die Schnittstellenspezifikation hilft bei der Auswahl der zu integrierenden Darstellungen, indem relevante Gegenstände, Inhalte und Darstellungstypen aufgezeigt werden.

6.2.4.4 Komplettierung des Modells

Die strukturanaloge Gestaltung der Konstruktionsprozesse zeigt auf, dass neben Referenzmodellen auch Anwendungsmodelle auf Vollständigkeit zu prüfen und zu komplettieren sind.¹⁰⁸² Während im Anschluss an die Konstruktion von RMK-Systemen kaum Komplettierungsbedarf besteht, sind nach der Konstruktion mit RMK integrationsfördernde Anpassungen vorzunehmen. In der Konzeption der verteilten Referenzmodellierung sind daher Prozesse zur *Adaption* des Referenz- und Anwendungsmodells vorgesehen worden. Standardmäßig sind hierzu folgende Anpassungen zu berücksichtigen.¹⁰⁸³

Querverbindungen: Der Einsatz mehrerer RMK in Referenzmodellkombinationen und Multireferenzmodellierungen erhöht den Bedarf zur nachträglichen Behandlung von Querverbindungen zwischen den Modellen. Sie bestehen insbesondere zwischen Modellen, die aus unterschiedlichen RMK abgeleitet wurden und vor allem dann, wenn sie aus verschiedenen RMK-Systemen stammen. Methodisch sind die zur Sicherung der Integration vorgestellten Maßnahmen in RMK analog anzuwenden. Bei Auflösung der Komponentenstruktur sind Reorganisationen der Modelle zu erwägen, die auf eine Integration im Sinne des Vereinigens zielen.

Erweiterungen: Nach Konstruktion der Referenz- oder Anwendungsmodellstruktur liegen Beschreibungen über Verhaltensweisen und Eigenschaften zum betrachteten Gegenstandsbereich vor. Sie dienen als Grundgerüst verschiedener Problemlösungen, für die sie zum Teil um weitere Inhalte zu ergänzen sind (z. B. Attributierungen für Bewertungen). Im Fall der Referenzmodellkombination können z. B. weitere Perspektiven aufgenommen

¹⁰⁷⁹ Bei den Konstruktionsprozessen von Referenzmodellen ist diese Konkretisierung nicht erforderlich, da dort eine Konstruktion auf Buildtime-Ebene vorliegt.

¹⁰⁸⁰ Ein allgemeiner Integrationsprozess für RMK ist in Kapitel 6.1.1.3 dieser Arbeit eingeführt worden.

¹⁰⁸¹ Zu den besonderen Eigenschaften vgl. die Ausführungen zur Entwicklung der Technik zur *Aggregation* von RMK in Kapitel 6.1.2.2.2 dieser Arbeit.

¹⁰⁸² In bisherigen Vorgehensmodellen ist diese Phase bei der Konstruktion von Anwendungsmodellen nicht explizit aufgenommen worden. Vgl. Schütte, R. (1998), S. 313 ff., Schlagheck, B. (2000), S. 88 ff. Mit der Komplettierung korrespondierend ist die von SCHWEGMANN vorgesehene Phase der Anpassung und Vervollständigung des spezifischen Modells zu sehen. Vgl. Schwegmann, A. (1999), S. 181 f.

¹⁰⁸³ Den Anpassungen liegt der allgemeine Integrationsprozess für RMK zugrunde, vgl. hierzu Abb. 87 in Kapitel 6.1.1.3 dieser Arbeit.

werden, bei der Anwendungsmodellkonstruktion beispielsweise Attribute für Bewertungen. Die Analyse des Erweiterungsbedarfs bietet zudem Anregungsinformationen zur Einführung zusätzlicher Sichten in neuen Versionen des Referenzmodells.

Die vorgestellten Problemlösungstechniken zur Konstruktion von und mit RMK unterstützen einzelne Konstruktionsprozesse, mit denen spezifische Modellzwecke verfolgt werden. Durch Austausch- und Diskursprozesse werden sie im VRM-System koordiniert. Neben personellen Abstimmungsmöglichkeiten besteht der besondere Beitrag dieses Systems in der Schaffung und Entwicklung eines Bestands bewährter Referenzmodelle. Aufgrund der mehrperiodigen Betrachtung kommt Fragen der Evolution des Systems eine besondere Bedeutung zu. Sie betreffen sowohl Zustandsveränderungen der Modelle als auch die der Akteure. Seitens der Akteure ergeben sie sich durch Änderungen der persönlichen Präferenzstrukturen sowie durch Entwicklungen in der sozialen und der normativ-kulturellen Netzwerkdimension.

6.2.5 Evolution im System der VRM

Durch die beschriebenen Koordinationsmechanismen – insbesondere die Darstellungstechniken für Konstruktionsbeziehungen – sind Voraussetzungen geschaffen worden, mit denen Prozesse der Evolution stattfinden und transparent gemacht werden können. Seitens der Modelle werden inhaltliche Entwicklungen durch Änderungskonstruktionen dokumentiert, in denen mit Varianten der Einsatz von Referenzmodellen zur Erschließung unterschiedlicher Zwecke und mit Versionen deren Verbesserung vorgenommen wird. Auch hinsichtlich der Akteure vollziehen sich evolutionäre Prozesse. Sie betreffen einerseits ihre Interessen und Kompetenzen, die in Profilen dokumentiert sind sowie andererseits soziale Beziehungen gegenüber anderen Akteuren, die auf gemeinsamen Erfahrungen gründen und z. B. durch Arbeitsgruppen und Buddylists dokumentiert werden. Durch die Abstimmungsprozesse in der normativ-kulturellen Netzwerkdimension wandeln sich auch die gemeinsamen Vorstellungswelten, die technisch zu Änderungen der Systemstrukturdaten führen. Werden diese Entwicklungen in die *Gestaltung* der Konstruktionsprozesse einbezogen, können zusätzliche Potenziale für die Konstruktion von Referenzmodellen erschlossen werden. Die Historie bildet darüber hinaus die Grundlage zur Entwicklung von Veränderungsstrategien.

Historie der Evolution

Auf der VRM-Plattform sind Dienste zur Historienbildung vorzusehen, deren Grundlage darin besteht, die Daten des Systems zu archivieren. Sie bieten zum einen die Möglichkeit, entsprechend einer Pull-Strategie Recherchen durchzuführen und z. B. den Verlauf abgeschlossener Projekte zu untersuchen. Zum anderen eröffnen sie jedoch auch die Möglichkeit, Analysen des Datenbestands vorzunehmen. Mit Prozessen des Knowledge Discovery (KD) in der VRM wird intendiert, auf diesem Bestand *Muster* zu erkennen, die einen Beitrag zur Steigerung der Effektivität und Effizienz gegenwärtiger und zukünftiger Konstruktionsprozesse leisten.¹⁰⁸⁴ Zu unterscheiden sind Prozesse des Component und Usage

¹⁰⁸⁴ Der Begriff des Knowledge Discovery wird in Anlehnung an das Konzept des Knowledge Discovery in Databases (KDD) verwendet. KDD wird dabei nach der von BENSBERG in Abgrenzung zu FRAWLEY/PIATETSKY-SHAPIRO/MATHEUS/FAYYAD/SMYTH eingeführten Bedeutung verstanden. Demnach wird unter KDD ein informationstechnologisch und methodologisch integrierter Prozess verstanden, der Muster in einem Datenbestand erkennt und anwendungsorientiert aufbereitet. Vgl. Bensberg, F. (2001), S. 66 und die dort zitierte Literatur. Da Muster in der verteilten Referenzmodellierung nicht allein aus Datenbanken zu gewinnen sind, wird ein allgemeinerer Begriff des Knowledge Discovery (KD) verwendet. KD ist demnach ein Prozess, der die Erkennung und anwendungsorientierte Aufbereitung von Mustern in einem Bezugssystem zum Ziel hat.

Mining, die nach dem von BENSBERG beschriebenen Phasenmodell für das KDD systematisiert werden können.¹⁰⁸⁵

Component Mining

Innerhalb des Modellsystems und dessen Entwicklungen können Strukturbeziehungen und -analogien von RMK und RMK-Systemen analysiert werden. Zur Generierung von Mustermengen ist nach einem Data-Mining-Prozess vorzugehen.¹⁰⁸⁶ So kann z. B. mit der Methode der *Cluster-Analyse*¹⁰⁸⁷ untersucht werden, welche Cluster im Raum der VRM in einem Zustand des Modellsystems effektiv vorliegen. Distanzmaße der Analyse können auf Basis der merkmalsgestützten Profile der RMK entwickelt werden.¹⁰⁸⁸ Die Ergebnisse geben Aufschluss über den Abdeckungsgrad des Raums der VRM mit RMK und liefern somit Anregungen für Neukonstruktionen und integrationsfördernde Änderungskonstruktionen.

Die Einsatzmöglichkeiten derartiger Verfahren sind in der Referenzmodellierung jedoch differenziert zu beurteilen. Wird dem konstruktionsorientierten Modellverständnis gefolgt, zeigen sich Begrenzungen insbesondere dort, wo angestrebt wird, mit Methoden des KDD eine unmittelbare Wirkung auf Konstruktionsergebnisse zu erzielen. Als problematisch erwiesen sich hier bereits Versuche, durch Analysemethoden eine Optimierung der Strukturierung von Sprachaussagen auf unterschiedlichen Darstellungen vornehmen zu wollen.¹⁰⁸⁹ Verstärkt werden Probleme bei der intuitiv nahe liegenden Intention, Konstruktionsmuster zu erkennen, die z. B. als Pattern-RMK dienen könnten. Hier kommt erschwerend hinzu, dass mit Konstruktionsmustern weniger die Ähnlichkeit von Konstruktionsergebnissen auf Ebene der Darstellung interessiert als vielmehr der kognitive Problemlösungsprozess, der zu diesen Ergebnissen geführt hat.

Usage Mining

Die Nutzung einer informationstechnischen Plattform bietet zudem die Möglichkeit, die Präferenzstruktur der Referenzmodellnutzer zu analysieren. Hierzu sind Prozesse in Anlehnung an das *Web Usage Mining* zu gestalten, in denen nutzungsbezogene Daten des WWW analysiert werden.¹⁰⁹⁰ Als Vergleichsgrundlage für Auswertungen dienen die integ-

¹⁰⁸⁵ Vgl. Bensberg, F. (2001), S. 70 f.

¹⁰⁸⁶ Zugrunde gelegt wird die prozessorientierte Data Mining-Definition von BENSBERG, die sich von den Ansätzen bei MARKOWITZ/LIN XU, MERTENS ET AL., BERRY/LINOFF und FAYYAD/PIATETSKY-SHAPIRO/SMYTH abgrenzt. Demnach sind Data-Mining-Prozesse integrierte Prozesse, die durch Anwendung von Methoden auf einen Datenbestand auf die Entdeckung von Mustern zielen. Vgl. Bensberg, F. (2001), S. 63 f. und die dort zitierte Literatur.

¹⁰⁸⁷ Cluster-Analysen sind multivariate statistische Verfahren, die eine ungeordnete Objektmenge in kleinere, in sich homogene und untereinander heterogene Teilmengen gliedert. Vgl. Hartung, J., Elpelt, B. (1995), S. 443 ff., Backhaus, K. et al. (2000), S. 262 ff., Bensberg, F. (2001), S. 114 ff.

¹⁰⁸⁸ BENSBERG nimmt eine Systematisierung relevanter Methoden für das Data Mining vor. Neben der Cluster-Analyse sind dieses die Assoziationsanalyse, die Sequenzanalyse, die Entscheidungsbauminduktion, künstliche neuronale Netze und On-Line Analytical Processing (OLAP). Vgl. Bensberg, F. (2001), S. 95 ff. und die dort zitierte Literatur.

¹⁰⁸⁹ Entsprechende Verfahren werden in der komponentenorientierten Anwendungssystementwicklung beschrieben, wobei eine Clusterung eines umfassenden Klassendiagramms zur Identifikation von Komponenten vorgenommen wird. Als Distanzmaß werden spezielle Metriken verwendet, z. B. Coupling between Objects (CBO). Vgl. Frank, U., Jung, J. (2001), S. 62 f. Den besonderen Anforderungen der Referenzmodellierung würde das Verfahren allerdings auch dann kaum gerecht werden, wenn ein umfassendes Ausgangsmodell zur komponentenorientierten Transformation vorläge. Zu berücksichtigen ist, dass auf Ebene der Sigmantik nur Anhaltspunkte für die auf Ebene der Semantik und Pragmatik vorzunehmende Strukturierung geboten werden können.

¹⁰⁹⁰ Das *Web Usage Mining (WUM)* ist damit vom *Web Content Mining (WCM)* abzugrenzen, in dem inhaltsbezogene Daten des WWW untersucht werden. Werden im WUM ausschließlich Protokolldaten genutzt, liegt *Web Log Mining* vor. Wird hingegen auch auf andere Datenbestände zugegriffen, ist es als *Integrated Web Usage Mining (IWUM)* zu bezeichnen. Gemeinsam stellen WCM und WUM Ausprägungen des

rierten Systemstrukturdaten, von denen hier insbesondere die merkmalsgestützte Kontextdarstellung zu nutzen ist.¹⁰⁹¹ Erkenntnisse über die Konzentrationen effektiver Interessen und Bedarfe können z. B. abgeleitet werden, indem analysiert wird, welche Cluster Nutzer in Verfügbarkeitsprüfungen ausgrenzen und welche Strategie sie zur Ausweitung und Eingrenzung von Abfragen verfolgen.

Auf die *akteurspezifische* Präferenzstruktur kann geschlossen werden, wenn weitere Nutzerdaten in die Analyse einbezogen werden (z. B. Beteiligungen am Diskurs), mit denen das effektive Interesse der Akteure im System der VRM analysiert wird. Durch den Vergleich des Nutzungsverhaltens der Akteure können Empfehlungssysteme (Recommendation Engines) entwickelt werden. Das im Prototypen referenzmodelle.de entwickelte Empfehlungssystem wird in Abb. 124 dargestellt. Auf Basis der Beteiligung der Nutzer in unterschiedlichen Clustern der Community werden Präferenzprofile gebildet, sodass Vorschläge zu Modellen und Foren unterbreitet werden können, in denen sich Akteure beteiligen, die ein ähnliches Präferenzprofil aufweisen. Die Profilbildung nutzt die merkmalsgestützte Kontextdarstellung.

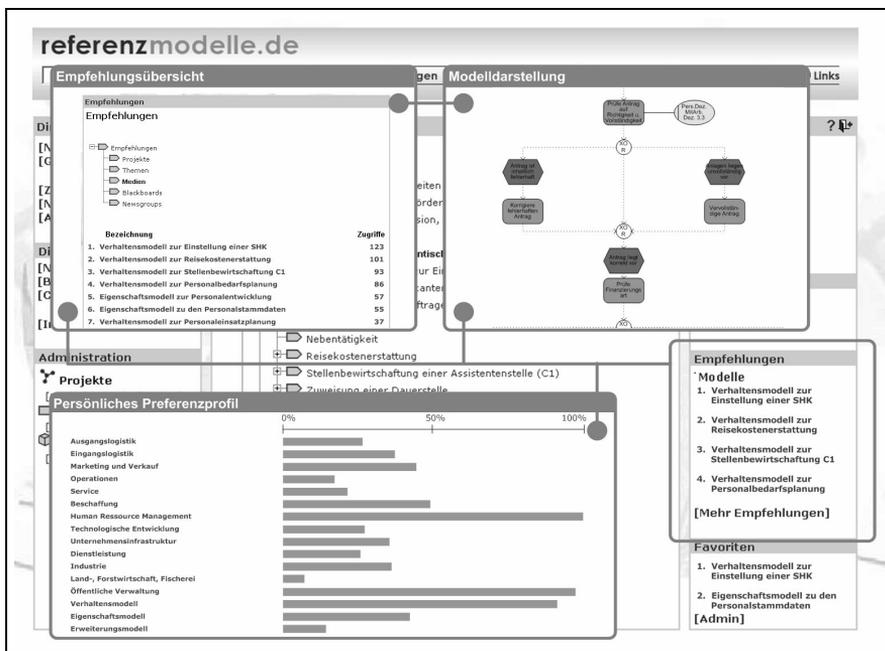


Abb. 124: Usage Mining von Referenzmodellen bei referenzmodelle.de

Veränderungsstrategien der Evolution

Bei dynamischer Betrachtung ist die Entwicklung des VRM-Systems – vor allem in Bezug auf das Modellsystem – gestalterisch zu beeinflussen, um eine möglichst bedarfsge-rechte Ausrichtung zu gewährleisten. In Analogie zur Organisations- und Anwendungssystemgestaltung sind zwei Typen von Veränderungsprozessen vorzusehen:

¹⁰⁹¹ Sowohl die Eigenschaften der Referenzmodelle und Nutzer als auch die Verhaltensweisen des Nutzers im Zusammenhang mit Referenzmodellen referenzieren auf ein integriertes Merkmalssystem und können somit themenspezifisch verdichtet werden. Zur Auswahl und Anwendung von Methoden im Prozess des Web Log Mining vgl. Bensberg, F. (2001), S. 133 ff.

- (1) **Kontinuierliche Verbesserung (Continuous Improvement):** Kontinuierlich vollzieht sich eine durch den verteilten Diskurs geförderte Verbesserung in kleinen Schritten. Während diese Vorgehensweise in der Organisationsentwicklung bereits etabliert ist,¹⁰⁹² wird sie in der Anwendungssystementwicklung, insbesondere mit dem jüngeren Ansatz des *Extreme Programming (XP)*, eingebracht.¹⁰⁹³ Vorteile werden in raschen Anpassungsgeschwindigkeiten an wandelnde Anforderungen gesehen. Nachteilig erweist sich indes, dass sich durch mehrfache Anpassungen Kombinationen von Anforderungsänderungen ergeben können, die im einzelnen Schritt nicht sichtbar werden (lokales Optimum).
- (2) **Vollständige Rekonstruktion (Total Reengineering):** Die bei kontinuierlichen Verbesserungen gegebene Gefahr des Verharrens in lokalen Optima begründet den Ansatz der vollständigen Rekonstruktion, der sowohl in der Organisations-¹⁰⁹⁴ als auch in der Anwendungssystemgestaltung¹⁰⁹⁵ etabliert ist. Hier wird ein neuer Zustand konstruiert, der sich – in Reinform ausschließlich – an den herrschenden Anforderungen orientiert (Sollzustand) und dabei bewusst von einem evolutionsbedingt erreichten Zustand (Istzustand) absieht.

Zur Steuerung der Entwicklung verteilter Referenzmodelle sind beide Typen kombiniert anzuwenden. Nach dem Konzept des Continuous Improvement ist permanent ein Diskurs zur Qualität der Modelle zu führen. Begünstigend sind rasche Versionsänderungen („quick releases“) vorzunehmen, in denen auch experimentell alternative Lösungen vorgelegt, diskutiert und ggf. fusioniert übernommen werden. Organisatorische Maßnahmen, wie Gruppenarbeit („pair programming“) und gegenseitige Qualitätsprüfungen („peer reviews“), fördern die Entwicklung. Zugleich ist mit jedem Änderungsbedarf das Potenzial einer vollständigen Rekonstruktion zu prüfen. Methodisch sind diese Rekonstruktionen als Vorschläge einer neuen Version zu behandeln, die in Projektgruppen zu konstruieren sind. Auch die Wahl der Veränderungsstrategie ist kontextspezifisch und in Abhängigkeit kritischer Prüfungen vorzunehmen, sodass eine möglichst bedarfsgerechte Evolution eines bewährten Bestands an Referenzmodellen begünstigt wird.

¹⁰⁹² Einen besonderen Stellenwert nimmt die kontinuierliche Verbesserung in der japanischen „KAIZEN-Philosophie“ ein. Vgl. Imai, M. (1986), S. 3. Ihre Beachtung in der Literatur zur Organisationsgestaltung hat auch dort zu einer zunehmenden Thematisierung der kontinuierlichen Verbesserung geführt. Im anglo-amerikanischen Sprachraum wird sie unter dem Begriff des *Continues Improvement* geführt, der weitgehend in der deutschsprachigen Literatur übernommen wird. Vgl. Garvin, D. A. (1993), S. 78, Wildemann, H. (Neuentwicklung) (1993), S. 21, Gaitanides, M., Scholz, R., Vrohling, A. (1994), S. 13, Kirchmer, M. (1995), S. 267.

¹⁰⁹³ Unter dem Konzept des *Extreme Programming* werden mehrere Empfehlungen zur Anwendungssystementwicklung im dynamischen Umfeld unterbreitet. Das Vorgehen sieht kurze iterative Entwicklungszyklen aus *Planning, Designing, Coding* und *Testing* vor. Empfehlungen konzentrieren sich auf die Formulierung von Regeln, die Themen der Gruppenarbeit und schnelle Releases kleinen Umfangs ebenso beinhalten wie Aspekte der Arbeitszeitregelung. Während frühe Arbeiten die zugrunde liegenden Ideen sehr abstrakt beschreiben, vgl. Beck, K. (1999), Beck, K., Fowler, M. (2000), werden zunehmend Konkretisierungen zur Implementierung von XP sowie zur methodischen Integration (z. B. mit UML) vorgestellt, vgl. Giancarlo, S., Michele, M. (2001), Auer, K., Miller, R. (2001), Newkirk, J. W., Martin, R. C. (2001). Eine prozessorientierte Einführung bei *extremeprogramming.org* gibt Wells, D. J. (2002).

¹⁰⁹⁴ Eine besondere Beachtung hat der Ansatz durch das Konzept des Total Business Reengineerings erhalten, nach dem für die Organisationsentwicklung eine „totale Zerschlagung“ vorhandener Strukturen und deren Neuaufbau nach herrschenden Anforderungen nahe gelegt wird. Vgl. Hammer, M., Champy, J. (1994). Als Triebkraft des Ansatzes werden vor allem informationstechnologische Innovationen gesehen. Vgl. Gaitanides, M., Scholz, R., Vrohling, A. (1994), S. 10 ff., Füermann, T., Kamiske, G. F. (1995), S. 142 ff., Reiß, M. (1994), S. 9 ff.

¹⁰⁹⁵ Das *Re- und Reverseengineering* wird in der Anwendungssystementwicklung insbesondere im Kontext der Anpassung von Individualsoftware thematisiert. Es befasst sich mit der Durchführung umfassender Softwareanierungen zur Reduktion des Wartungsaufwands. Oft werden neue Technologien zum Anlass des Reengineerings genommen, unter deren Nutzung ein Reengineering von Altsystemen erfolgt. Arbeiten zielen auf Techniken zur weitest möglichen Nutzung alter Programmteile. Vgl. Eicker, S., Schneider, T. (1992), S. 4 ff., Jung, R. (1993), S. 3 ff. und die dort zitierte Literatur sowie Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002), S. 324 ff.

7 Ergebnis

7.1 Zusammenfassung

Den Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit bildet die Problematik, dass Referenzmodelle zwar ein hohes wirtschaftliches und wissenschaftliches Potenzial bieten, dieses jedoch gegenwärtig nur unzureichend ausgeschöpft wird. Während sich bisherige Arbeiten zur Referenzmodellierung dieser Situation durch *methodenorientierte* Ansätze nähern und auf die Konfigurierbarkeit der Modelle zielen, wurde mit dieser Arbeit eine *prozessorientierte* Sichtweise eingenommen. Diese Sichtweise ließ erwarten, dass wirkungsvolle Verbesserungen dadurch zu erreichen sind, möglichst viele der relevanten Nutzer, Konstrukteure und bereits verfügbaren sowie geplanten und in Entwicklung befindlichen Modelle in die Konstruktion von Referenzmodellen einzubeziehen. Hierzu war eine *Verteilung* der Konstruktionsprozesse anzustreben, die allerdings eine ganzheitlichere Sichtweise auf die Konstruktion erforderlich machte, als dies in der Referenzmodellierung bislang der Fall war. Die Tatsache, dass vorliegende Arbeiten einheitlich auf die Entwicklung integrierter Gesamtsysteme nach dem Vorbild monolithischer ERP-Systeme zielen, gab zudem Anlass zu der Frage, inwiefern möglicherweise Konstruktionspezifika von Referenzmodellen auch gegen eine Verteilung sprechen.

Die Zielsetzung der Arbeit bestand darin, Gestaltungsansätze zu entwickeln, die eine effektive und effiziente Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung ermöglichen. Die Arbeit behandelte daher zunächst den Begriff der Referenzmodellierung, um die Zielsetzung und die relevanten Kontextfaktoren der Referenzmodellkonstruktionen einzuführen. Auf dieser Grundlage wurden Erkenntnisse über die Gestaltung von Konstruktionsprozessen erarbeitet, vor deren Hintergrund der State-of-the-Art der Referenzmodellierung analysiert und ein Konzept für die verteilte Referenzmodellierung entwickelt wurde. Die zentralen Ergebnisse der Arbeit werden im Folgenden herausgestellt.

Begriff der Referenzmodellierung

Als terminologische und konzeptionelle Grundlage wurde in *Kapitel 2* der Begriff der Referenzmodellierung eingeführt und unter besonderer Berücksichtigung der Gestaltungsaufgabe konkretisiert. Aufgrund des großen Einflusses der Modelltheorie wurden zunächst theoretische Betrachtungen zum Modell- und zum Modellierungsbegriff angestellt, die durch die Einführung des Informations- und Informationsmodellierungsbegriffs auf das Arbeitsfeld der Wirtschaftsinformatik übertragen wurden. Auf ihrer Grundlage wurde die mit der Konstruktion von Referenzmodellen verfolgte Intention erklärt.

Die konstruktionsprozessorientierte Sichtweise führte zu neuen Erkenntnissen in Bezug auf den Modell- und Referenzmodellbegriff. So wurde zur Erklärung des Modellbegriffs ein Strukturmuster für Konstruktionsprozesse entwickelt, das sowohl die Aussagen des konstruktionsorientierten Modellbegriffs berücksichtigt als auch die *Gestaltung* von Konstruktionsprozessen konkretisiert. Die Erweiterung des Musters zur Berücksichtigung von Prozessstrukturen ließ erkennen, dass Modellkonstruktionen nicht isoliert zu gestalten sind, sondern sich jede einzelne von ihnen faktisch im Umfeld weiterer Prozesse bewegt.

Die Untersuchungen etablierter Referenzmodellbegriffe deckten Probleme bisheriger Ansätze auf, in denen Referenzmodelle anhand konstituierender Qualitätsmerkmale eingeführt werden. Da diese Merkmale intersubjektiv unterschiedlich wahrgenommen werden, erweist es sich als ungünstig, sie in der Definition festzuschreiben, da somit der Blick auf ein mögliches Scheitern der Referenzmodelle verstellt wird. Um dieses Problemfeld trans-

parent zu machen, sind Referenzmodelle anhand ihrer inhaltsbezogenen Unterstützungsfunktion in Konstruktionsprozessen von Anwendungsmodellen thematisiert worden. Die Implikationen des Begriffs, wie z. B. Fragen der Qualität und des Abstraktionsniveaus, konnten durch Strukturmuster von Konstruktionsprozessen erklärt werden, die um Referenzmodelle erweitert wurden. Die prozessorientierte Sichtweise machte so die *Wertschöpfungskette* der Referenzmodellierung transparent. Hierdurch wurde herausgestellt, dass die Aufgabe der Referenzmodellierung als spezielles Arbeitsgebiet der Informationsmodellierung maßgeblich darin besteht, Ansätze zur Förderung der Effektivität und Effizienz der Konstruktionsprozesse zu gestalten. Zugleich konnte ein Zusammenhang zwischen der geringen Ausschöpfung des durch Referenzmodelle gebotenen Potenzials und der Ausführung dieser Gestaltungsaufgabe hergestellt werden. Als grundlegende Ursache wurde die mangelnde Kenntnis über die mit der Aufgabe verbundenen Gestaltungsfelder und -parameter identifiziert.

Gestaltung von Konstruktionsprozessen

Die Untersuchung bisheriger Beiträge zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen zeigte auf, dass in der Referenzmodellierung bislang eine auf den methodenbezogenen Aspekt begrenzte Sichtweise eingenommen wird, dass aber auch in diesem begrenzten Feld Unklarheit über relevante Gestaltungsparameter herrscht. Als theoretische und konzeptionelle Grundlage der Arbeit sind daher in *Kapitel 3* Strukturmuster entwickelt worden, die Aufschluss über gestaltungsrelevante Aspekte von Konstruktionsprozessen geben. Hierbei wurde eine *pragmatische* Sichtweise auf die Gestaltung von Konstruktionsprozessen eingenommen, nach der grundsätzlich sämtliche Aspekte in die Gestaltung einzubeziehen sind, von denen relevante Einflüsse auf die Effektivität und Effizienz der Prozesse ausgehen. Zur Unterstützung dieser Gestaltungsaufgabe wurden Strukturmuster aus der Systemtechnik und aus dem Muster für Konstruktionsprozesse abgeleitet.

Aus der Systemtechnik konnten Muster abgeleitet werden, die in mehrfacher Hinsicht zur Unterstützung von Konstruktionsprozessen geeignet sind: Mit der Untersuchung typischer Strukturmerkmale *allgemeiner* Systeme wurde der Frage nachgegangen, hinsichtlich welcher Aspekte Systeme in Konstruktionsprozessen zu betrachten sind. Es konnte aufgezeigt werden, dass die bislang in der Informationsmodellierung gebräuchlichen Systematiken für diesen Einsatzzweck Probleme aufwerfen. Vorgeschlagen wurde daher ein *Strukturmuster für Systemaspekte*, in dem spezielle Anforderungen an eine Terminologie zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen berücksichtigt werden.

Da die in der Referenzmodellierung zu beschreibenden Sachverhalte als *zielgerichtete* Systeme zu kennzeichnen sind, wurden in einem weiteren Muster typische Systemmerkmale erfasst, die zur Zielausrichtung von Systemen beitragen. Anhaltspunkte für die Entwicklung konnten sowohl induktiv aus vorliegenden Ordnungsrahmen als auch deduktiv aus grundlegenden Erkenntnissen der Organisationsgestaltung abgeleitet werden. Sie wurden in einem allgemeinen bezugsebenenspezifisch wieder zu verwendenden Muster zusammengeführt.

Ausgehend vom konstruktionsprozessorientierten Modellverständnis konnte ein Strukturmuster hergeleitet werden, in dem relevante Aspekte von Konstruktionsprozessen aufgezeigt werden. Identifiziert wurde ein methoden-, ein modell-, ein technologie- und ein organisationsbezogener Aspekt, die in differenzierten Beziehungsverhältnissen zueinander stehen und auf mehreren Abstraktionsebenen anzuwenden sind. Die Untersuchung der im Hinblick auf die Aspekte anfallenden Gestaltungsaufgaben lieferte den Ausgangspunkt der Entwicklung eines konzeptionellen Bezugsrahmens zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen. Auf Basis eines Gesamtbezugsrahmens wurden gestaltungsrelevante Beziehungen zwischen den Aspekten aufgezeigt. Die sich innerhalb einzelner Aspekte bietenden Gestaltungsparameter wurden anhand von Teilbezugsrahmen konkretisiert. Als zentrale Er-

kenntnis wurde erarbeitet, dass ein *Konstruktions-Fit* herzustellen ist, in dem sämtliche Prozessaspekte anhand ihrer Parameter so aufeinander abzustimmen sind, dass der resultierende Konstruktionsprozess bestmöglich auf den Zweck des zu konstruierenden Modells ausgerichtet ist.

Entwicklungsstand der Referenzmodellierung

In *Kapitel 4* wurde ausgehend von den theoretischen Erkenntnissen über die Prozessgestaltung untersucht, welche Beiträge in der Referenzmodellierung gegenwärtig zur Erfüllung der Gestaltungsaufgaben vorgesehen werden. Das zugrunde liegende Untersuchungsprofil war darauf ausgerichtet, Gestaltungspotenziale der Referenzmodellierung aufzudecken und fokussierte daher sowohl die Spezifika der Referenzmodellierung als auch die von ihnen ausgehende Wirkung in Bezug auf die Effektivität und Effizienz der Konstruktionsprozesse.

Die überwiegenden Beiträge wurden im methodenbezogenen Aspekt der Prozessgestaltung identifiziert und sind dort durch Problemlösungen zum Varianten- und Subjektivitätsmanagement geprägt. Mit Arbeiten im modellbezogenen Aspekt werden Referenzmodelle vorgeschlagen, sodass hier die Ausführung von Konstruktionsprozessen betrachtet wird. An die Gestaltung im technologiebezogenen Aspekt werden Anforderungen zur Umsetzung der Methoden formuliert, die teilweise in etablierten Werkzeugen Einzug halten oder in Neuentwicklungen umgesetzt werden. Demgegenüber wird der organisationsbezogene Aspekt kaum in die Gestaltung einbezogen. Aktuelle Arbeiten konzentrieren sich hier auf die Entwicklung von Bewertungsansätzen für Modelle.

Durch die Synthese der gewonnenen Erkenntnisse konnten Gestaltungspotenziale für die Referenzmodellierung identifiziert werden. Als problematisch erwies sich, dass es mit den vorliegenden Beiträgen nur unzureichend gelingt, einen Fit der Gestaltungen herzustellen. Konkrete Problemfelder wurden entlang der Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung lokalisiert und kritisch untersucht. Die Verdichtung der Untersuchungsergebnisse zeigte auf, dass eine wesentliche Ursache der identifizierten Probleme darin besteht, dass Konstruktionsprozesse zeitlich und sachlich zu wenig aufeinander sowie gegenüber herrschenden Anforderungen abgestimmt werden. Viel versprechend erschien daher der Ansatz, eine Koordination relevanter Ressourcen vorzunehmen.

Konzeption einer verteilten Referenzmodellierung (VRM)

In *Kapitel 5* ist ausgehend von den aufgezeigten Gestaltungspotenzialen das Konzept einer *verteilten Referenzmodellierung (VRM)* entwickelt worden. Um eine differenzierte Untersuchung der Einsatzpotenziale verteilter Gestaltungsansätze in der Referenzmodellierung vornehmen zu können, wurden Merkmale verteilter Systeme in der Organisations- und Anwendungssystemgestaltung recherchiert und in einem systemtechnisch fundierten allgemeinen Begriff verteilter Systeme zusammengefasst.

Die Übertragung des Begriffs auf die Referenzmodellkonstruktionen zeigte, dass durch eine Verteilung von Konstruktionsprozessen Synergieeffekte zwischen Subsystemen erzielt werden können, sofern Koordinationsprozesse geschaffen werden, die in einer geeigneten Rahmenorganisation ablaufen können. Als Koordinationsprozesse wurden Prozesse zum Austausch von und dem Diskurs über Referenzmodelle identifiziert. Die Rahmenorganisation betrifft die Gestaltung eines verteilten Akteur- und Modellsystems.

Die Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Verteilung von Konstruktionsprozessen legte die Kombination der verteilten und nicht-verteilten Konstruktion nahe. Hierzu wurde die Wertschöpfungskette der Referenzmodellierung um den Einsatz eines Systems der verteilten Referenzmodellierung (VRM-System) erweitert, das als „*Backbone*“ anwendungsorientierter Konstruktionsprozesse dient. Das System wurde derart konzipiert, dass durch die

Verteilung von Konstruktionsprozessen ein bewährter Bestand an Referenzmodellen aufgebaut werden kann, der von Akteuren evolutionär an sich wandelnde Anforderungen angepasst wird. Dieses Nutzenpotenzial der Verteilung von Konstruktionsprozessen bildete den Ausgangspunkt zur Identifikation relevanter Gestaltungsbedarfe, mit denen das Erkenntnisziel der Arbeit erreicht und zugleich das Gestaltungsziel definiert wurde.

In einer Rahmengestaltung zur VRM sind Beiträge in sämtlichen Gestaltungsbereichen des konzeptionellen Bezugsrahmens entwickelt worden.

Organisationsbezogener Aspekt: Im organisationsbezogenen Aspekt war eine Koordinationsform der Akteure zu schaffen, die sowohl Anforderungen der Flexibilität als auch der Stabilität gerecht wird. Motiviert durch Analogien gegenüber aktuellen Fragestellungen der Organisationssystemgestaltung wurde als Koordinationsform das *Netzwerk* identifiziert. Da bislang keine Erkenntnisse über die Wirkungszusammenhänge alternativer Koordinationsformen auf die Effektivität von Konstruktionsprozessen der Referenzmodellierung vorliegen, wurden diesbezügliche Stärken und Schwächen von Netzwerken untersucht und Ansätze zur adäquaten Netzwerkkonfiguration vorgestellt.

Modellbezogener Aspekt: Im modellbezogenen Aspekt war einerseits die Unabhängigkeit und andererseits die Kopplungsfähigkeit von Referenzmodellen zu gewährleisten. Hierzu ist ausgehend von Erfahrungen der komponentenorientierten Anwendungssystementwicklung ein systemtechnisch fundierter Komponentenbegriff eingeführt worden. Die Übertragung der in diesem Begriff enthaltenen Merkmale auf die Struktur von Referenzmodellen lieferte das Strukturmuster der *Referenzmodellkomponente*. Das Muster sieht die zweckorientierte Kapselung von Referenzmodellen vor, mit der eine Kombination der Stärken objektorientierter und nicht-objektorientierter Methoden möglich wurde. Als Entwurfsprinzip wurde eine *komponentenorientierte Konstruktion* von Referenzmodellen aufgezeigt, die der Fertigung nach dem *Baukastenprinzip* sowie der Softwareentwicklung nach dem *Plug-and-Play-Prinzip* entspricht.

Methodenbezogener Aspekt: Zur Integration des Akteur- und Modellsystems ist im methodenbezogenen Aspekt eine Darstellungstechnik zur *merkmalsgestützten Kontextdarstellung* entwickelt worden, mit der eine einheitliche und zugleich signifikante Beschreibung der Teilsysteme vorgenommen werden kann. Sie ermöglicht die separate Konstruktion des Kontextes der VRM unter Ausnutzung von Abstraktionskonzepten und auf Basis normierter Begriffe. Der Kontext beschreibt einen n-dimensionalen Raum, in dem kontextspezifische Cluster gebildet und einzelne Sachverhalte anhand zweckspezifischer Profile positioniert werden können.

Technologiebezogener Aspekt: Im technologiebezogenen Aspekt war eine Plattform bereitzustellen, die die informationstechnische Abwicklung der Koordinationsprozesse ermöglicht und zugleich anwendungssystemunabhängig ist. Da *Virtual-Community-Plattformen* als ein geeigneter Anwendungssystemtyp erkannt wurden, ist das Architekturprinzip dieser Systeme konkretisiert worden. Dies bildete den Ausgangspunkt zur Entwicklung einer VRM-Plattform für die verteilte Referenzmodellierung (VRM). Sie ist theoretisch anhand eines Ordnungsrahmens eingeführt und mit dem Prototypen *referenzmodelle.de* softwaretechnisch implementiert worden. Die Plattform integriert Daten zu Mitgliedern, Modellen und externen Quellen über Systemstrukturdaten. Auf dieser Grundlage werden Dienste zur Administration, Präsentation, und Diskussion in Bezug auf Modelle, Mitglieder und Systemstruktur geboten. Managementdienste unterstützen die Zielausrichtung der Prozesse.

Methodenbezogene Erweiterungen zur Konstruktion komponentenorientierter Referenzmodelle in der VRM

Da zwar in der Rahmengestaltung die komponentenorientierte Konstruktion von Referenzmodellen als ein Schlüsselkonzept zur Zielerreichung der VRM erkannt wurde, im State-of-the-Art jedoch keine Arbeiten zur Konkretisierung dieser Modelle vorliegen, wurde in *Kapitel 6* eine vertiefende Gestaltung im methodenbezogenen Aspekt vorgenommen. Wegen des hohen Formalisierungsbedarfs wurde besonderes Gewicht auf die Entwicklung einer *Darstellungstechnik* zur Konstruktion von RMK gelegt. Die Gestaltungsbeiträge einzelner Aspekte wurden durch eine *Problemlösungstechnik* handlungsorientiert integriert.

Mit der Darstellungstechnik für RMK waren Ausdrucksmöglichkeiten zu schaffen, mit denen sämtliche zur Erfüllung des Modellzwecks eines Referenzmodells erforderlichen Konstruktionsergebnisse über eine Schnittstelle zugänglich gemacht werden (Kapselung). Zugleich war zu gewährleisten, dass diese RMK Konstruktionsbeziehungen eingehen können, um die Bildung komponentenorientierter Referenzmodelle sowie die Ableitung von Anwendungsmodellen zu ermöglichen (Kopplung). Zugleich waren hierbei in der Sprachgestaltung einerseits qualitätssichernde Standardisierungen vorzusehen und andererseits Individualisierungen zu bieten, um die für verteilte Systeme erfolgskritische Eigenständigkeit der Akteure zu gewährleisten. Einige wesentliche Lösungsstrategien werden im Folgenden kurz aufgezeigt.

Darstellungstechnik: Um die zu entwickelnde Darstellungstechnik auf die zur komponentenorientierten Strukturierung von Referenzmodellen *zusätzlich* erforderlichen Regeln zu konzentrieren, wurde sie als *Ordnungsrahmen* konzipiert. Der Rahmen dient als „Top-Methode“ von Methodensystemen, in denen zur Anfertigung einzelner Modelldarstellungen individuell präferierte Techniken zur Konstruktion eingesetzt werden können. Im Ordnungsrahmen werden hierzu Aspekte von RMK aufgezeigt, in denen einzelne Darstellungen zu verzeichnen sind. Zur Standardisierung konnten Bereiche zur Verzeichnung des Gegenstands, des Inhalts und der Darstellung abgeleitet werden. Der inhaltsbezogene Bereich umfasst standardmäßig Sichten für Verhaltensweisen und Eigenschaften und kann zur Individualisierung um Sichten für Erweiterungen ergänzt werden. Die Beziehung der Bereiche ist durch den modelltheoretischen Zusammenhang zwischen Gegenstand, Inhalt und Darstellung gegeben, durch den in der Schnittstelle eine geschichtete Kapselung der Konstruktionsergebnisse gegenüber dem Modellzweck vorgenommen wird. Die repräsentationelle Grundlage schaffte eine signatur- und merkmalsgestützte Darstellung, durch die Eintragungen in der Schnittstelle sowohl eindeutig identifiziert als auch im Kontext der VRM integriert charakterisiert werden. Eine Konzeption zur Integration innerhalb der RMK fördert die Vergleichbarkeit und Konsistenz einzelner Konstruktionsergebnisse.

Den Ausgangspunkt zur Gestaltung von Konstruktionsbeziehungen *zwischen* RMK bildete die Untersuchung des Spektrums relevanter Beziehungstypen. Hier wurde erkannt, dass die in der Referenzmodellierung bislang behandelte Konstruktionstechnik der Konfiguration zur Variantenbildung im Übergang von der Build- zur Runtime-Ebene nur eine spezielle Ausprägung einer größeren Anzahl möglicher Beziehungen darstellt. Auf der Grundlage einer Typologie der Konstruktionsbeziehungen wurden die im konzeptionellen Bezugsrahmen identifizierten Techniken der *Konfiguration*, *Aggregation*, *Spezialisierung*, *Instanziierung* und *Analogiekonstruktion* in einem Portfolio positioniert und abgegrenzt. Es wurde herausgestellt, dass diese Schlüsseltechniken sowohl in *Neu-*, *Versions-* und *Variantenkonstruktionen* als auch in Prozessen der *Referenzmodellkonstruktion*, *-kombination* und *-anwendung* zum Einsatz kommen können.

Zur Gestaltung komponentenorientierter Referenzmodelle waren einzelne RMK in Konstruktionsbeziehungen miteinander zu verbinden. Um hierbei sowohl die Eigenständigkeit als auch die Darstellungsvielfalt zu gewährleisten, wurde eine besondere darstellungstech-

nische Konzeption zugrunde gelegt. In Analogie zur Anwendungssystemgestaltung wurde vorgesehen, Beziehungen über *Schnittstellenoperationen* zu realisieren. Da in der Referenzmodellierung darüber hinaus ein Bedarf zur Spezifikation von Sprachaussagen besteht, ist das Konzept von *Referenzsprachen* eingeführt worden, deren Sprachgestaltung durch Referenzmetamodelle und Referenzsprachkonstrukte erfolgt. Hierdurch wurde es möglich, unabhängig von speziellen Anwendungssprachen konstruktionsspezifische Regeln zur Darstellung aufzustellen. Die Vorstellung des Grundmusters relevanter Metamodelle bildete den Ausgangspunkt zur Einführung der einzelnen Konstruktionstechniken der Konfiguration, Spezialisierung, Aggregation, Instanziierung und Analogiekonstruktion und Maßnahmen zur Integration der Konstruktionsergebnisse. Anschließend konnte demonstriert werden, wie die Techniken in Prozessen der Referenzmodellkonstruktion, -kombination und -anwendung sowie in Neu-, Versions- und Variantenkonstruktionen verwendet werden können.

Problemlösungstechnik: Entsprechend der Erkenntnisse zur Gestaltung von Konstruktionsprozessen ist abschließend eine Problemlösungstechnik entwickelt worden, mit der aufgezeigt wird, wie vorzugehen ist, um Referenzmodelle in verteilten Konstruktionsprozessen zu entwickeln. Entgegen bisheriger Problemlösungstechniken waren Konstruktionsprozesse nicht isoliert zu gestalten, sondern hinsichtlich der Modelle und Akteure sowohl zeitlich als auch sachlich abzustimmen. Zudem waren Funktionen zu berücksichtigen, die durch kritische Prüfungen den Bewährtheitsgrad der Referenzmodelle fördern und die zu ihrer evolutionären Entwicklung beitragen.

Aufgrund der Komplexität der zu gestaltenden Prozessabläufe ist ein Ordnungsrahmen entwickelt worden, in dem für relevante Prozesstypen Teilordnungsrahmen vorgesehen werden, die nach dem Strukturmuster zielgerichteter Systeme gebildet werden. Um permanente Prüfungen zu ermöglichen, wurden im Lenkungsbereich Planungs- und Prüfungsprozesse vorgesehen, die die Durchführung der Konstruktion steuern. Konstruktionsprozesse sind in Anlehnung an die komponentenorientierte Anwendungssystementwicklung zur Konstruktion *von* RMK und *mit* RMK differenziert worden. Ihre Ausführung wird durch Austausch- und Diskursprozesse auf Basis der Plattform koordiniert. Zur Gestaltung der Evolution des VRM-Systems konnten Potenziale des *Knowledge Discovery in Databases (KDD)* für die Referenzmodellierung genutzt werden. Hierzu wurden Prozesse des *Component* und *Usage Mining* konzipiert und hinsichtlich ihrer Umsetzung auf der Plattform referenzmodelle.de vorgestellt. Für die Steuerung des Gesamtsystems wurden Prozesse des Total Reengineering und Continues Improvement auf die Referenzmodellierung übertragen.

7.2 Zukünftiger Forschungsbedarf

Da bislang keine Arbeiten zur verteilten Referenzmodellierung vorlagen, eröffnen die Erkenntnisse und Gestaltungsergebnisse in mehrfacher Hinsicht Ansatzpunkte für weiterführende Forschungsarbeiten.

Erkenntnisziele sind in Bezug auf die Prüfung der hier deduktiv abgeleiteten Aussagen über die Einsatzmöglichkeiten der Verteilung von Konstruktionsprozessen in der Referenzmodellierung zu verfolgen. So sind empirische Anwendungsforschungen vorzunehmen, in denen die Wirkung der Konstruktion von Referenzmodellen unter Einsatz eines VRM-Systems auf die Effektivität und Effizienz der Prozesse untersucht wird. Weitere Gestaltungsziele ergeben sich zu speziellen Fragestellungen in den einzelnen Aspekten des konzeptionellen Bezugsrahmens der Prozessgestaltung.

Modellbezogener Aspekt

Im modellbezogenen Aspekt sind in einzelnen Segmenten der VRM Kollektionen von RMK zu erstellen und auf der Grundlage von Ordnungsrahmen zu komponentenorientierten Referenzmodellssystemen zu organisieren. In Abhängigkeit des Segments der VRM sind hier Strategien zu untersuchen, nach denen der Kontext inhaltlich erschlossen werden kann.

Ein möglicher Ansatzpunkt kann in der Dekomposition monolithischer Referenzmodelle bestehen, der in Analogie zur komponentenorientierten Anwendungssystementwicklung als *Design to Component* bezeichnet wird. Demnach könnten abgeschlossene Teilbereiche der Referenzmodelle, die sich auch zur eigenständigen Verwendung eignen, zu RMK aufbereitet werden. Der verbleibende Rahmen ist auf die Gewinnung von *Framework-RMK* hin zu untersuchen. Der Intention der VRM entspricht es, hierbei Forschungskoooperationen anzustreben, in denen auch eine Abstimmung zwischen den Referenzmodellen stattfindet.

Die konstruktionsprozessorientierte Perspektive legt auch eine induktive Vorgehensweise nahe. Hierzu können – ebenso wie Referenzmodelle – auch existierende Anwendungssysteme auf wieder verwendbare Teileinheiten hin untersucht werden, die zu RMK aufbereitet werden können. Da ein objektives Abstraktionsniveau für Referenzmodelle ohnehin nicht angegeben werden kann, ist bei dieser Vorgehensweise nicht zwingend eine Abstraktion der identifizierten Einheiten vorzunehmen.

Eine weitere Vorgehensweise besteht darin, komponentenorientierte Anwendungssysteme als Ausgangspunkt zu nutzen. Diese liefern in zunehmendem Umfang Ordnungsrahmen für betriebswirtschaftliche Aufgabenbereiche. Eine grundlegende schichtenorientierte Struktur wird z. B. im SanFrancisco-Framework verwendet, das zwischen einer Foundation-, einer Common-Business-Objects- und einer Core-Business-Process-Schicht differenziert.¹⁰⁹⁶ Zu untersuchen ist, inwiefern durch die Beschreibung der dort vorliegenden Anwendungssystemkomponenten in RMK eines höheren Abstraktionsniveaus Potenziale zur Wiederverwendung erschlossen werden können. Die geschichtete Kapselung der RMK kann sich diesbezüglich als vorteilhaft erweisen, da die Gegenstände der Anwendungssysteme und Referenzmodelle unabhängig von divergierenden Darstellungen aufeinander abgebildet werden können.

Die Perspektiven hinsichtlich der Erstellung von RMK-Systemen legen nahe, zu untersuchen, inwiefern die Modellstruktur der RMK einen Beitrag zur vertikalen Integration von Referenzmodellen gegenüber implementierungsnäheren Ebenen leisten kann. Durch die geschichtete Kapselung des Referenzmodells könnten in der RMK Inhalte ausgehend von der pragmatischen Ebene darstellungsneutral deklariert werden. In dezidierten Verzeichnisbereichen können zu jeder dieser Deklarationen Darstellungen unterschiedlicher Implementierungsebenen beschrieben werden. Beispielsweise könnte eine aus dem Modellzweck abgeleitete Inhaltssignatur sowohl durch ein EPK-Diagramm als auch durch den Programmcode einer Programmiersprache beschrieben werden. Auf diese Weise wäre die Integration zumindest in struktureller Hinsicht gewährleistet. Weitere Untersuchungen sind hinsichtlich der Beziehungen zwischen Darstellungen unterschiedlicher Implementierungsnähe anzustellen.

¹⁰⁹⁶ Vgl. Carey, J., Carlson, B., Graser, T. (2000), S. 356 ff. Zu weiteren betriebswirtschaftlich ausgerichteten Kollektionen vgl. Fowler, M. (Muster) (1999), insbes. S. 103-254. Zu einem Überblick vgl. Ferstl O. K. et al. (1998), S. 35 ff.

Methodenbezogener Aspekt

Die im methodenbezogenen Aspekt entwickelte Konzeption zur Darstellung von Konstruktionsbeziehungen eröffnet einen neuen Ansatz zur Gestaltung von Darstellungstechniken. So kann durch die Entwicklung von Referenzsprachen die Behandlung spezifischer Konstruktionsvorhaben erfolgen, die auf einer höheren Abstraktionsschicht¹⁰⁹⁷ unabhängig von spezifischen Anwendungssprachen formuliert werden. Die Referenzsprache kann einerseits zur Unterstützung von Sprachgestaltungen verwendet werden, in denen die dort beschriebenen Regelmengen in den Regelmengen der Anwendungssprache wieder verwendet werden. Zur Steigerung des Nutzens von Referenzsprachen sind drei Arbeitsbereiche zu sehen. In einem grundlegenden Bereich sind weitere Kenntnisse über die zu beschreibenden Phänomene zu erschließen, wie sie mit dieser Arbeit durch das Strukturmuster für Systemaspekte erarbeitet wurden. In einem anwendungsorientierten Bereich sind Regelmengen für spezielle Konstruktionsziele zu konzipieren, mit denen die hier untersuchten Konstruktionstechniken zwischen RMK erweitert werden. Schließlich ist die mit dieser Arbeit verwendete Technik der Referenzsprache – insbesondere bei der Ausweitung der Anwendungsfälle – kritisch zu prüfen. Anzustreben ist hierbei insbesondere eine Standardisierung von Referenzsprachen. Auf diesen Ergebnissen aufbauend ist mittelfristig zu untersuchen, inwiefern Analogien zu der plattformunabhängigen Sprache JAVA genutzt werden können, in der zur Berücksichtigung unterschiedlicher Betriebssysteme eine *Virtual Machine* verwendet wird.¹⁰⁹⁸ In Analogie könnten ausgehend von den in der Referenzsprache bewährten Sprachteilen Beziehungsmetamodelle zu Anwendungssprachen erstellt werden, mit denen eine Integration der Sprachen hergestellt werden kann.

Technologiebezogener Aspekt

Im technologiebezogenen Aspekt kann über die Verfügbarkeit der VRM-Plattform hinaus ein weiterer Beitrag zur Verteilung von Konstruktionsprozessen durch die Weiterentwicklungen der dezentral einzusetzenden CASE-Werkzeuge geleistet werden. Ein großes Potenzial – bei vergleichsweise geringem Aufwand – wird erzielt, wenn die Werkzeuge um die Darstellungstechnik der RMK erweitert werden. Da die Darstellungstechnik als Ordnungsrahmen eines variablen Methodensystems konzipiert ist, kann eine derartige Erweiterung bereits dadurch erfolgen, dass die beschriebenen Struktureinheiten geschaffen und über eine Schnittstelle dokumentiert werden. Die beschriebenen Metamodelle und Sprachenerweiterungen liefern die Grundlage, auch Konstruktionstechniken zwischen den geschaffenen Struktureinheiten zu realisieren, in denen Referenzmodelle Konstruktionsergebnisse anderer Modelle durch Konfiguration, Aggregation, Spezialisierung, Instanziierung oder Analogiekonstruktion übernehmen. Die computergestützte Abwicklung bietet hierbei zugleich leistungsstarke Möglichkeiten der Protokollierung von Änderungen, sodass die Integration der Modelldarstellungen durch Referenzierungen auch bei Verteilung auf Runtime-Ebene unterstützt werden kann.

Organisationsbezogener Aspekt

Hinsichtlich des organisationsbezogenen Gestaltungsbereichs sind Forschungsarbeiten anzustellen, in denen der mit dieser Arbeit geschaffene Rahmen einer Netzwerkkoordination in VRM-Systemen konkretisiert wird. Aufgrund des breiten Einsatzspektrums von Referenzmodellen sind hierzu segmentspezifische Konzepte zu erarbeiten. Entsprechend der Einsatzfelder von Referenzmodellen sind zwei richtungweisende Typen von Institutionalisierungen zu sehen. Sie bestehen einerseits im *Handel* mit Referenzmodellen im Feld der

¹⁰⁹⁷ Die Schichten werden vor dem Hintergrund des vorgestellten Schichtenmodells für Methoden zur Modellkonstruktion identifiziert. Vgl. hierzu Kapitel 3.3.2.3 dieser Arbeit.

¹⁰⁹⁸ Zur JAVA *Virtual Machine* vgl. z. B. Lindholm, T., Yellin, F. (1999), S. 61-92.

Softwareindustrie und andererseits im Einsatz von Referenzmodellen als Grundlage der wirtschaftswissenschaftlichen *Forschung* und *Lehre*. Die mit dieser Arbeit gestalteten Konstruktionsprozesse sind hierzu anwendungsspezifisch zu ergänzen.¹⁰⁹⁹

Sowohl die kommerzielle als auch die wissenschaftliche Verbreitung von Referenzmodellen liefern zusätzliche Anreize für Akteure, sich an der verteilten Konstruktion von Referenzmodellen zu beteiligen. Durch Marktmechanismen zum Austausch fertig gestellter Versionen von Referenzmodellen dürfte die Kundenorientierung von Konstruktionen erhöht werden. Der breite wissenschaftliche Diskurs kann als „Motor“ für Verbesserungen und Innovationen dienen. In derartigen Umgebungen kann die Referenzmodellierung eine Innovationsdynamik bieten, die der mit Referenzmodellen avisierten Unterstützungsfunktion in Wissenschaft und Praxis gerecht wird.

¹⁰⁹⁹ Anhaltspunkte für die Ergänzung in Bezug auf den Handel mit Referenzmodellen geben Arbeiten zu Warenwirtschaftssystemen. So sind insbesondere Dispositions- und Distributionsprozesse zu ergänzen. Vgl. z. B. Becker, J., Schütte, R (1996), S. 11. Zur Gestaltung von Infrastrukturen, in denen Referenzmodelle in Forschung und Lehre zum Einsatz kommen, können Erkenntnisse der computergestützten Hochschullehre genutzt werden. Vgl. Grob, H. L. (Alma Mater) (2001), S. 12, Grob, H. L. (2002).