

Ein Ansatz zur Konstruktion generischer (Unternehmens-) Datenmodelle auf fachkonzeptioneller Ebene

Stephan Schneider

Wirtschaftsinformatik 1
European Business School
Oestrich-Winkel
stephan-schneider@t-online.de

Abstract: Im Rahmen von Data Warehouse Zyklen kommt der Entwicklung unternehmensweiter Datenmodelle als Bindeglied zwischen transaktionalen und analyseorientierten Informationssystemen eine entscheidende Rolle zu. An diese zentrale Komponente einer Data Warehouse-Architektur werden dabei sich diametral gegenüberstehende Qualitätsanforderungen gestellt. Zum einen sollen sich Unternehmensdatenmodelle als flexibel genug erweisen, um unaufwendige Anpassungen an heterogene und sich dynamisch verändernde Gegebenheiten zu ermöglichen. Zum anderen gilt es aber die Datenstruktur dieser Datenmodelle weitgehend stabil zu halten, um kosten- und zeitaufwendige Änderungen zu vermeiden. Leider stehen sich jedoch die genannten Qualitätskriterien der Flexibilität und Stabilität in konfliktionärer Weise gegenüber. Der in dieser Arbeit vorgestellte Ansatz einer Konstruktion generischer Datenmodelle auf fachkonzeptioneller Ebene beschreibt ein Konzept, das sich gleichsam durch Flexibilität und Stabilität auszeichnet. Darüber hinaus unterstützt es durch seinen Allgemeingültigkeitsanspruch die Kriterien der Wiederverwendungs- und Integrationsfähigkeit von Datenmodellen.

1 Einleitung

In den letzten Jahren sind Data Warehouse (DW) Systeme zunehmend ins wissenschaftliche und unternehmerische Blickfeld gerückt. Ein DW-System wird als Informationssystem betrachtet, das einer unternehmensweiten Informationsversorgung gerecht werden soll. Im Zentrum eines DW-Systems steht die unternehmensweite Datenplattform (engl. enterprise data model), der eine gewisse Dualität in ihren Aufgaben zuteil wird. Zum einen werden in ihr Daten aus den unterschiedlichsten Legacy Systemen zusammengetragen, zum anderen dient sie als Grundlage für darauf aufbauende Presentation Server Ebenen (Data Warehouse, Data Marts). Silverston betrachtet das Unternehmensdatenmodell als „[...] an enterprise-wide view of the data and its relationships. It normally includes a high-level model that is an overview of each subject data area and the relationships between them [...]. These models are the basis for developing both the enterprise's online transaction processing (OLTP) systems and its data warehouses“ [Si01a, 338]. Die Qualität dieses Unternehmensdatenmodells ist maßgeblicher Erfolgsfaktor für die gesamte Data Warehouse Systematik.

Exemplarisch sei auf Kimball et al. verwiesen, der die Konzeption und den Aufbau dieser Plattform im Data Warehouse Zyklus mit einem "Eisberg" vergleicht [Ki98, 609]. Die Vernachlässigung einer solchen Datenplattform führt häufig zu redundanter, inkonsistenter und nicht-integrationsfähiger Datenhaltung [Si01a, 408].

Der Qualitätssicherung von normalisierten (Unternehmens-)Datenmodellen kommt im Gegensatz zu Datenmodellkonstruktionen einzelner operativer Informationssysteme eine größere Bedeutung bei, da sie als Bindeglied zwischen zwei Informationssystemwelten fungiert. Jedoch erweist sich eine derartige Qualitätssicherung im unternehmerischen Alltag als schwierig. Zum einen weisen wichtige Kriterien von Qualitätssicherungskonzepten zum Teil konfliktionäre Interdependenzen hinsichtlich ihrer Zielerreichung auf. Allen voran sind hier die Kriterien der Flexibilität und Stabilität zu nennen, auf die in der gängigen Praxis zur Datenmodellierung häufig Wert gelegt wird.¹ Gerade aber Flexibilität und Stabilität gelten als Ziele, die nicht zugleich erreicht werden können [Ma96, 86]. Zum anderen kommt erschwerend hinzu, dass sich bei genauer Betrachtung die eingesetzten Datenmodelle i. d. R. als eher unflexibel und instabil zeigen.

Das nachfolgende vorgestellte Konzept beschreibt eine Konstruktionsmethode² für Datenmodelle, die dem Sachziel der Generik auf fachkonzeptioneller Ebene folgt. Als Formalziele eines generischen Datenmodells dienen Kriterien ausgewählter Qualitätssicherungskonzepte. Die durch die Konstruktionsmethode metaisierte Strukturvorgabe des generischen Datenmodells umgeht die Problematik konfliktionärer Zielerreichungsgrade von Flexibilität und Stabilität, indem sie durch eine inhaltliche Zweiteilung des Datenmodells und damit einhergehend einer Ebene der Powertypen die Aufnahme von Fachbegriffen auf Ausprägungsebene erlaubt. Zusätzlich wird durch eine Diversifizierung der benannten Gegenstände in ihre unveränderliche Wesensart und ihren veränderlichen Verhaltensmustern eine Strukturgebung im Datenmodell angestrebt, die sich als konstant (stabil) und einfach anpassbar (flexibel) erweist.

2 Konstruktionsmethode für generische Datenmodelle

Das generelle Ziel der Datenmodellierung liegt in der abstrahierten Repräsentation real- oder vorstellungsweltlicher Phänomene einer Problemdomäne in einem Datenmodell, wobei sich die Konstruktion der Abstraktionen im Modell an datenorientierten, paradigmatischen Konzepten (z.B. Objekttypen, Assoziationen, Generalisierungen, Spezialisierungen usw.) orientiert.

¹ Diese Aussage leitet sich aus den Ergebnissen der empirischen Studie ab, die im Rahmen der Dissertation mit demselben inhaltlichen Schwerpunkt vom Autor durchgeführt wird.

² In der sehr umfangreichen Literatur zur Datenmodellierung ist eine methodische Konstruktionsweise von Datenmodellen zu beobachten, wobei der Methodenbegriff nur in wenigen Fällen eine näher definierte Verwendung findet. Im Kontext dieser Arbeit wird eine *Methode* als systematisches Rahmenkonzept verstanden, das Ziele sowie ggf. damit verbundene Aufgabentypen definiert und die zur Zielerreichung eingesetzten Techniken (Darstellungs- und Konstruktionstechniken) beschreibt. Methodenverständnisse auf Konzeptebene finden sich bspw. bei [St96, 93] und [Gr03, 962].

Zur Beherrschung der Problemdomänenkomplexität werden bei der Konstruktion von Modellen unterschiedliche Sichten (Daten-, Prozess- und Organisationssicht) und Ebenen (Fachkonzept, DV-Konzept und Implementierung) berücksichtigt [Sc97, 11 ff. u. 14 ff.]. Der in dieser Arbeit vorgestellte Ansatz fokussiert in der Datensicht die fachkonzeptionelle Ebene. Die Datensicht betrachtet vorrangig Datenstrukturen (Objekttypen und ihre Assoziationen), deren Darstellung in einem Datenmodell erfolgt. Datenmodelle auf Ebene des Fachkonzepts, als fachliche Datenmodelle bezeichnet, beinhalten unabhängig von technologischen und organisatorischen Gegebenheiten die Anforderungen, das Was? einer Problemdomäne. Sie beschreiben mittels einer (semi-)formalisierten Sprache die im betriebswirtschaftlichen Anwendungskontext angesiedelte Problem- domäne.

Die mit der Konstruktion fachlicher Datenmodelle verbundene grundlegende Abstraktionsproblematik wird im ersten Abschnitt beschrieben. Damit ist zugleich die Motivation für diese Arbeit begründet.

Im zweiten Abschnitt wird das methodische Rahmenkonzept vorgestellt, das die im ersten Abschnitt beschriebene Problematik löst und die konfliktionäre Interdependenz zwischen Flexibilität und Stabilität aufhebt. Das methodische Rahmenkonzept besteht vorerst aus einer Metaisierung des Methodenziels (Datenmodell) sowie einer Erläuterung elementarer Konstrukte daraus.

2.1 Grundsätzliche Abstraktionsprobleme in der Datenmodellierung

Ogleich Flexibilität und Stabilität unabhängig ihres konfliktionären Zusammenhangs wichtige Qualitätskriterien darstellen, erweisen sich die im Modell konstruierten Abstraktionen als eher unflexibel und instabil. Die Ursache für ein mangelndes Bewusstsein der Verwirklichung dieser Kriterien ist darin zu sehen, dass die die real- oder vorstellungsweltlichen Phänomene betreffenden Fachbegriffe eines Sachverhalts zum Großteil unreflektiert in ein Datenmodell übernommen werden. Die Auswirkungen sind vielschichtig. Erstens existieren demzufolge keine expliziten Konstrukte, mittels derer sich neue Fachbegriffe einfach aufnehmen lassen (vgl. hierzu Abschnitt 2.2.2). Die zweite Auswirkung bedarf einer etwas ausführlicheren Vorabklärung. Ein real- oder vorstellungsweltliches Phänomen, das zum Gegenstand und somit zum Konzept der Modellierung wird, zeichnet sich im Zeitablauf durch zwei wesentliche Aspekte aus: seiner unveränderlichen Wesensart und seinem veränderlichen Verhaltensmuster. Die Abgrenzung zwischen der unveränderlichen Wesensart eines Gegenstands und seinem veränderlichen Verhaltensmuster basiert auf der Arbeit von Guarino [Gu92] und führt zum Rollenverständnis (vgl. hierzu Abschnitt 2.2.3). Das Problem bei einer unreflektierten Übernahme der Begriffe ins Modell besteht nun darin, dass im Modell eine eher undurchdachte Vermengung beider Aspekte erfolgt. Bereits der einfache Sachverhalt eines Studenten, der während seines Studiums in einem Unternehmen arbeitet, in ähnlicher Form in [Su03, 2] beschrieben, verdeutlicht die Problematik einer unreflektierten Übernahme der Fachbegriffe und einer damit einhergehenden Vermengung der Konzepte im Datenmodell.

Ein Datenmodell, das diesen Sachverhalt repräsentiert, wird i. d. R. die Klassen Student und Unternehmen sowie die zwischen ihnen bestehende Assoziation arbeiten beinhalten. Die Klasse Student besitzt in diesem Fall sowohl alle wesentlichen Attribute, die eigentlich die Person als unveränderliche Wesensart auszeichnen, als auch diejenigen Merkmale, die die Rolle Student kennzeichnet (z.B. Matrikelnummer). Auch das Unternehmen, selbst als Wesensart eines Unternehmens anzusehen, übt in dieser Assoziation ein ungenanntes Verhalten aus, nämlich das eines Arbeitgebers. Somit steht genau genommen eine Rollenklasse (Student) mit einer Wesensartklasse (Unternehmen) in Verbindung (arbeitet). Semantisch exakt müsste der beispielhafte Sachverhalt aufgrund einer reflektierten Fachbegriffsübernahme wie folgt lauten: Eine Person in ihrer Rolle als Student arbeitet in einem Unternehmen in dessen Rolle als Arbeitgeber.

Ein weiteres Beispiel, das in Kapitel 3 fortgeführt wird, verdeutlicht ebenfalls die Problematik einer unreflektierten Übernahme von Fachbegriffen.

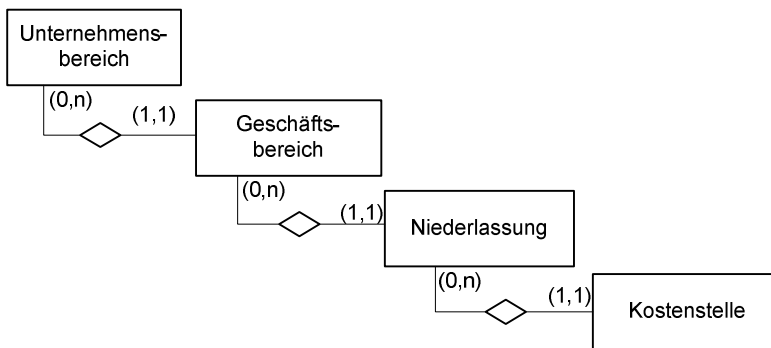


Abb. 1: Umsetzung einer Aufbauorganisation

Das in Abb. 1 illustrierte Datenmodell repräsentiert den Sachverhalt einer unternehmensinternen Aufbauorganisation. Die jeweils übergeordnete Organisationseinheit besteht aus mehreren untergeordneten Organisationseinheiten, eine untergeordnete Organisationseinheit ist genau einer übergeordneten Organisationseinheit zugeordnet. Zwar erweist sich der umgesetzte Sachverhalt als semantisch korrekt, jedoch in keiner Weise als flexibel und stabil. Die Realisierung basiert auf der Annahme, dass eine untergeordnete Einheit exakt einer übergeordneten Einheit zugeordnet ist. Was passiert, falls sich im Laufe der Zeit die Anforderungen diesbezüglich ändern und eine untergeordnete Organisationseinheit mehreren übergeordneten Organisationseinheiten angehört? Was geschieht ferner, falls weitere Organisationseinheiten hinzukommen? In diesem Fall würde eine Änderung des Datenmodells zu einem Strukturbruch führen, da die gegenwärtige Strukturgebung nicht mehr aufrechterhalten werden könnte. Darüber hinaus wird verkannt, dass Organisationseinheit eigentlich eine Rolle einer Organisation ist, die sie im Rahmen ihrer Aufbauorganisation ausübt. Selbst eine Zusammenführung aller Organisationen in eine einzige, rekursiv assoziierte Organisationsklasse, würde das Verhaltensmusterproblem nicht beheben.

Die mit Verhaltensmustern verbundenen Eigenschaften bleiben nahezu unberücksichtigt, da die Verhaltensmuster selbst explizit unberücksichtigt an den Enden der rekursiven Assoziation untergehen.

2.2 Metaisierung eines generischen Datenmodells

Dieser Abschnitt widmet sich nun der Lösung der angesprochenen Probleme und demnach dem Ziel der Methode. Das generische Ziel bzw. ihre Struktur wird in einem Metamodell abgebildet. Durch diese Strukturmetaisierung entsteht eine strukturelle Zielvorgabe für die Konstruktionstechnik. Die zentralen Komponenten (u. a. Powertypen, Rollentypen) dieser metaisierten Strukturvorgabe in Abschnitt 2.2.4 stellen die synthetisierten Erkenntnisse einer umfangreichen Untersuchung verschiedener Analysemuster (engl. analysis patterns) in [Si01a+b, Ha96, Fo97, Fo99] dar. Die Untersuchung der Analysemuster erfolgte dabei in einem mehrstufigen Verfahren. Im ersten Schritt wurden Analysemuster ähnlicher Kontexte und Probleme im Hinblick auf ihren Lösungsvorschlag evaluiert und Gemeinsamkeiten in der Lösung herausgearbeitet. Im zweiten Schritt erfolgte eine konzeptuelle Synthese dieser Gemeinsamkeiten, um zu einem weitgehend kontextneutralen Lösungsansatz für Probleme zu gelangen. Die Einbeziehung unterschiedlicher Kontexte, in denen die Analysemuster verortet sind, bestätigte im Anschluss das jeweils synthetisierte Konzept. Die Fokussierung auf Analysemuster unterstreicht den fachkonzeptionellen Bezug des generischen Konstruktionsansatzes.

2.2.1 Sachziel Generik und Formalziele Flexibilität und Stabilität

Das grundlegende Sachziel der generischen Datenmodellierung liegt in der Konstruktion eines generischen Datenmodells. Der Begriff *generisch* (von lat. genus: »Art«, »Gattung«) kennzeichnet dabei Begriffe, die über ihren konkreten Inhalt hinaus allgemeine Bedeutung besitzen [Br02]. Die Allgemeingültigkeit eines Begriffs intendiert seine mehrfach kontextspezifische Anwendbarkeit auf eine Vielzahl von Einzelgegenständen einer Gesamtheit. Überträgt man dieses Verständnis auf Modelle, so folgt daraus, dass ein generisches Modell allgemeingültig ist und sich für eine Vielzahl von Anwendungsfällen eignet [Lo96; 166, Wi03; 90, Fr04; 374, Be05; 9].

Flexibilität und Stabilität sind Kriterien ausgesuchter Qualitätssicherungskonzepte, siehe hierzu [BaCeNa92, MoSh94, ReGr94, Si05, SiWi05]. *Flexibilität* bezeichnet die einfache Anpassbarkeit einzelner Datenstrukturen im Datenmodell an sich verändernde Gegebenheiten. Unter *Stabilität* versteht man die Fähigkeit, externe Änderungen ohne Modifikation des Datenmodells aufzunehmen.

2.2.2 Powertypen

Aus der Untersuchung der Analysemuster hat sich mit Powertypen ein zentrales synthetisiertes Konstrukt für den generischen Ansatz ergeben.

Grundsätzlich werden die verschiedenen Fachbegriffe einer Problemdomäne im Datenmodell in Entitätstypen, Beziehungstypen oder Attributen gekapselt. Dies verdeutlichen die Metabeziehungen eines Fachbegriffs bei Kugeler/Rosemann [KuRo98, 9, Abb. 5]. Kaum behandelt wird die Möglichkeit bestimmte Fachbegriffe auf Ausprägungsebene (Ebene der Attributwerte) anzusiedeln, um dadurch eine flexiblere Anpassung an sich verändernde Gegebenheiten zu ermöglichen bzw. die vorhandene Strukturgebung trotz Integration neuer Fachbegriffe stabil zu belassen. Dies setzt natürlich voraus, dass die grundlegende Struktur im Datenmodell so ausgelegt ist, dass entweder Änderungen in der Struktur selbst nicht zu erwarten sind oder Strukturanpassungen problemlos stattfinden können, d. h. zu keinen Strukturbrüchen führen. Um generische Strukturen zu schaffen und gleichzeitig Fachbegriffe auf Attributwertebene auszulagern, ist eine inhaltliche Zweiteilung des Datenmodells anzustreben. Ansätze für eine derartige Aufteilung eines (Daten-)Modells in zwei Ebenen finden sich in den Arbeiten von [Lo96, Fo99, Ha96, Si01a+b]. Fowler benennt diese zwei Ebenen als Wissensebene und operationelle Ebene und leitet daraus sogar ein Modellierungsprinzip ab: „Man sollte ein Modell explizit in eine operationelle Ebene und eine Wissensebene aufteilen“ [Fo99, 30]. Im Rahmen einer Umsetzung eines auf dieser Zweiteilung basierenden Datenmodells bedarf es einer Instanziierung beider Ebenen, wobei die Instanziierung der Wissensebene einer Konfiguration gleichkommt [Lo96; 167, Fo99; 31]. Die Wissensebene, die oftmals als Meta-Ebene betrachtet wird, beinhaltet Entitätstypen, sog. Powertypen (engl. power types), die der Beschreibung der Eigenschaften anderer, konkreter Entitätstypen, die auf der operationellen Ebene angesiedelt sind, dienen. Im Folgenden wird jedoch anstelle von Wissensebene von Typ-Typ-Ebene und anstelle von operationeller Ebene von Typ-Ausprägungsebene gesprochen. Der Grund für diese Umbenennung liegt in einem bereits durch die Begrifflichkeit besseren Verständnis für die Ebenenzugehörigkeit und Bedeutung der Abstraktionskonzepte, vornehmlich der Entitätstypen. Entsprechend dem Abstraktionskonzept der Klassifizierung repräsentieren Modelle eine Problemdomäne in abstrahierter Weise auf Typebene. Durch das erste Wort Typ in den Bezeichnungen wird verdeutlicht, dass alle im Modell verwendeten Abstraktionskonzepte grundsätzlich auf einer Typebene angesiedelt sind. Das zweite Wort Typ bzw. Ausprägung symbolisiert die konkrete Bedeutung, die ein Entitätstyp besitzt. Im Fokus dieses Kapitelabschnitts stehen die Powertypen, durch die das Konzept der Typisierung zur Schaffung generischer Strukturen realisiert werden kann. Mittels Typisierung ist damit für einen zu konkretisierenden Entitätstyp eine Möglichkeit geschaffen, auf externe Änderungen äußerst flexibel zu reagieren.

Für Martin/Odell, auf die der Begriff zurückzuführen ist, ist ein Powertyp „[...] an object type whose instances are subtypes of another object type“ [MaOd98, 247]. Strahringer betrachtet Powertypen als (Meta-)Entitätstypen, deren Ausprägungen die zu konkretisierenden Entitätstypen repräsentieren [St99, 3]. Nach Dahchour/Pirotte/Zimányi ist ein Powertyp ein abstrakter Entitätstyp, der die mit ihm in Verbindung stehenden anderen, konkreten Entitätstypen, anzusehen als Ausprägungen des Powertyps in Entitätstypform, materialisiert [DaPiZi02, 1084]. Kühne/Steimann sprechen im Zusammenhang mit Powertypen von einer tiefen Charakterisierung, deren Mechanismen aber noch weitgehend unspezifiziert sind [KüSt04, 115].

Der häufig in den Definitionen anzutreffende Vergleich zwischen der Instanz eines Powertyps mit dem konkreten Entitätstyp wird abgelehnt. Die Instanz eines Powertyps ist eine Entität und somit unvergleichbar mit einem Entitätstyp [HeGo05, 12]. Zur Grundlegung eines Powertyps dient die in leichter Abwandlung von Strahinger aufgeführte Definition: Ein *Powertyp* ist ein Entitätstyp, der Fachbegriffe auf Ausprägungsebene aufnimmt und damit die die Fachbegriffe konkretisierenden Entitätstypen repräsentiert.

Powertypen, die im Datenmodell bezeichnenderweise das Suffix “-klasse”, “-typ”, “-gruppe” oder “-art” in ihrem Namen tragen, verfügen i. d. R. mindestens über das Attribut “Name”, “Beschreibung” oder “Bezeichnung”. Dieses Attribut erfüllt den Zweck, den Namen eines subsumierten Fachbegriffs als Wert aufzunehmen. Die Ausprägungen des Namensattributs im Powertyp repräsentieren in fachlicher Hinsicht konkrete Entitätstypen.

Aus der Untersuchung der Analysemuster leitet sich im Umgang mit Powertypen die Regel ab, die Intension (Begriffsinhalt) eines Powertyps zu minimieren, um dadurch seine Extension (Begriffsumfang) zu maximieren. Die Extension eines Powertyps ist durch die konkreten Entitätstypen, die der Powertyp repräsentiert, bestimmt. Zunehmende Attribute im Powertyp führen zu einer Erhöhung seiner Intension und wegen des reziproken Verhältnisses zu einer Verringerung seiner Extension. Dadurch erfährt der Powertyp eine Einschränkung in seiner Repräsentationsfunktion für die zu konkretisierenden Entitätstypen. Verfügt der Powertyp lediglich über das Namensattribut, und somit über eine minimale Intension, so fallen unter seine Ausprägungen alle Entitätstypen, die zu dieser Kategorie der Attributsausprägung gehören.

Eine weitere Frage, die sich stellt, ist die nach der Granularität des Fachbegriffs, die auf Ebene der Powertypen als Ausprägungen des Namensattributs aufgenommen werden. Welchen Granularitätsgrad sollen die Fachbegriffe aufweisen? Aufgrund der hohen Anzahl an Freiheitsgraden bei der Definition der Fachbegriffe ist diese Frage schwer zu beantworten. Die Ausprägung sollte einen klassifizierten Fachbegriff repräsentieren und keine namentliche Instanz des klassifizierten Fachbegriffs.

2.2.3 Rollentypen

Aus der Untersuchung der Analysemuster hat sich mit Rollentypen ein weiteres zentrales synthetisiertes Konstrukt für den generischen Ansatz ergeben.

Rollen gewinnen in der Modellierung zunehmend an Bedeutung. Obwohl kein einheitliches Rollenverständnis existiert, so ist ihr Konzept wie das der Klassen und Assoziationen als fundamental zu bezeichnen [St00, 55]. Neben zahlreichen Ansätzen zur Definition von Rollen interessiert hier in erster Linie die Auffassung eines Rollenverständnisses in der Datenmodellierung.

Chen weist darauf hin, dass Entitäten im Rahmen ihrer Beziehungen Rollen ausüben, wobei eine Rolle eine Funktion darstellt, die die Entität in der Beziehung einnimmt [Che76, 12]. In ähnlicher Weise betrachten dies auch [BaDa77, Fa76, NiHa89], deren Arbeiten als grundlegend im Hinblick auf das Rollenkonzept gelten.

Betont wird hierbei die Unterscheidung zwischen dem statischen Aspekt eines Objekts, also dem Objekt selbst, und dem dynamischen Aspekt eines Objekts, seiner Rolle. Bachman/Daya definieren eine Rolle als ein „definiertes Verhaltensmuster, das von Entitäten verschiedener Art angenommen werden kann“ [BaDa77, 465]. Steimann/Kühne berufen sich bei ihrer Unterscheidung zwischen Klassen und Rollen auf zwei primitive, ontologische Klassifikationseigenschaften, die auf [Gu92] zurückzuführen sind: Fundierung (Beziehungsabhängigkeit) und Rigidität (Unveränderlichkeit der Klassifizierung) [StKü06, 2]. Ihrer Meinung nach sind Klassen rigide, aber nicht fundiert, während Rollen fundiert, aber nicht rigide sind.

Es darf bei diesen Auffassungen jedoch nicht der missverständliche Eindruck entstehen, dass Rollen nicht als Klassen angesehen und demnach nicht als solche modelliert werden können. Unabhängig von einem konkreten Rollenkonzept stehen für eine Modellierung von Rollen die elementaren Konzepte der Klassen und Assoziationen zur Verfügung. Werden Rollen als Klassen modelliert, so entspricht das Rollenkonzept zwar syntaktisch, aber nicht semantisch dem Klassenkonzept. Der Schlüssel zum Verständnis im Hinblick auf eine Unterscheidung zwischen Klasse und Rolle liegt demnach in dem Wort semantisch. Um ein besseres Verständnis für eine semantische Unterscheidung zwischen Klasse und Rolle zu erhalten und damit einhergehend eventuellen Missverständnissen in der Rollenkonzeption und deren Modellierung vorzubeugen, erscheint es angebracht, den Bezugspunkt für eine Unterscheidung in die resultierenden Konzepte Klassen (Entitätstypen) und Rollen in den Gegenstandsbereich, und somit letztlich auf Fachbegriffsebene zu verlagern.

In dieser Arbeit sind Klassen – ebenso wie Rollen – abstrahierte Klassifikationen real- oder vorstellungsweltlicher Phänomene (Gegenstände). Klassen repräsentieren dabei das grundlegende Wesen bzw. die Wesensart eines zu modellierenden Gegenstands, während Rollen sein Verhaltensmuster in Beziehungen zu anderen Gegenständen zum Ausdruck bringen. In ähnlicher Weise bemerkt dies West: „Entity types should represent [...] the underlying nature of an object, not the role it plays in a particular context“ [We96, 7 u. 41]. Hay, der sich in seinen Artikeln über Datenmodellqualität auf West bezieht, führt als Beispiel den Fachbegriff *Mitarbeiter* (engl. *employee*) an. „What you have in the word “employee” is a common name for something including in its meaning not just the thing itself, but also its relationship to something else“ [Ha96, 25].

Grundlegend haftet eine Rolle einem Gegenstand nicht von vorne herein an oder ist an diesen gebunden. Sie ergibt sich prinzipiell in einer Assoziation. Deshalb lassen sich Rollen erst dann sinnvoll bestimmen, wenn die Assoziationen der Klassen bekannt sind. Beispielsweise kann eine bestimmte Person die Rollen einer selbstständigen Tätigkeit oder einer Festanstellung ausüben. Erst ein konkretes Arbeitsverhältnis, ausgedrückt durch eine Assoziation dieser Person zu einem Unternehmen, bestimmt die Rolle der Person. Bei einem Wechsel des Arbeitsverhältnisses kann sich auch die Rolle der Person ändern, z.B. von Selbstständigkeit zu Festanstellung. Die Rollen Selbstständigkeit und Festanstellung bleiben hingegen konstant und von der Assoziation unberührt. Erst das Zusammenspiel der Gegenstände (Person, Unternehmen) bestimmt die Rolle (Selbstständigkeit, Festanstellung).

Wie bereits erwähnt, haftet eine Rolle per se einem bestimmten Gegenstand nicht an. Als Beispiel dient die Rolle Kunde. Ein Kunde kann sowohl eine Person, als auch ein Unternehmen sein. Diese Beispiele und die Feststellung, dass Rollen als Klassen konzipiert werden, verdeutlichen nebenbei die Problematik der Rigidität. Ob Rollen rigide sind oder nicht, hängt von der Betrachtungsperspektive ab. Aus Sicht der Rolle ist die Rolle (eben als Klasse) selbst rigide, aus Sicht der Klasse (eben als Rolle, die sie einnimmt) hingegen nicht. Die Klasse selbst verbleibt in ihrem unveränderlichen Status, selbst wenn sich ihre Rolle in einer Assoziation ändert. Da die Perspektive einer Klasse die Perspektive einer Rolle dominiert, kann die Rolle als der in Assoziationen veränderliche Aspekt einer Klasse angesehen werden. Die Rolle selbst bleibt dabei rigide.

In verallgemeinerter Form lässt sich das Rollenverständnis auch auf die Typebene übertragen. In einer Assoziation kann ein Entitätstyp einen Rollentyp (engl. role type) einnehmen, den er im Rahmen seiner Assoziation ausübt. Auf Entitätsebene wird dementsprechend eine Rolle, zu verstehen als eine Ausprägung des Rollentyps, von der Entität eingenommen, die sie innerhalb ihrer Assoziation ausübt. Durch die Angabe eines Rollentyps bzw. einer Rolle wird der Bedeutungsgehalt und die Verständlichkeit des Entitätstyps bzw. der Entität erhöht. Zum Beispiel kann der Entitätstyp Person über einen Rollentyp verfügen, der die Rollen Kunde, Lieferant, Angestellter, Freier Mitarbeiter, usw. umfasst. Eine Entität nimmt dann in ihrer Assoziation zu anderen Entitäten eine konkrete Rolle, z.B. Kunde, ein. Dieses zugegebenermaßen einfache Rollenkonzept soll zur beschreibenden Detaillierung einer Assoziation beitragen. Demnach lässt sich somit eine Assoziation als ein Tupel betrachten, das neben einem bezeichnenden Namen noch durch eine Menge an Entitätstyp-Rollentyp-Paare bzw. Entität-Rolle-Paare und durch eine Menge an Attributen bestimmt ist.

Die Vernachlässigung eines Rollenkonzepts kann zu einer “object reclassification anomaly” führen [ChZh97, 258]. Dieses Problem tritt auf, falls ein Entitätstyp aufgrund unterschiedlicher Rollen in einer Assoziation mehrfach instanziiert werden muss, obwohl der eigentliche Entitätstyp keine Veränderung erfahren hat. Die Ursache dieses Problems liegt darin, dass bei der Modellierung nicht erkannt wird, dass es sich bei bestimmten Sachverhalten um Rollen, und nicht um neue Objekte, handelt. Als Beispiel können wiederum eine Person und ihr Arbeitsverhältnis zu einem Unternehmen dienen. Werden die Rollen Selbstständigkeit und Festanstellung nicht als solche erkannt, so müssen die diesbezüglichen Daten in (separaten) Entitätstypen aufgenommen werden. Bei einem Wechsel des Arbeitsverhältnisses werden zwei Personenobjekte instanziiert, die Person mit Selbstständigen-Status und die Person mit Festangestellten-Status, obwohl sich an der Person selbst nichts geändert hat. Das Problem einer object reclassification anomaly führt somit zu Redundanzen in der Datenhaltung.

2.2.4 Metamodell eines generischen Datenmodells

Abb. 2 zeigt als das zentrale Ergebnis dieses Beitrags das Metamodell, das der Konstruktion eines generischen Datenmodells obliegt.

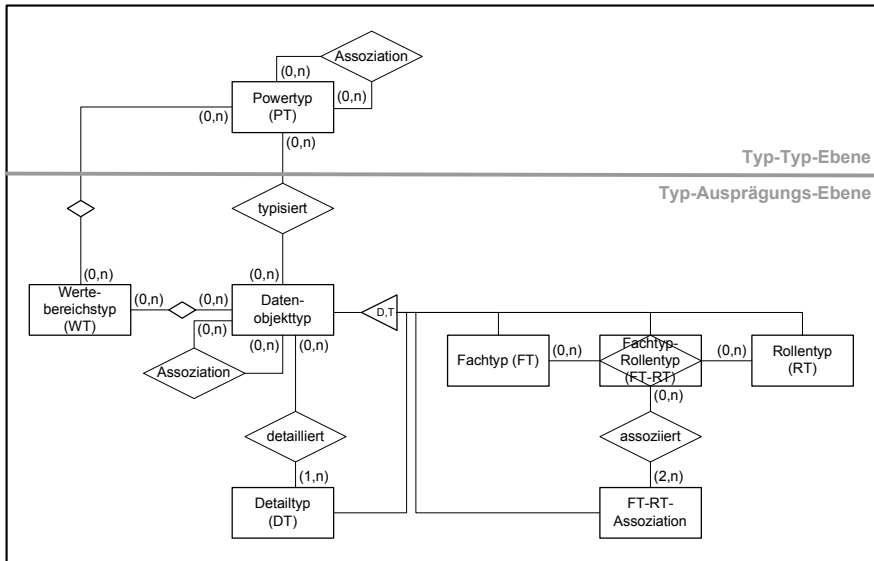


Abb. 2: Metaisierte Struktur eines generischen Datenmodells

Dem abgebildeten Metamodell liegt die Metaisierung der Struktur eines anzustrebenden Ziels zugrunde, da die strukturelle Gestaltung des Ergebnisses (Datenmodell) im Mittelpunkt steht. Das Metamodell selbst ist nicht direkt instanziiierbar. Vielmehr dient es als strukturelle Zielvorgabe für die Konstruktion von Datenmodellen. Die nachfolgende Erläuterung des generischen Meta-Datenmodells fasst die bisherigen Ausführungen zu ihrer Konzeptualisierung zusammen: Ausgangspunkt der Metamodellbetrachtung ist die Typ-Typ-Ebene mit dem Entitätstyp Powertyp (PT), der die ermittelten Fachbegriffe auf Ausprägungsebene in klassifizierter Form aufnimmt und somit für eine Typisierung sorgt. Daraus ergibt sich ein großer Vorteil im Zuge der Anwendung dieses feingranularen Konstruktionsrahmens. In herkömmlichen Datenmodellen werden die Fachbegriffe auf Entitätstyp- und Beziehungstypenebene angegeben, was bei einer sich im Wandel befindlichen Fachbegriffswelt und ihrer Beziehungen zu relativ unflexiblen Modellen führen kann. Ein aus dem generischen Metamodell resultierendes Datenmodell erlaubt aufgrund der fachspezifischen Typisierung auf Ausprägungsebene ein flexibles Customizing, vorausgesetzt die restliche Strukturgebung auf der Typ-Ausprägungs-Ebene erweist sich als weitgehend konstant.

Auf der Typ-Ausprägungs-Ebene finden sich inhaltlich drei Bereiche. Erstens der Datenobjekttyp mit den spezialisierten Entitätstypen Fachtyp (FT), Rollentyp (RT), FT-RT-Assoziation und dem uminterpretierten Beziehungstyp Fachtyp-Rollentyp (FT-RT).

Zweitens der Datentyp (DT), der ebenfalls eine Spezialisierung des Datenobjekttyps darstellt. Und drittens der Wertebereichstyp (WT), der Assoziationen zum Powertyp und zum Datenobjekttyp bzw. seiner spezialisierten Entitätstypen unterhält. Die drei Bereiche der Typ-Ausprägungs-Ebene werden nachfolgend erläutert.

Fachtypen repräsentierten die auf ihre unveränderliche Wesensart reduzierten benannten Gegenstände. Denen gegenüber stehen Rollentypen, die die benannten, veränderlichen Verhaltensmuster der Gegenstände vertreten. Ein Rollentyp beinhaltet Rollendefinitionen für Fachtypen und demnach eine Menge an Verhaltensmustern, die ein Gegenstand als Fachtyp in einer Assoziation ausüben kann. Eine FT-RT-Assoziation ist die Zusammenführung mindestens zweier Fachtyp-Rollentyp-Paare und reflektiert damit eine Assoziation, obgleich als Entitätstyp modelliert. Der uminterpretierte Beziehungstyp Fachtyp-Rollentyp symbolisiert eine einfache Kombination aus einem Fachtyp und einem Rollentyp. Wenigstens zwei Fachtyp-Rollentyp-Kombinationen bestimmen anschließend eine FT-RT-Assoziation. Der Grund für Fachtyp-Rollentyp-Kombinationen in einer Assoziation liegt in der inhaltlichen Aufteilung eines Gegenstands in seine unveränderliche Wesensart und seine Verhaltensmuster begründet. In herkömmlichen Umsetzungen in Datenmodellen finden derartige Unterscheidungen kaum bis gar keine Beachtung. Vielmehr werden die Gegenstände bzw. Fachbegriffe einer Domäne direkt ihrem Sachverhalt entsprechend auf Entitätstypen, Beziehungstypen oder Attribute abgebildet. Diversifikationen hinsichtlich ihrer Wesensart und ihrem Verhaltensmuster bleiben unberücksichtigt. Lassen sich Gegenstände eines Sachverhalts entsprechend dem Wesensart-Verhaltensmuster-Schema kategorisieren, so fordert das Metamodell im Hinblick auf zu modellierende Assoziationen zwischen den Gegenständen, dass sich ein Gegenstand (als Fachtyp) und sein Verhaltensmuster (als Rollentyp) einem (anderen) Gegenstand und dessen Verhaltensmuster in einer Assoziation (als FT-RT-Assoziation) gegenüber stehen. FT-RT-Assoziationen gehen im Gegensatz zu einfachen Assoziationen über die grundlegende Bedingung, dass eine Assoziation wenigstens zwei Entitätstypen miteinander verbindet, hinaus. Erst ein Fachtyp in Rollentypausübung, festgelegt durch FT-RT, kann eine Assoziation, bestimmt durch FT-RT-Assoziation, eingehen. Dadurch, dass ein Verhaltensmuster explizit benannt und in einem eigenen Rollentyp ausgelagert wird, geht es nicht als Rolle an den Enden einer Assoziation unter. Zudem besteht aufgrund der Trennung von Fach- und Rollentypen die Möglichkeit, sie unabhängig voneinander zu verwenden und bei einfacher Nennung sie mehrmals einander zuzuweisen. Fachtypen, Rollentypen und FT-RT-Assoziationen bedürfen einer Typisierung durch Powertypen, bei der Zusammenführung eines Fachtyps mit einem Rollentyp (FT-RT) ist die Typisierung als optional zu betrachten.

Detailtypen (DT) als zweiter wesentlicher Bestandteil des Metamodells erlauben die Detaillierung eines Datenobjektyps. Eine Detaillierung kennzeichnet die Notwendigkeit, bestimmte Attribute eines Datenobjektyps in einen eigenständigen Entitätstyp, dem Detailtyp, auszulagern. Eine solche Auslagerung ist häufig bei Zeitverlaufsdaten relevant. Sollen beispielsweise für ein Unternehmen die Umsatzzahlen gespeichert werden, so bietet sich hierfür ein Detailtyp an.

Den dritten Bereich bilden Wertebereichstypen (WT). Häufig gleicht der Wertebereich eines Attributs einer Aufzählungsmenge. Solche Enumerationstypen werden als Wertebereichstypen modelliert und mit dem Datenobjektyp, der ein derartiges Attribut besitzt, verbunden.

3 Fallbeispiel

Dieses Kapitel stellt ein Fallbeispiel eines generischen Datenmodells dar, das auf der metaisierten Strukturvorgabe aus Abb. 2 basiert und das als problematisch eingestufte Beispiel aus Abb. 1 fortführt. Das resultierende generische Datenmodellfragment ist Abb. 3 zu entnehmen.

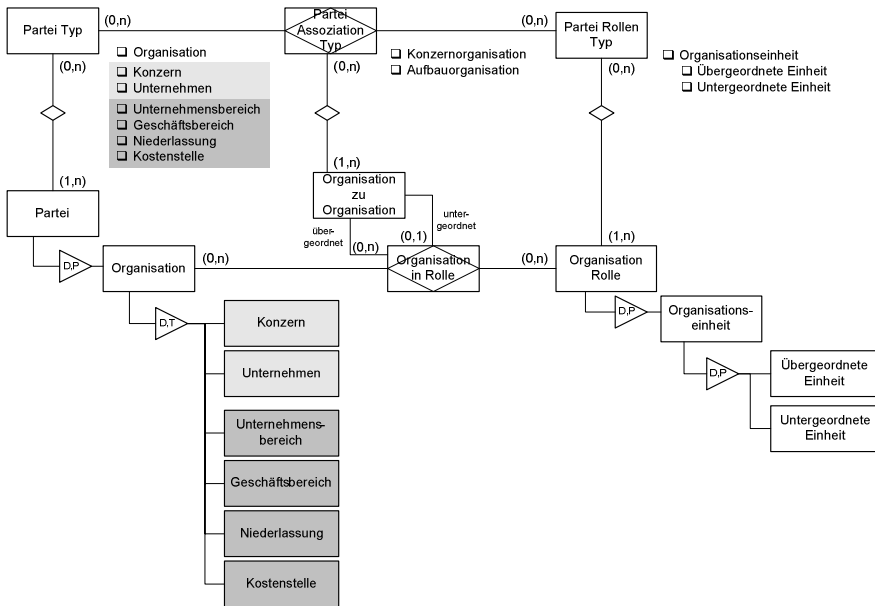


Abb. 3: Generisches Datenmodell einer unternehmensübergreifenden Konzern- und unternehmensinternen Aufbauorganisation

Das Beispiel zeigt ein generisches Datenmodell, das sowohl unternehmensübergreifende wie auch unternehmensinterne Organisationsstrukturen aufzunehmen vermag. Der Powertyp Partei Typ beinhaltet als Ausprägungen seines Namensattributs die Fachbegriffe Konzern und Unternehmen (hellgrau schattiert), Unternehmensbereich, Geschäftsbereich, Niederlassung und Kostenstelle (dunkelgrau schattiert) sowie den vordefinierten Eintrag Organisation. Der Powertyp Partei Assoziation Typ enthält als Behälter für Beziehungstypen die vordefinierten Fachbegriffe Konzernorganisation und Aufbauorganisation, der Powertyp Partei Rollen Typ als Klasse für Rollen die ebenfalls vordefinierten Termini Organisationseinheit, Übergeordnete Einheit und Untergeordnete Einheit.

Im ersten Schritt werden Aspekte einer Konzernstruktur behandelt. Ein Konzern bezeichnet dabei eine übergreifende Organisation, unter deren Dach verschiedene Unternehmen zusammengefasst sind. Für die Realisierung von Konzernstrukturen (und ebenso internen Aufbauorganisationen) liegt der Schlüssel zum Verständnis in der Feststellung, dass es sich bei über- und untergeordneten Einheiten um Rollen eines Gegenstands (Konzern, Unternehmen) handelt, und eben nicht um ihre unveränderliche Wesensart (den Konzern bzw. das Unternehmen selbst). Im Rahmen eines Konzernorganisation-

Beziehungstyps wird eine Organisation vom spezialisierten Typ Konzern, in der Rolle als übergeordnete Einheit, mit Organisationen vom spezialisierten Typ Unternehmen, in ihren jeweiligen Rollen als untergeordnete Einheit, in der FT-RT-Assoziation Organisation zu Organisation zusammengeführt.

Im zweiten Schritt werden Aspekte einer Aufbauorganisation behandelt. Im Beispiel besteht die Aufbauorganisation aus den Organisationsebenen Unternehmensbereich, Geschäftsbereich, Niederlassung und Kostenstelle, wobei zwischen den Organisationsebenen in der angegebenen Reihenfolge ein jeweiliger, unpräziser 1:n-Beziehungstyp besteht. Die Zusammenführung der einzelnen Organisationen geschieht ebenso in Organisation zu Organisation. Der Fachbegriff Aufbauorganisation beschreibt dabei den Beziehungstyp zwischen den namensgleichen spezialisierten Organisationsentitätstypen in ihren jeweiligen Rollen einer über- bzw. untergeordneten Einheit.

Selbst für eine Zusammenhangsbildung zwischen einem Unternehmen und seiner Aufbauorganisation bietet das generische Datenmodell einige Möglichkeiten. Eine modulare, jedoch indirekte Lösung diesbezüglich sieht die Aufnahme eines neuen Beziehungstyps (z.B. Unternehmen-Organisation) in Partei Assoziation Typ vor. Unter diesen neuen Beziehungstyp werden in Organisation zu Organisation diejenigen Organisationen aufgeführt, die unter ein bestimmtes Unternehmen fallen. Die vordefinierten Rollen über- und untergeordnete Einheit lassen sich dafür wiederverwenden.

4 Ausblick

Der in diesem Artikel vorgestellte Ansatz einer generischen Datenmodellierung auf fachkonzeptioneller Ebene bedarf noch einer praktischen Bewertung. Zu diesem Zweck wird vom Autor eine empirische Studie durchgeführt, die zum Zeitpunkt der Beitragserstellung noch nicht gänzlich abgeschlossen ist. Die ersten Ergebnisse lassen jedoch Tendenzaussagen zu. Die Behauptung, dass generische Datenmodelle flexibel und stabil zugleich seien, scheint sich zu bestätigen. Demnach kann der Ansatz einer generischen Datenmodellierung zum gegenwärtigen Zeitpunkt als ein vielversprechender Ansatz vor allem für den Aufbau unternehmensweiter Datenmodelle betrachtet werden.

5 Literaturverzeichnis

- [BaDa77] Bachman, C.W., Daya, M.: The role concept in data models, in: Proceedings of the 3rd International Conference on Very Large Databases, 1977; S. 464-476.
- [Be05] Bergmann, J.: openEHR: Die Geschichte eines Baukastensystems für eine gemeinsame Elektronische Gesundheitsakte. In: (mdi Forum der Medizin_Dokumentation und Medizin_Informatik, 1 2005), S. 8-15, http://www.umi.cs.tu-bs.de/cms/staff/bergmann/bergmann_mdi_2005.pdf, Zugriff: 12.01.2006.
- [Br02] Brockhaus: Digitale Fassung der Brockhaus Enzyklopädie, Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG, 2002.

- [Ch76] Chen, P.P.-S.: The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data, in: ACM Transactions on Database Systems Vol. 1, Nr. 1, März 1976, S. 9-36, <http://www.csc.lsu.edu/~chen/pdf/erd.pdf>, Zugriff: 01.02.2004.
- [ChZh97] Chu, W.W.; Zhang, G.: Associations and Roles in Object-Oriented Modeling“. In: (Embley, D.W., Goldstein, R.C. Hrsg.): Proceedings of the 16th International Conference on Conceptual Modeling: ER '97, Berlin, 1997, S. 257-270, www.cobase.cs.ucla.edu/tech-docs/era.ps, Zugriff: 04.06.2004.
- [DaPiZi02] Dahchour, M.; Pirotte, A.; Zimányi, E.: Materialization and Its Metaclass Implementation, in: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 14, No. 5, 2002, S. 1078-1094, <http://cs.ulb.ac.be/publications/P-02-03.pdf>, Zugriff: 18.02.2005.
- [Fa76] Falkenberg, E.: Concepts for modelling information. In: (Nijssen, G.M., Hrsg.): Proceedings of the IFIP Conference on Modelling in Data Base Management Systems, North-Holland, Amsterdam, 1976; S. 95-109.
- [Fo97] Fowler, M.: Dealing with Roles, in: Proceedings of the 1997 Conference on Pattern Languages of Programming (PLoP '97), Monticello, Illinois, USA, 1997, <http://www.martinfowler.com/apsupp/roles.pdf>, Zugriff: 01.02.2005.
- [Fo99] Fowler, M.: Analysemuster, Wiederverwendbare Objektmodelle, Bonn et al., 1999.
- [Fr04] Frank, U.: E-MEMO: Referenzmodelle zur ökonomischen Realisierung leistungsfähiger Infrastrukturen für Electronic Commerce, in: Wirtschaftsinformatik, 46 (2004) 3; S. 373-381.
- [Gr03] Greiffenberg, S.: Methoden als Theorien der Wirtschaftsinformatik. In: (Uhr, W., Esswein, W., Schoop, E. Hrsg.): Wirtschaftsinformatik 2003 / Band 2, Proceedings zur 6. internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik 2003 in Dresden, Heidelberg 2003; S. 947-967.
- [Gu92] Guarino, N.: Concepts, attributes and arbitrary relations: some linguistic and ontological criteria for structuring knowledge bases, Data & Knowledge Engineering 8 (1992); S. 249-261.
- [Ha96] Hay, D.C.: Data Model Patterns, Conventions of Thought, New York, 1996.
- [HeGo05] Henderson-Sellers, B.; Gonzalez-Perez, C.: The Rationale of Powertype-based Metamodelling to Underpin Software Development Methodologies. In: (Hartmann, S., Stumptner, M. Hrsg.): Conceptual Modelling 2005, Second Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling (APCCM2005), Newcastle, NSW, Australia, January/February 2005, S. 7-16, http://crpit.com/confpapers/CRPITV43_Henderson-Sellers.pdf, Zugriff: 17.04.2006.
- [Ki98] Kimball, R. et. al.: The Data Warehouse Lifecycle Toolkit: Expert Methods for Designing, Developing and Deploying Data Warehouses, New York et al., 1998.
- [KuRo98] Kugeler, M.; Rosemann, M.: Fachbegriffsmodellierung für betriebliche Informationssysteme und zur Unterstützung der Unternehmenskommunikation, 1998, <http://gimobis.uni-koblenz.de/pages/rundbrief/pdf/RoKu98.pdf>, Zugriff: 04.06.2004.
- [KüSt04] Kühne, T.; Steimann, F.: Tiefe Charakterisierung. In: (Rumpe, B., Hesse, W. Hrsg.): Tagungsband zur Modellierung 2004 (GI, 2004), S. 109-119, <http://www.fernuni-hagen.de/ps/pubs/Mod2004TC.pdf>, Zugriff: 21.12.2005.

- [Lo96] Loos, P.: Geschäftsprozeßadäquate Informationssystemadaption durch generische Strukturen. In: (Vossen, G.; Becker, J. Hrsg.): Geschäftsprozeßmodellierung und Workflowmanagement, Bonn, Albany, 1996, S. 163-175, <http://isym.bwl.uni-mainz.de/publikationen/gpa-isa-generische-strukturen.pdf>, Zugriff: 02.05.2004.
- [Ma96] Maier, R.: Qualität von Datenmodellen, Wiesbaden, 1996.
- [MaOd98] Martin, J.; Odell, J. J.: Object-Oriented Methods: A Foundation, UML Edition, 2nd Edition, Upper Saddle River, 1998.
- [MoSh94] Moody, D.L, Shanks, G.G.: What Makes a Good Data Model? Evaluating the Quality of Entity-Relationship Models. In: (Loucopoulos, P. Hrsg.): ER '94 – Business Modeling and Re-Engineering, Proceedings of the 13th International Conference on the Entity-Relationship Approach, Manchester, England, Berlin et al., 1994; S. 94-111.
- [NiHa89] Nijssen, G. M.; Halpin, T. A.: Conceptual Schema and Relational Database Design: a Fact Oriented Approach, New York, 1989.
- [ReGr94] Reingruber, M.; Gregory, W.W.: The Data Modeling Handbook: A Best Practice Approach to Building Quality Data Models, New York, 1994.
- [Sc97] Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 7. Aufl., Berlin et al., 1997.
- [Si01a] Silverston, L.: The Data Model Resource Book, Volume 1, A Library of Universal Data Models for All Enterprises, New York et al., 2001.
- [Si01b] Silverston, L.: The Data Model Resource Book, Volume 2, A Library of Universal Data Models By Industry Types, New York et al., 2001.
- [Si05] Simsion, G.C.: Better Data Models – Today: Understanding Data Model Quality. In: (Seiner, R.S. Hrsg.): The Data Administration Newsletter (TDAN.com), Issue 34.0 Articles, October 2005, <http://www.tdan.com/i034ht01.htm>, Zugriff: 22.01.2006.
- [SiWi05] Simsion, G.C.; Witt, G.C.: Data Modeling Essentials, 3rd Edition, San Francisco, 2005.
- [St00] Steimann, F.: Formale Modellierung mit Rollen, Hannover, 2000, zugleich Habilitationsschrift, [http://www.fernuni-hagen.de/ps/pubs/Habilitationsschrift_Steimann .pdf](http://www.fernuni-hagen.de/ps/pubs/Habilitationsschrift_Steimann.pdf), Zugriff: 20.12.2005.
- [St96] Strahringer, S.: Metamodellierung als Instrument des Methodenvergleichs: Eine Evaluierung am Beispiel objektorientierter Analysemethoden, Aachen, 1996.
- [St99] Strahringer, S.: Probleme und Gefahren im Umgang mit “Meta“-Begriffen: ein Plädoyer für eine sorgfältige Begriffsbildung, in: Proceedings of the International Knowledge Technology Forum (KnowTechForum) '99, 16.-18. September, Potsdam, 1999, [http://www.fl.ebs.de/Lehrstuehle/Wirtschaftsinformatik/NEW/Publications/ Meta-BegriffeKnowtech.pdf](http://www.fl.ebs.de/Lehrstuehle/Wirtschaftsinformatik/NEW/Publications/Meta-BegriffeKnowtech.pdf), Zugriff: 18.08.2004.
- [StKü06] Steimann, F., Kühne, T.: Zustandstypen als Schlüssel zur Integration statischer und dynamischer Sichten der objektorientierten Modellierung, in: Mayer, H. C. (Hrsg.): Tagungsband zur Modellierung 2006, GI LNI (2006), <http://www.fernuni-hagen.de/ps/pubs/mod2006.pdf>, Zugriff: 12.03.2006.
- [Su03] Subieta, K., Jodlowski, A., Habela, P., Plodzień, J.: Conceptual Modeling of Business Applications with Dynamic Object Roles, in: Corchuelo R., Ruiz-Cortés, A., Wrembel, R. (Hrsg.): Technologies Supporting Business Solutions, the Advances in Compu-

tation: Theory and Practice, New York: ACTP Series, Nova Science Books and Journals, 2003, S. 57-84, <http://www.icons.rodan.pl/publications/%5BSubieta2003%5D.pdf>, Zugriff: 06.06.2006.

- [We96] West, M.: Developing High Quality Data Models, 1996, <http://www.matthew-west.org.uk/Documents/princ03.pdf>, Zugriff: 20.12.2004.
- [Wi03] Winter, R.: Modelle, Techniken und Werkzeuge im Business Engineering, in: Österle, H., Winter, R. (Hrsg.): Business Engineering – Auf dem Weg zum Unternehmen des Informationszeitalters, 2. Aufl., Berlin et al., 2003, S. 87-118, [http://web.iwi.unisg.ch/org/iwi/iwi_pub.nsf/wwwPublRecentGer/EF84D6AA23282DA2C1256F03004F2A9E/\\$file/modelle%20methoden%20werkzeuge%202.pdf](http://web.iwi.unisg.ch/org/iwi/iwi_pub.nsf/wwwPublRecentGer/EF84D6AA23282DA2C1256F03004F2A9E/$file/modelle%20methoden%20werkzeuge%202.pdf), Zugriff: 20.12.2004.