

Pragmatische Lösungsansätze zur Modellierung von Zeitaspekten

Teilaspekt: Modellierung zeitvariabler Daten

hier: Sammlung von Problemfällen und Lösungsansätzen

15. Juni 1993

**GUIDE
AK Applikation Management
AG Enterprise Modelling
UAG Rhein/Main**

Herr Peter Behr	Deutsche Bundesbahn, Frankfurt am Main
Herr Horst Bender	HELABA, Frankfurt am Main
Frau Eva Bub-Ficht	Böhringer Ingelheim, Ingelheim
Herr Lutz Dreher	AEG, Frankfurt am Main
Herr Uwe Hübner	Brain Force, Frankfurt am Main
Herr Wilfried Kobialka	Hoechst, Frankfurt am Main
Herr Wilhelm Meier	Commerzbank, Frankfurt am Main
Herr Horst Patalong	Helvetia Versicherung, Frankfurt am Main
Herr Dieter Pfundt	Fichtel & Sachs AG, Schweinfurt
Herr Tobias Tretter	Landesbank Rheinland Pfalz, Mainz
Herr Thomas Zeh	Merck KGaA, Darmstadt

Copyright: GUIDE AG Enterprise Modelling

Vorwort

Das vorliegende Manuskript „Pragmatische Lösungsansätze zur Modellierung von Zeitaspekten“ entstand als Auftrag der Arbeitsgruppe „ENTERPRISE MODELLING“ (damalige Bezeichnung „DATENMANAGEMENT“). Die Bearbeitung erfolgte in der Zeit vom April 1991 bis Februar 1992 in der Unterarbeitsgruppe Rhein/Main.

Die UAG beschränkte sich hierbei auf den Teilaspekt der semantischen Modellierung zeitvariabler Daten. Der Anschaulichkeit und damit Verständlichkeit wegen wurden unterschiedliche semantische Modellierungen des Zeitaspekts, die im Fachkonzept der Anwendungsentwicklung häufig auftreten, anhand eines Fallbeispiels demonstriert. Die einzelnen Modelle wurden nach gleichen Kriterien bewertet. Dies kann dem Modellbildner bei der Auswahl eines Modell helfen.

Die Modellierung des Zeitaspekts beim logischen Datenbankdesign z. B. für relationale Datenbankmanagementsysteme (RDBMS) war nicht Gegenstand der Ausarbeitung; allerdings können einige der Lösungen (die streng normalisierte Lösung wie auch die „schwach“ normalisierte Lösung) problemlos auf ein RDMS übertragen werden.

Literaturhinweise sind in der Form (aaajj) dargestellt, wobei aaa ein Kürzel für den Autor oder Herausgeber und jj das Jahr der Veröffentlichung sind. Die Literaturhinweise sind im Kapitel Referenzen erläutert.

An der Ausarbeitung waren beteiligt.

Herr Peter Behr	Deutsche Bundesbahn, Frankfurt
Herr Horst Bender	HELABA, Frankfurt
Frau Eva Bub-Ficht	Böhringer Ingelheim, Ingelheim
Herr Lutz Dreher	AEG, Frankfurt
Herr Uwe Hübner	Brain Force, Frankfurt
Herr Wilfried Kobialka	Hoechst, Frankfurt
Herr Wilhelm Meier	Commerzbank, Frankfurt
Herr Horst Patalong	Helvetia Versicherung, Frankfurt
Herr Dieter Pfundt	Fichtel & Sachs AG, Schweinfurt
Herr Tobias Tretter	Landesbank Rheinland Pfalz Mainz
Herr Thomas Zeh	Merck KGaA Darmstadt

Die Ausarbeitung gliedert sich in die folgenden Teile:

Vorwort

1. Zweck von Datenmodellen und Gegenstand
2. Vereinbarungen
3. Problem
4. Lösungen und Bewertungen
5. Referenzen

1. Zweck von Datenmodellen und Gegenstand

1.1 Zweck von Datenmodellen

Datenmodelle sind Abbildungen der unternehmensrelevanten Daten und ihrer Beziehungen.

Datenmodelle sollen den folgenden Zwecken dienlich sein:

- Basis für die Kommunikation zwischen Anwender und DV-Bereich bei der Problemfeldanalyse
- Arbeitsgrundlage für Anwender und DV-Bereich
- Unterstützung von Datenadministration und Revision
- Voraussetzung unternehmensweiter Planung und Realisierung von Anwendungen (Pflichtenheft, Vorgabe für den DB-Designer)
- Orientierungshilfe (z. B. für die IDV)
- einheitliche, allgemein verständliche Dokumentation sowohl von Informationsbedürfnissen als auch von Information über die Verfügbarkeit von Daten/Informationen innerhalb eines bestimmten Gebiets (Unternehmen, Bereich, Projekt, ...).

In die Datenmodelle soll nun neben der Sicht auf die Informationen der Gegenwart die Rekonstruktion und die Planung von Informationen mit einbezogen werden. Hierfür ist kein Regelwerk bekannt. Zweck der vorliegenden Ausarbeitung ist es, dazu beizutragen, diese Methodenlücke zu schließen.

1.2 Gegenstand

Ein **zeitvariables Datum** ist ein Datum (d. h. ein Exemplar eines Attribute Types, eines Relationship Types oder eines Entity Types), dessen **zeitlicher (Werte-)Verlauf** – also eine **Zeitspanne** – betrieblich relevant ist.

Unter einem **zeitfixen Datum** wollen wir ein Datum verstehen, dessen Wert nur zu einem bestimmten **Zeitpunkt** (im Regelfall in der Gegenwart) relevant ist; nicht relevant soll hingegen der zeitliche (Werte-)Verlauf sein.

Beispielsweise sind historische Daten, also Daten, deren Verlauf in der Vergangenheit bis zur Gegenwart von Interesse ist, zeitvariable Daten. Weiter können zeitvariable Daten solche mit Bezug auf die Zukunft sein. Dies können z. B. bereits heute bekannte Daten sein, die zu bestimmten Zeitpunkten gültig werden (z. B. feststehende zukünftige Preise) oder Prognose- oder Soll-Daten, die nebenläufig zu den gegenwärtigen Daten sind (z. B. Umsatz-Soll neben Umsatz-Ist).

Es gilt, auch die zeitvariablen Daten (insbesondere historische Daten sowie Daten mit Zukunftsbezug) in das Datenmodell einzubeziehen.

2. Vereinbarungen

a) Es wird die Terminologie von AD/Cycle übernommen.

Konkret sind dies die Termini:

- Entity Type (ENT)
- Relationship Type (REL)
- Attribute Type (ATTR)
- Business Data Type (BDT)
- Subtype Set (STS)
- Identifier (ID)

Im folgenden wird oft der Terminus Objekt verwendet, wenn eigentlich Objekttyp gemeint ist. Aus dem Zusammenhang geht hervor, ob es sich um eine Einzelausprägung oder den Typ handelt.

b) Die Modellierung geschieht auf der Basis eines Entity-Relationship-Ansatzes, wobei die RELs binäre Assoziationen sind, die keine ATTRs haben.

c) Die IDs der ENTs sind mit Stern (*) unterlegt.

d) Für die verwendeten Zeitintervalle sei der Anfangszeitpunkt (.-gültig-von als Änderungszeitpunkt) der erste Zeitpunkt der Gültigkeit und der Endzeitpunkt (.-gültig-bis) der letzte Zeitpunkt der Gültigkeit. Man hat es also mit geschlossenen Zeitintervallen zu tun. Nach rechts offene Intervalle wären ebenfalls möglich; hierbei würden dann wertmäßig Endzeitpunkt (t-1) und Anfangszeitpunkt (t) zusammenfallen. Diese Intervalle sind gewöhnungsbedürftig; daher wird hier mit geschlossenen Intervallen operiert. Alle Zeitangaben sind mit einer bestimmten Genauigkeit zu machen (z. B. Stunde oder i.d.R. der Tag).

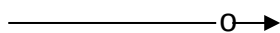
e) Das E-R-Diagramm wird mit den folgenden Konstruktionselementen gebildet:



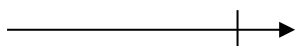
Entity Type



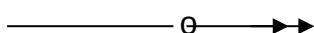
Relationship Type



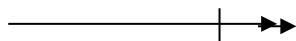
1-kann-Beziehung



1-muss-Beziehung



n-kann-Beziehung



n-muss-Beziehung

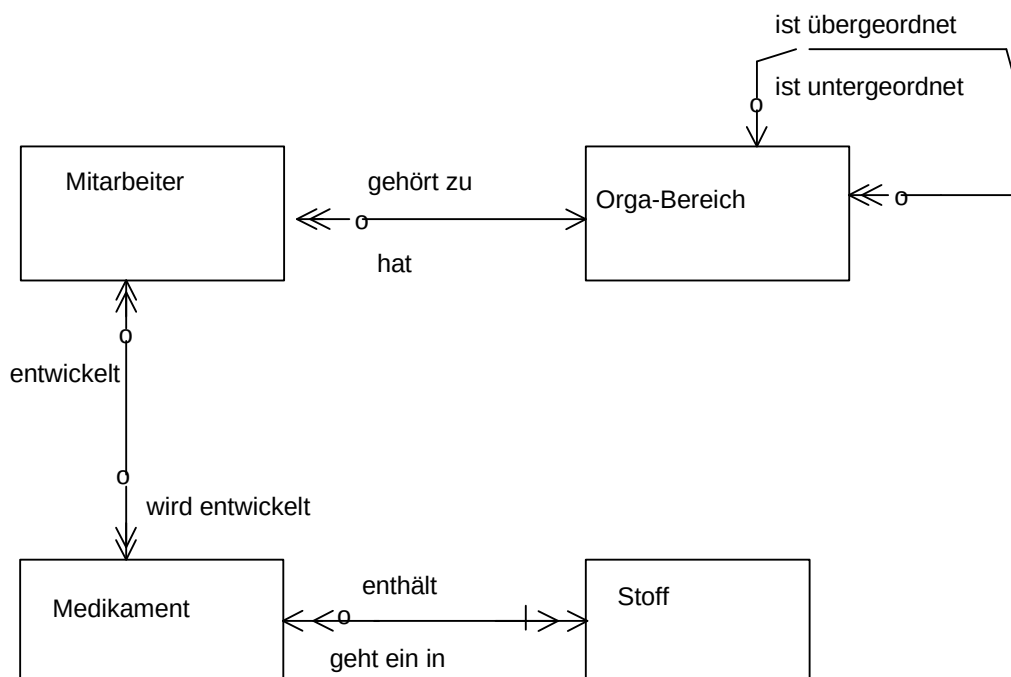
3. Problem

An einem Fallbeispiel wird die Modellierungsproblematik verdeutlicht.

3.1 Ausgangssituation

Das Fallbeispiel wird anhand einer fiktiven Firma GUIDE-DRUG gebildet. GUIDE-DRUG sei ein weltweit operierender Pharmahersteller, dessen Renner „Antifrust“ insbesondere bei Datenmanagern besonderen Anklang findet.

Abb. 1: Datenmodell (Ausschnitt) der Firma GUIDE-DRUG (Gegenwart)



ENT1: Mitarbeiter

Natürliche Person mit einem gültigen Arbeitsvertrag

MA#, MA-Name, MA-Gehalt, MA-PLZ, MA-Ort, MA-Straße, ...

ENT2: Organisationsbereich

Element der **aktuellen** Aufbauorganisation

OB#, OB-Name, ...

ENT3: Medikament (Entwicklungs- oder Vertriebsmedikament)

Ein lizenziertes oder in der Firma entwickeltes (oder in Entwicklung befindliches Arzneimittel, das vertrieben wird (oder werden soll)); nicht hingegen ein solches, dessen Entwicklung oder Vertrieb **eingestellt** worden ist.

ME#, ME-Name, ME-Verkaufspreis, ...

ENT4: Stoff

Ein für die Produktion irgendeines (d. h. auch für „ehemaliges“) Medikaments notwendiger Wirk-, Hilfs- oder Konservierungsstoff.

ST#, ST-Name, ...

REL 1: Mitarbeiterzugehörigkeit

Mitarbeiter x gehört zu Organisationsbereich y

REL 2: Organisationsstruktur

Organisationsbereich x ist übergeordnet zu Organisationsbereich y

REL 3: Entwicklungsmitarbeit

Mitarbeiter x entwickelt Medikament y

REL 4: Rezeptur / Zusammensetzung

Stoff x geht ein in Medikament y

Man beachte: ENTs und RELs müssen eindeutig – insbesondere unter dem Modellaspekt „Zeit“ – definiert sein. Es muß für jeden Kandidaten entscheidbar sein, ob er zum ENT / REL gehört.

3.2 Erweiterungsanforderungen an das Modell: Einbeziehung der „Zeit“

Folgende Anforderungen des Fachbereichs sollen in das Modell, das bisher einen Ausschnitt aus der Gegenwart beschreibt, integriert werden.

Es soll **nachvollziehbar** (d. h. zeitvariabel bez. der Vergangenheit) sein:

- das Gehalt eines Mitarbeiters sowie die Gehälter der „Ehemaligen“
- die Adresse des Hauptwohnsitzes eines Mitarbeiters (gemäß Mitarbeiterdefinition; also nicht die Adressen der „Ehemaligen“)
- die Zugehörigkeit eines Mitarbeiters (gemäß Mitarbeiterdefinition) zu einem Organisationsbereich (gemäß Organisationsbereichsdefinition; d. h. exklusiv „eingestampfter“ Bereiche)
- die Organisationsstruktur des Unternehmens von der Gründung bis heute
- wer Mitarbeiter des Unternehmens war/ist (z. B. zur Feststellung, ob Mitarbeiternummer bereits einmal verwendet wurde)
- welcher Mitarbeiter (auch der „Ehemaligen“) welches Medikament (auch der „Ehemaligen“) mit entwickelt hat
- die Rezeptur/Zusammensetzung aller (auch „ehemaliger“) Medikamente (Medikament mit seinen Komponenten).

Nachvollziehbar und **vorausschauend** besteht Interesse, bereits heute bekannte zukünftige Verkaufspreise für Medikamente (gemäß Definition) festzuhalten. Diese Preise sollen ab einem bestimmten Datum gültig werden, d. h. den gegenwärtigen Preis ablösen.

Die Angaben zur Zeit sollen im Fallbeispiel alle tagesgenau sein. Hierzu wird im folgenden an einigen Stellen der **ENT Kalendertag** benötigt. Ein Kalendertag ist ein Tag im gebräuchlichen, d. h. gregorianischen Kalender in einem bestimmten betrieblich relevanten Zeitraum.

3.3 Problembeschreibung

Es gilt, diesen Umstand zu beschreiben, d. h. das o. a. Datenmodell so zu erweitern bzw. zu ändern, daß dieser Sachverhalt im neuen Modell berücksichtigt ist. Das eigentliche Problem besteht nun darin, diesen Sachverhalt zum einen zweckdienlich und zum anderen in guter Qualität, d. h. möglichst einfach, anschaulich und dennoch vollständig und korrekt wiederzugeben (Qualitätsforderungen s. unter Lösungen und Bewertungen).

Was bedeutet nun die Dimension Zeit für einen ATTR, REL und ENT?

Zur Zeitvariabilität eines ATTRs:

Im allgemeinen Fall erhält ein Attribut zu irgendeinem Zeitpunkt nach (oder auch zeitgleich mit) der „Geburt“ der zugehörigen Entität einen Wert zugewiesen, der sich im Laufe der Zeit ändert und zu bestimmten Zeiten auch nicht existent sein kann (missing data). Das Attribut einer Entität kann auch bereits Werte für die Zukunft zugewiesen bekommen, die beim Erreichen dieser Zeiten wirksam werden. Ist der zugehörige ENT selbst zeitvariabel (s. u.), so ist für den ATTR anzugeben, ob für gegenwärtige und/oder vergangene und/oder zukünftige Entities der ATTR-Verlauf relevant ist. In Datenhaltungssystemen gilt es, diesen zeitlichen Verlauf festzuhalten. Im Datenmodell gilt es, nur diesen Umstand zu beschreiben.

Zur Zeitvariabilität eines RELs:

Ein bestimmtes Relationship wird zu einem bestimmten Zeitpunkt zwischen zwei Entities geknüpft (link) und evtl. zu einem späteren Zeitpunkt gelöst (unlink). Diese Bindung kann in der Vergangenheit, in der Gegenwart und auch in der Zukunft gelten. Für die an dem REL beteiligten ENTs ist anzugeben, ob für gegenwärtige und/oder vergangene und/oder zukünftige Entities die REL-Bindungen relevant sind. In Datenhaltungssystemen gilt es, diese Bindungen über die Zeit hinweg festzuhalten. Im Datenmodell gilt es, nur diesen Umstand zu beschreiben.

Zur Zeitvariabilität eines ENTs:

Ein bestimmtes Entity ist historisch relevant, wenn es gemäß seiner Definition über seinen „Tod“ hinaus für einen bestimmten Zweck von Interesse ist. Entsprechendes kann auch für ein zukünftiges Entity gelten.

Im Regelfall ist die Existenz eines Entity durch genau ein Zeitintervall beschreibbar. Wenn das Entity jedoch eine (ggf. auch mehrere) „Wiedergeburt/en“ erfährt (z. B. der nach dem Verlassen der Firma wiedereingestellte Mitarbeiter), können nur entsprechend viele Zeitintervalle die Existenz beschreiben.

Mit der Zeitvariabilität eines ENTs sind nur Aussagen über die Existenz in vergangenen, der gegenwärtigen und evtl. in zukünftigen Zeiten verbunden (CHE). Darunter fällt also nicht eine Aussage über die Zeitvariabilität der ATTRs dieser ENT. Jedoch ist die Zeitvariabilität eines ENTs Voraussetzung für die Zeitvariabilität eines oder mehrerer ATTRs, sofern die zeitvariablen Werte der ATTRs über den „Tod“ des ENTs bekannt sein sollen.

4. Lösungen und Bewertungen

Im folgenden werden Lösungen zu dem unter 3. genannten Problem beschrieben und beurteilt. Die Lösungen verletzen z. T. Regeln der E-R-Methodik. Methodentreue und vollständige Lösungen sind unter 4.2.5 und 4.2.6 beschrieben.

4.1 Bewertungsschema

Um die Lösungen beurteilen zu können, werden Qualitätsforderungen aufgestellt, indem das Testobjekt Datenmodell (genauer: das die zeitvariablen Daten beschreibende Datenmodell des Fallbeispiels) die folgenden Qualitätsmerkmale/Kriterien erfüllen soll. Hierbei werden vor allem die vom GUIDE Anwendungsmanagement Qualitätssicherung erarbeiteten Qualitätsmerkmale/Kriterien herangezogen (GUI90). Dies führt zu den folgenden Qualitätsforderungen (relevante Merkmale) und zugehörigen Qualitätseinzelanforderungen (Fragestellungen):

1. Korrektheit

- 1.1 Wenn das Datenmodell **abbildungstreu** ist; d. h. wenn Übereinstimmung zwischen fachlicher Vorgabe und dem Modell besteht. In diesem Fall ist das Datenmodell auch **widerspruchsfrei**, da der geschilderte Sachverhalt (Fallbeispiel) keine Widersprüche aufweist.
- 1.2 Wenn das Datenmodell **vollständig** ist (im Hinblick auf das Fallbeispiel) und redundanzfrei ist.

2. Effizienz

- 2.1 Wenn das Datenmodell in angemessener Zeit (**wirtschaftlich**) erstellt werden kann.

3. Benutzungsfreundlichkeit

- 3.1 Wenn das Datenmodell leicht (ohne weitere Hilfsmittel) **verständlich** d. h. selbstbeschreibend ist.
- 3.2 Wenn das Datenmodell kompakt und **übersichtlich** (insbesondere **graphisch darstellbar**) ist.

4. Weiterverwendbarkeit

- 4.1 Wenn das Datenmodell in strukturierter Form gespeichert werden kann, um **maschinell weiterverarbeitet** (z. B. für automatische DB-Generierung genutzt) werden zu können (Werkzeugeignung).

4.2 Lösungen

4.2.1 Verbale Beschreibung (L1)

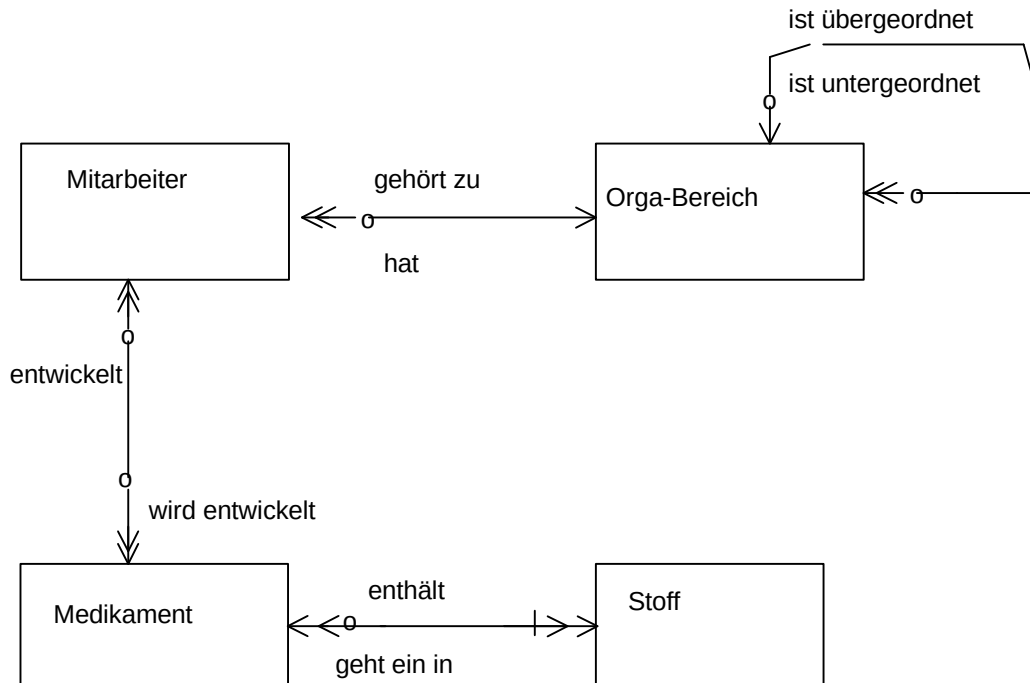
Ausgehend von dem Datenmodell der Gegenwart ist dann der „Blick“ über die Zeit in Worte zu kleiden und als Erweiterung des Datenmodells in Textform (evtl. etwas strukturiert z. B. nach betroffenen Objekttypen) wie folgt festzuhalten:

Neben den Daten der Gegenwart (G) sind die folgenden Vergangenheits- und Zukunftsangaben (Z) relevant:

- ATTR MA-Gehalt (VG) auch von „Ehemaligen“
- Menge der ATTRs, die die MA-Adresse des Hauptwohnsitzes bilden (VG)
- REL Mitarbeiterzugehörigkeit (VG)
- ENT Organisationsbereich (VG) und REL Organisationsstruktur (VG) auch „ehemaliger“ Bereiche
- ENT Mitarbeiter (VG)
- ENT Mitarbeiter (VG), ENT Medikament (VG) und REL Entwicklungsmitarbeit (VG) auch „ehemaliger“ Mitarbeiter an „ehemaligen“ Medikamenten
- ENT Medikament (VG), ENT Stoff und REL Rezeptur (VG) auch „ehemaliger“ Medikamente
- ATTR ME-Verkaufspreis (VGZ).

Alle Angaben sind tagesgenau zu machen. Bezüglich der mehrfach angesprochenen ENTs (z. B. ENT Mitarbeiter und ENT Medikament) reicht die einmalige Erwähnung aus. Grundsätzlich gilt dies auch für RELs und ATTRs, wobei in allen Fällen jeweils die Genauigkeit hinreichend fein sein muß.

Die zu dieser Lösung gehörende Graphik ist mit der des Gegenwartsmodells (s. Abb. 1) identisch



Beurteilung von Lösung 1 (L1):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	bedingt	teilweise redundant (z. B. bei Historisierung des ENT Mitarbeiter)
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	ja	
3. Benutzerfreundlichkeit		
3.1 verständlich	ja	
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	nein	keine graphische Darstellung des Zeitaspekts
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	nein	Zeitaspekt nur in Textform im Werkzeug abgelegt; daher keine automatische Graphikerstellung und DB-Design möglich

4.2.2 Views auf zeitvariable Objekte (L2)

Zu dieser Lösung gelangt man, indem man L1 formal behandelt und analoge Überlegungen zu den Views bei Datenbanken (den sog. externen Sichten) anstellt. Wie dort im technischen Modell werden auch hier beim fachlichen Datenmodell Ausschnitte (hier allerdings echte Teilmengen) gebildet. Ausgehend von einem Modell der Gegenwart werden Modellausschnitte definiert, für die die Betrachtung der Zeit relevant ist.

Ein einzelner Ausschnitt besteht aus all den ATTRs, ENTs und RELs, die einen gemeinsamen Änderungszeitpunkt haben oder die eine gemeinsame Version bilden.

Die Views können wie folgt dokumentiert werden:

- Man führt ein Metaobjekt View ein, dem man alle betroffenen Objekte zuordnet (z. B. durch Verweis bei den betroffenen Objekten auf das View-Objekt mittels View-Id, die eine laufende View-Nr. sein kann oder durch Auflistung aller zur View gehörenden Objekte). Weiter ordnet man der View die kleinste Zeiteinheit zu, in der sich die Objekte ändern können (Genauigkeit der Zeitangabe; dies ist i.d.R. der Tag, kann aber auch bei Prozessdatenverarbeitung die Millisekunde sein; kann auch z. B. beim Umsatz das Jahr sein) und/oder eine Versionskennung. Hinzu kommt eine Angabe bzgl. des zeitlichen Bereichs, in dem die View von Interesse ist; also eine Angabe bez. Vergangenheit (V), Gegenwart (G) und Zukunft (Z). Die Angabe erfolgt durch die entsprechenden Einzelkürzel oder eine Kombination der Kürzel (z. B. VG).

Die einfachste View besteht aus einem Objekt (z. B. dem ATTR Gehalt), die komplexeste View kann aus dem gesamten Datenmodell bestehen (z. B. dann, wenn hinter dem Datenmodell eine Datenbank steht, die man zu bestimmten Zeitpunkten sichern will, womit man eine Modellbildung von Backup-Copies erreicht hat).

- Im E-R-Diagramm werden die Views durch Unrandung der betroffenen Objekte kenntlich gemacht (gilt nur für ENTs und RELs). Hat man evtl. auch beschreibende ATTRs im E-R-Diagramm festgehalten, so können diese auch umrandet und somit kenntlich gemacht werden. Jede derart gebildete i.d.R. zusammenhängende Fläche erhält die View-Id als Kennung.

Das Lösungsverfahren geht davon aus, daß man die Zeit als Dimension betrachtet. Für jeden o.a. zeitlich relevanten Modellausschnitt (View) wird für die davon betroffenen drei Konstruktionselemente (ATTR, ENT und REL) die Betrachtung mit der Dimension Zeit angestellt. Die Gegenwart wird dabei als Ebene im Raum-Zeit-Kontinuum und zwar als zeitlicher Schnitt mit Zeitpunkt 0 betrachtet; s. MAC.

Entsprechende Überlegungen können grundsätzlich auch für die anderen Konstruktionselemente des Datenmodells angestellt werden; so z. B. für Business Data Types, die Zuordnung von ATTRs zu den Business Data Types sowie für Integritätsbedingungen wie Value Restrictions. Wir beschränken uns hier auf die Behandlung von ATTRs, ENTs und RELs.

Das Beispiel gestaltet sich mittels Lösungsmethode L2 wie folgt:

1. View V1: ATTR Gehalt und ENT Mitarbeiter
2. View V2: Menge der ATTRs, die die Adresse des Hauptwohnsitzes bilden
3. View V3: REL Mitarbeiterzugehörigkeit
4. View V4: ENT Organisationsbereich und REL Organisationsstruktur
5. View V5: ENT Mitarbeiter
6. View V6: ENT Mitarbeiter, ENT Medikament und REL Entwicklungsarbeit
7. View V7: ENT Medikament und ENT Stoff und REL Rezeptur
8. View V8: ATTR ME-Verkaufspreis

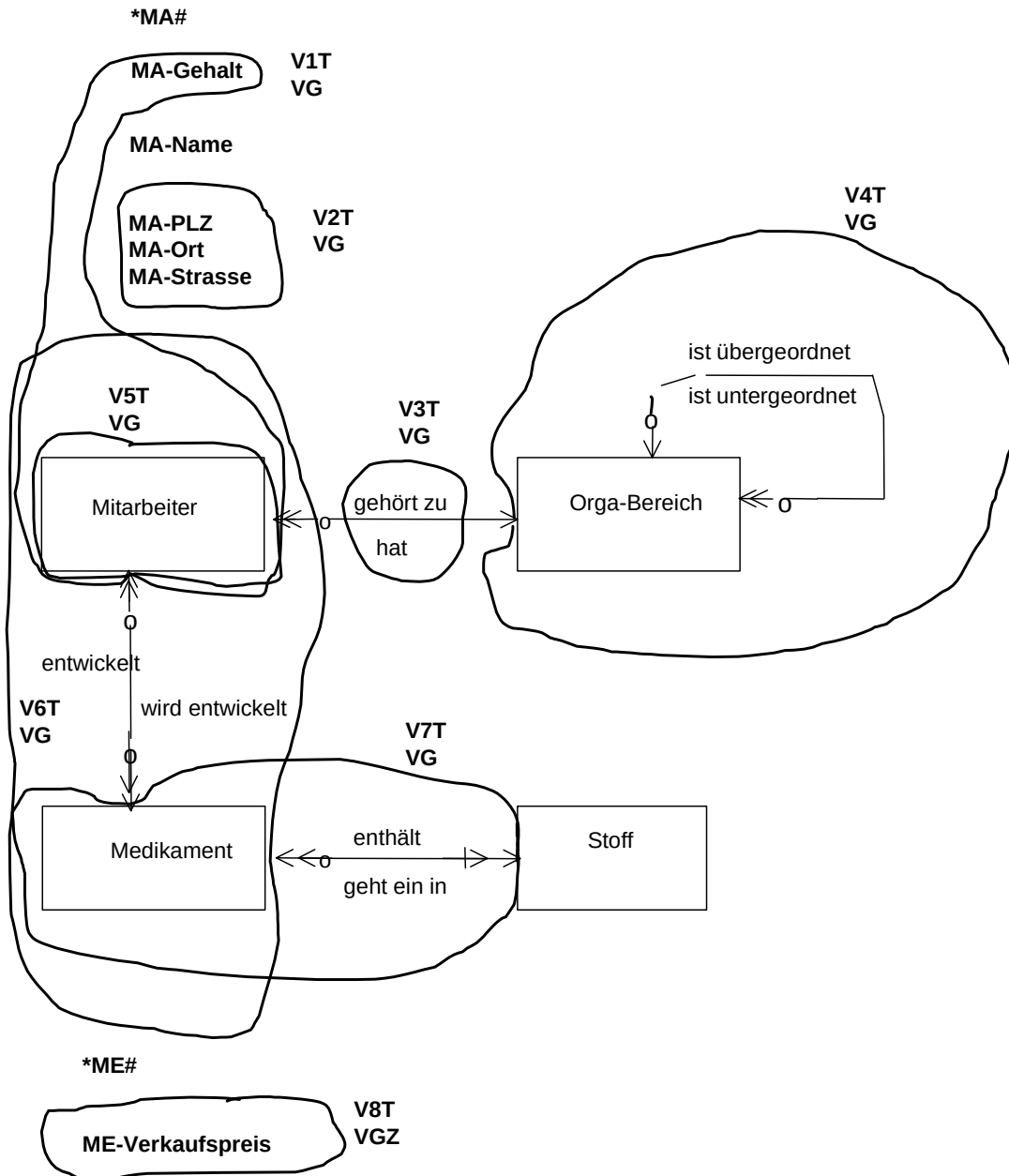
Alle Views sind tagesgenau (gekennzeichnet durch T) vorzusehen.

Der View 7 ordnet man eine Versionsnummer zu.

Anmerkung: Die Kardinalitäten bei den RELs sind nach wie vor diejenigen der Gegenwart.

Versionsnummern sind dann besonders geeignet, wenn es mehrere beteiligte ENTs und RELs gibt. Fortlaufende Versionsnummern sollten nur bei Vergangenheitsdaten vergeben werden. Bei Zukunftsdaten würde man sich die Möglichkeit der Dokumentation von „Einschieben“ verbauen. Auch sollten Versionsnummern nicht verwendet werden, wenn ein beteiligter ATTR in mehreren Views auftaucht; denn dann würden unterschiedliche Änderungsdaten mit der Versionsnummer kollidieren.

Abb. 2: Modell unter Einbeziehung der Zeit mittels Views (L2)



Beurteilung von Lösung 2 (L2):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	bedingt	teilweise redundant (z. B. bei Historisierung des ENT Mitarbeiter)
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	ja	
3. Benutzungsfreundlichkeit		
3.1 verständlich	ja	
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	bedingt	Graphik möglich, aber nicht übersichtlich und damit fehleranfällig, weil Wolkenvielfalt evtl. den Blick trübt
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	bedingt	Werkzeug muß Ablage und Darstellung von Views ermöglichen

4.2.3 Markierung zeitvariabler Objekte (L3)

Wie man am Beispiel der ENTs Mitarbeiter und Medikament (Views 5, 6, und 7 in L2) sieht, können sich die Views überschneiden. Dies wirft die Frage auf, ob es nicht einfachere Darstellungsweisen gibt. Reicht es nicht aus, das von irgendeiner View betroffene Objekt als zeitvariabel zu markieren?

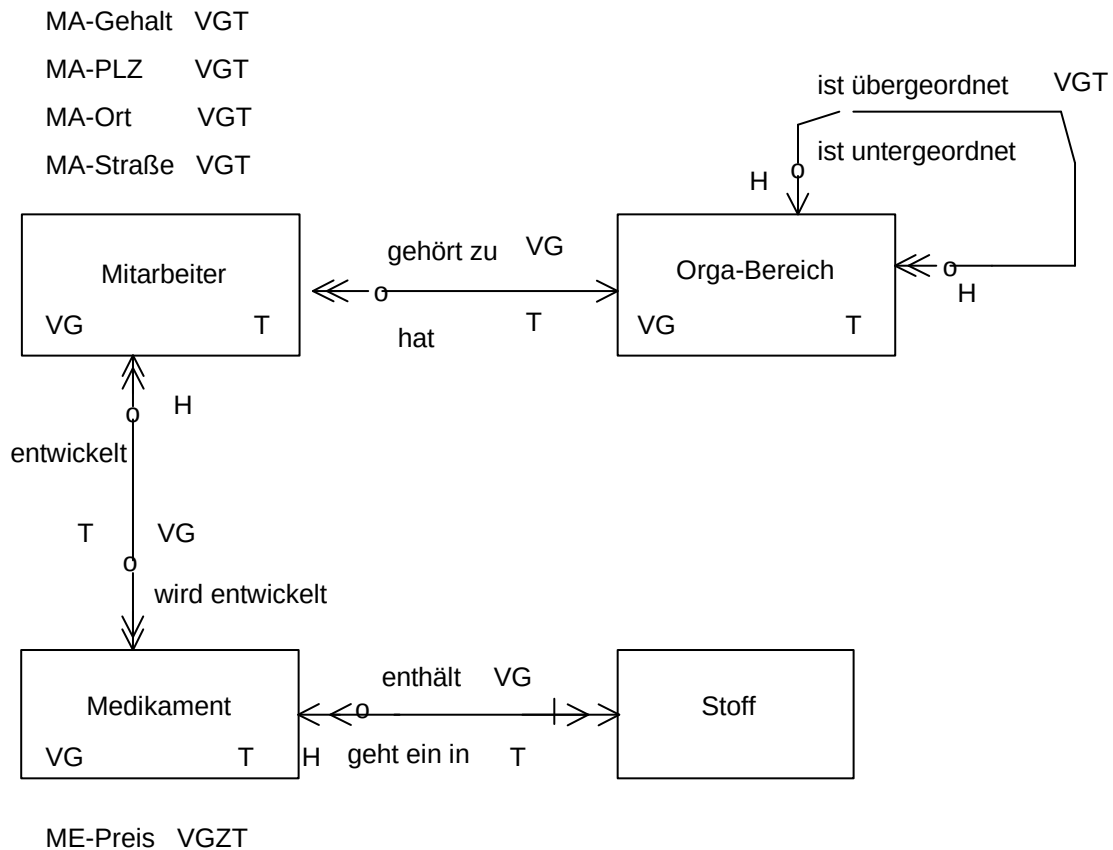
Dies führt auf zwei Lösungen, L3 und L4, die sich nur geringfügig unterscheiden.

Es wird auf eine Darstellung der „View-Wolken“ verzichtet; statt dessen werden alle von den Views betroffenen Objekte einzeln markiert, indem bei jedem Einzelobjekttyp festgehalten wird, ob zeitvariabel (durch Angabe von V, G, Z oder einer Kombination) und in welcher Genauigkeit die Zeitangabe zu erfolgen hat. Bei der Genauigkeitsangabe ist dann die feinste Angabe vorzusehen.

Im E-R-Diagramm werden die zeitvariablen Objekte ebenfalls markiert. Hier kann ja nach Anspruch auf die Informationsträchtigkeit der Graphik entweder ein Zeichen (z. B. t für Zeit) oder die Kürzel (kombination) V, G, Z für die relevanten Zeitbereiche an dem betroffenen ENT und REL verwendet werden.

Bei der Darstellung der Zeitvariabilität von RELs kann je nach Anspruch an die Informationsträchtigkeit der Graphik markiert werden, ob die Historisierung (Entsprechendes gilt für die Zukunft) des RELs sich auch auf die Ehemaligen (entsprechend Zukünftigen) der betroffenen ENTs bezieht. Dies kann durch ein weiteres Zeichen auf der den REL darstellenden Verbindungslinie geschehen, wobei das Zeichen nahe bei dem betroffenen ENT steht. Als Zeichen werden H für History und F für Future gewählt, um der Verwechslungsgefahr für die Zeitbereiche zu entgehen.

Abb. 3: Modell mit Markierung zeitvariabler Objekte (L3)



Beurteilung von Lösung 3 (L3):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	bedingt	*1
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	ja	
3. Benutzungsfreundlichkeit		
3.1 verständlich	ja	
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	ja	
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	bedingt	*2

Bemerkungen:

- *1: nicht ganz vollständig; so geht beispielsweise verloren, daß PLZ, Ort und Straße infolge des gemeinsamen Änderungsdatums beim Wohnsitzwechsel ein Cluster bilden.
- *2: Werkzeug muß in der Lage sein, die Markierungen und die Genauigkeit festzuhalten.

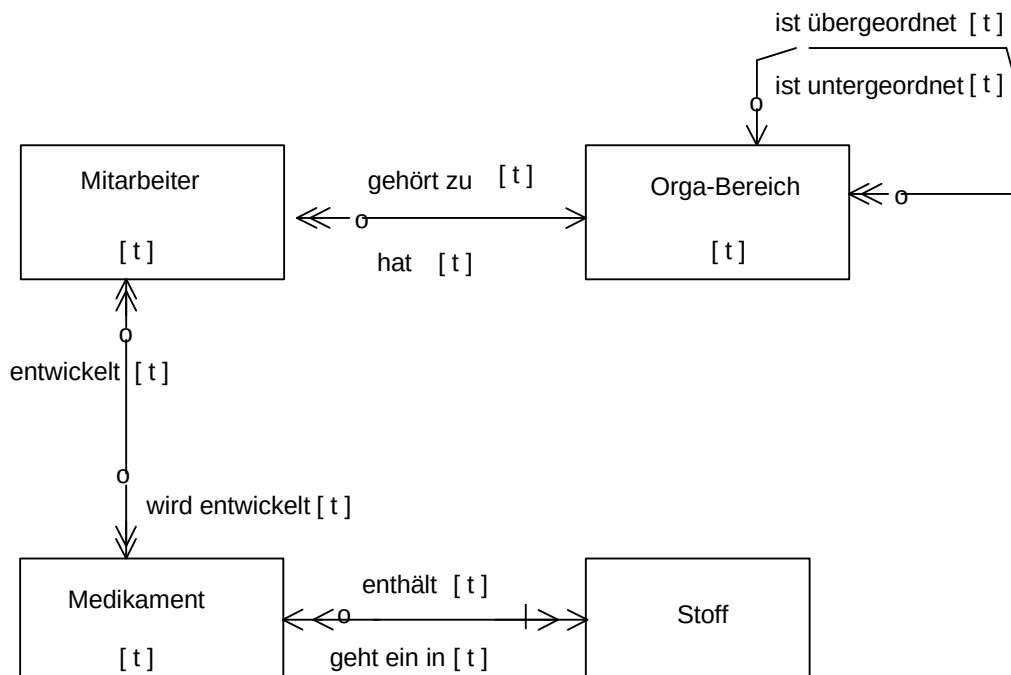
Eine Variante der Lösung 3 ist Lösung 4:

4.2.4 Eingeschränkte Markierung der zeitvariablen Objekte (L4)

Ausgehend von Lösung L3 werden alle dort verwendeten Kürzel gestrichen. Stattdessen werden alle zeitvariablen ENTs, RELs und ATTRs mit einem Symbol markiert (z. B. dem Zeichen t für zeitvariabel) oder unterstrichen.

Es wird unterstellt, daß **jegliche Änderung** der gekennzeichneten ENTs, RELs und ATTRs zeitgerecht dokumentiert wird; d. h., daß der Stand zu **jedem** bekannten und dokumentierten Zeitpunkt rekonstruiert werden kann. Dies gilt sowohl für die Vergangenheit als auch für die Zukunft.

Abb. 4: Modell mit Markierung zeitvariabler Objekte (L4)



Beurteilung von Lösung 4 (L4):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	nein	*1
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	ja	
3. Benutzungsfreundlichkeit		
3.1 verständlich	ja	
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	ja	
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	bedingt	*2

Bemerkungen:

*1: nicht vollständig, da keine Differenzierung nach V/G/Z und nach Umfang der Historisierung von RELs sowie keine Angabe zu Genauigkeit

*2: Werkzeug muß in der Lage sein, die Markierungen festzuhalten

4.2.5 Streng normalisierte Modellierung (L5)

Das streng normalisierte Vorgehen beim E-R-Ansatz führt unter Einbeziehung der Änderungszeitpunkte und/oder der Versionsnummern zu einer relativ großen Zahl von ENTs und entsprechend von RELs. Die Identifikationen (ID) der hinzukommenden ENTs bestehen i. d. R. aus der ID des ENTs, aus dem sie hervorgegangen sind, sowie dem Änderungsdatum bzw. der Versionsnummer, die die letzte Komponente der ID bilden.

Das Beispiel führt mittels Lösungsmethode L5 zu folgenden ENTs:

Mitarbeiter (Definition wie gehabt unter Einbeziehung der „Ehemaligen“)
MA#, MA-Name, ...

Mitarbeiter-Existenz
MA#, MA-existent-von, MA-existent-bis

Mitarbeiter-Gehaltszustand
MA#, MA-Gehalt-gültig-von, MA-Gehalt-gültig-bis, MA-Gehalt

Mitarbeiter-Hauptwohnsitzzustand
MA#, MA-Hauptwohnsitz-gültig-von, MA-Hauptwohnsitz-gültig-bis, MA-PLZ, MA-Ort, MA-Straße
*****★

Mitarbeiter-Zugehörigkeitszustand
MA#, OB-zugehörig-von, OB-zugehörig-bis

Anm.: Die Verbindung zum
Orga-Bereich wird durch eine
REL beschrieben.

Organisationsbereich (Definition wie gehabt unter Einbeziehung der „Ehemaligen“)
OB#, OB-Name, ...

Organisationsbereich-Existenz
OB#, OB-existent-von, OB-existent-bis

Organisationsbereich-Strukturzustand
OB#-untergeordnet, OB-Struktur-gültig-von, OB-Struktur-gültig-bis

Medikament (Def. wie gehabt unter Einbeziehung der „Ehemaligen“)
ME#, ME-Name, ...

Medikament-Existenz
ME#, ME-existent-von, ME-existent-bis

Medikament-Verkaufspreiszustand
ME#, ME-Verkaufspreis-gültig-von, ME-Verkaufspreis-gültig-bis, ME-Verkaufspreis

Medikament-Version (bedingt durch geänderte Zusammensetzung)
ME#, ME-Versions#, ME-Version-von, ME-Version-bis

Mitarbeit an Medikament-Entwicklung
MA#, ME#, Mitarbeit-von, Mitarbeit-bis

Stoff (Definition wie gehabt)
ST#, ST-Name, ...

Hinzu kommen 14 RELs, die exemplarisch beschrieben sind:

REL1: Mitarbeiterexistenz

Mitarbeiter x hat MA-Existenz y

REL2: Mitarbeitergehalt

Mitarbeiter x hat MA-Gehaltszustand y

REL14: Rezeptur/Zusammensetzung von Medikamenten-Version

Stoff x geht ein in ME-Version y

Anmerkungen:

Es gilt die Integritätsbedingung, daß alle Zeitangaben in die Zeitintervalle zu den ENT-Existenzaussagen der betroffenen ENTs fallen müssen.

Sofern sichergestellt ist, daß die Existenz eines ENTs XYZ lückenlos ist, ist der ENT XYZ-Existenz nicht notwendig. Stattdessen kann die Dauer dieser Existenz durch ein Attributpaar beim ENT XYZ dargestellt werden. Auch sind manche XYZ-gültig-bis-Zeitangaben redundant und somit nicht notwendig. Dies ist immer dann der Fall, wenn im zeitlichen Verlauf keine Lücken auftreten.

Die aus den verwendeten Zeitpunkten und Zeitintervallen ableitbaren Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen werden nicht explizit modelliert. Entsprechendes gilt für Versionsnummern wie auch für alle ATTRs mit Datentypen, deren Werte sich ordnen lassen.

Da hier mit ATTRs operiert wurde, um den Zeitaspekt zu berücksichtigen, war es nicht notwendig, die „Zeit“ als eigenständigen ENT einzuführen. Soll die „Zeit“ als ENT explizit modelliert werden, so führt dies auf die folgende Lösung L6.

Man kann sich Datenbankmanagementsysteme vorstellen, die den Zeitaspekt mittels einer erweiterten DDL und DML unterstützen (s. KIN). Die Umsetzung eines Datenmodells, das die Zeit mittels L1, L2 oder L3 beschreibt, läuft dann auf die Spezifikation des DBMS mit den dort gemachten Angaben hinaus. Eine streng normalisierte Modellierung gemäß L5 würde im Datenmodell eine mögliche Implementierung vornehmen.

Beurteilung von Lösung 5 (L5):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	bedingt	*1
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	bedingt	*2
3. Benutzungsfreundlichkeit		
3.1 verständlich	nein	*2
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	bedingt	nicht kompakt, relativ unübersichtlich
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	ideal	*3

Bemerkungen:

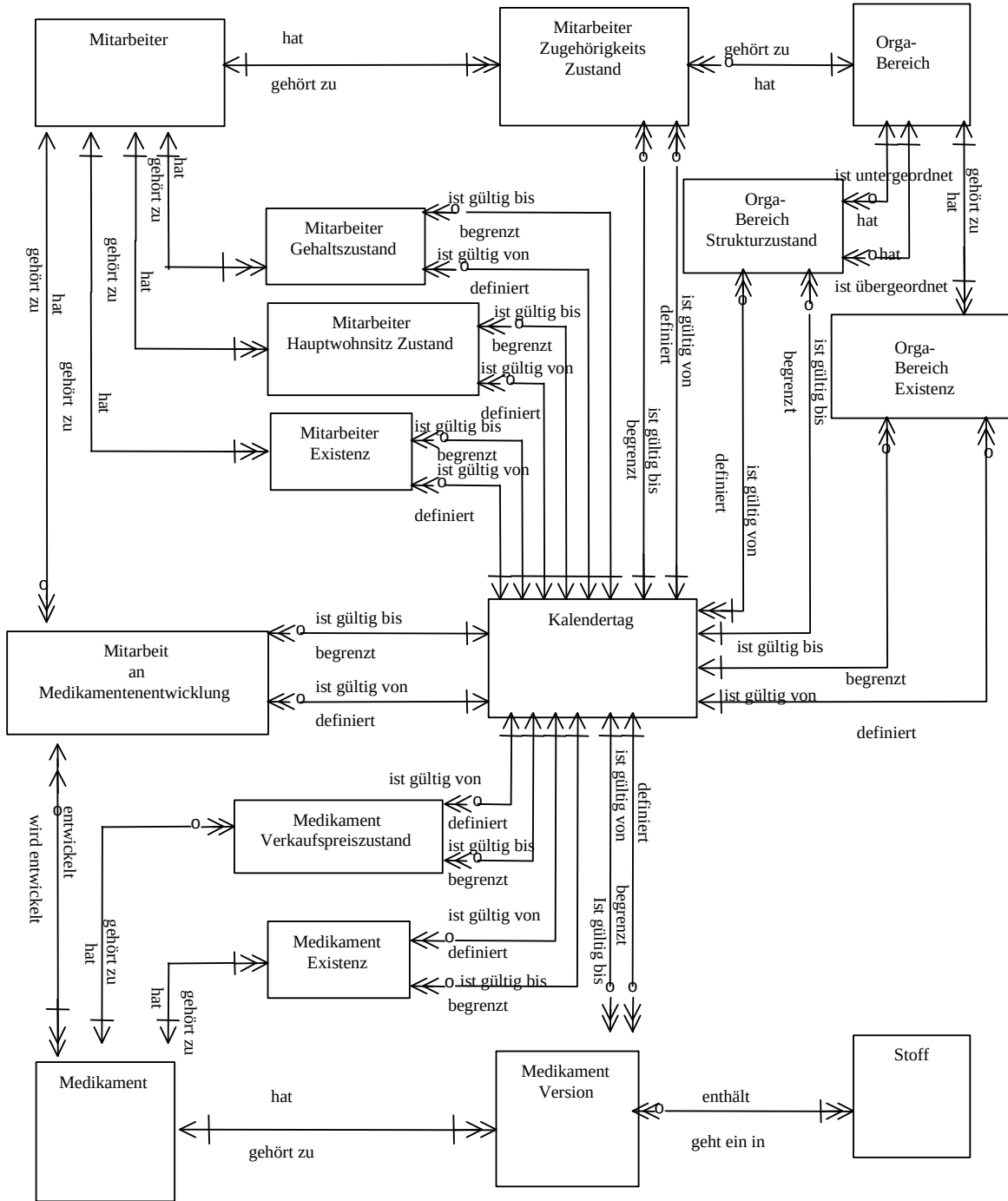
- *1:** nicht ganz vollständig, da keine Differenzierung nach Umfang der Historisierung von RELs
- *2:** Zeitaspekte werden konventionell modelliert und führen zu relativ viel ENTs und RELs, wodurch der Blick für das Wesentliche verloren geht
- *3:** Modell kann bis auf Performanceaspekte 1-zu-1 als DB-Design verwendet werden und ist daher (trivialerweise) für automatische DB-Generierung gut geeignet.

4.2.6 Streng normalisierte Modellierung mit Zeit-Entity-Type (L6)

Ausgehend von L5 kann man die Zeit in Form von Kalendertag und Kalenderjahr (entsprechend andere Zeit-ENTs) explizit modellieren. Dies führt gegenüber L5 hier zu einem weiteren ENT (Kalendertag) und zu 2x10 weiteren Zeitbeziehungen, hervorgegangen aus den in L5 verwendeten Zeitattributen. Die Identifikationen (ID) der ENTs sind die gleichen wie in L5.

Das Beispiel führt mittels Lösungsmethode L6 zu folgendem E-R-Diagramm:

Abb. 6: Modell mit strenger Normalisierung (L6)



Beurteilung von Lösung 6 (L6):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	bedingt	*1
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	bedingt	*2
3. Benutzungsfreundlichkeit		
3.1 verständlich	nein	*2
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	bedingt	nicht kompakt, relativ unübersichtlich, nur bei relativ wenigen ENTs geeignet
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	bedingt	*3

Bemerkungen:

- *1:** nicht ganz vollständig, da keine Differenzierung nach Umfang der Historisierung von RELs
- *2:** Zeitaspekte werden konventionell modelliert und führen gegenüber L5 zu noch mehr ENTs und vor allem RELs, wodurch der Blick für das Wesentliche verloren gehen kann.
- *3:** Modell kann bis auf Performanceaspekte 1-zu-1 als DB-Design verwendet werden und ist daher (trivialerweise) für automatische DB-Generierung recht gut geeignet. Allerdings ist im Einzelfall zu prüfen, ob es Sinn macht, die die Zeit darstellenden ENTs im Datenbankschema zu berücksichtigen. Bei Kalenderjahr und Kalendertag kann dies (allein wegen der Darstellung des Firmenkalenders) zweckmäßig sein. Hat man Stunden oder sogar Sekunden darzustellen, so ist deren Abbildung in das Datenbankschema recht fragwürdig.

4.2.7 „Schwach“ normalisierte Modellierung (L7)

Neben dem ursprünglichen ENT XYZ mit all seinen zertifiksen ATTRs wird ein ENT XYZ-Zustand eingeführt, in dem **alle** zeitvariablen ATTRs (incl. eines Existenz-ATTRs mit den Werten ja und nein) festgehalten werden. Eine XYZ-Zustand-Ausprägung ist durch die Phase stabiler ATTR-Werte gekennzeichnet. Es wird ein allgemeines XYZ-gültig-von-Datum (in Verbindung mit einem allgemeinen YXZ-gültig-bis-Datum) eingeführt. Bezüglich der RELs ist wie bei L5 zu verfahren.

Das Beispiel (demonstriert nur an den den Mitarbeiter betreffenden Objekttypen) gestaltet sich mittels Lösungsmethode L7 wie folgt:

ENT1: Mitarbeiter

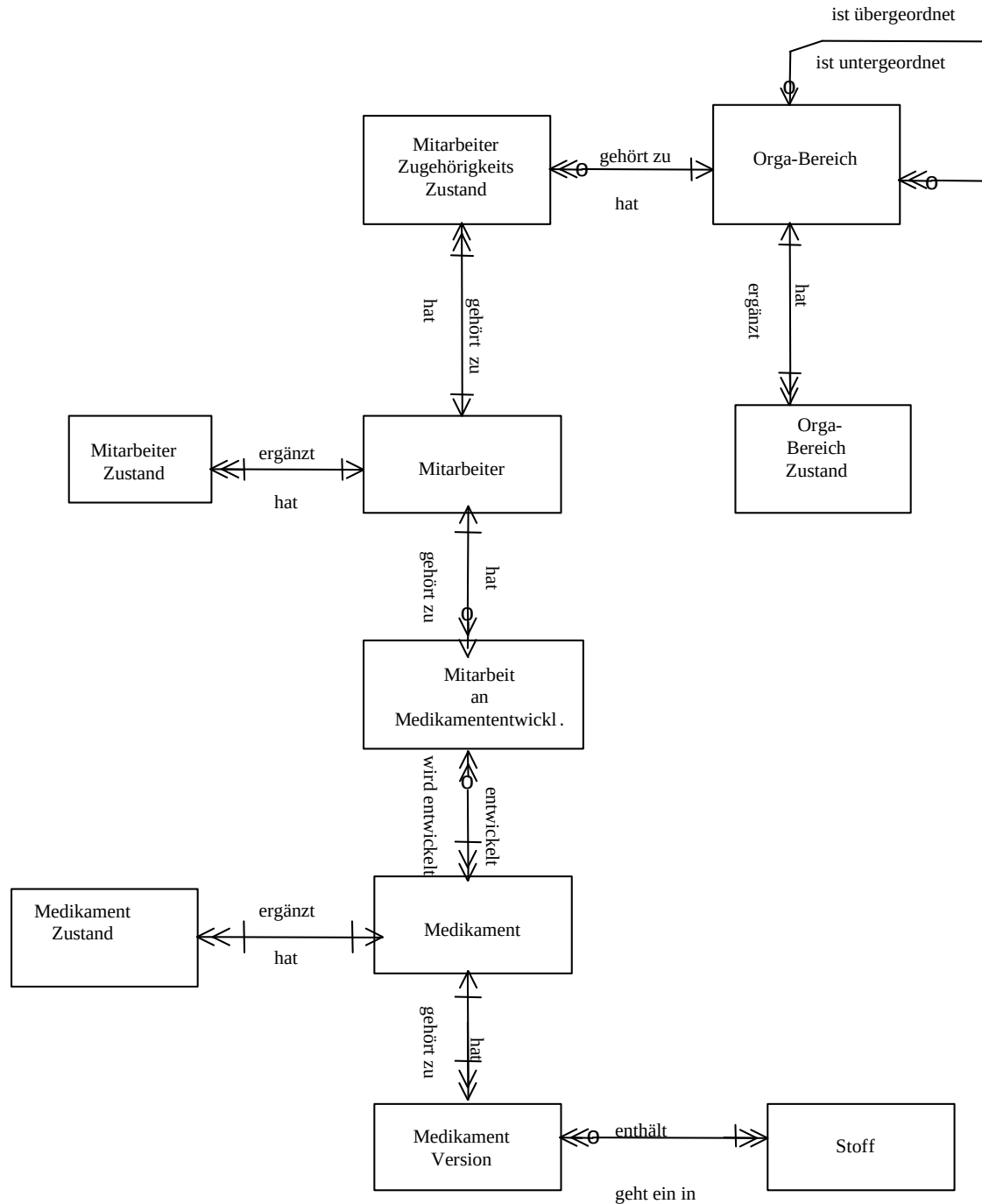
MA#, MA-Name, ... (Definition wie gehabt unter Einbeziehung der „Ehemaligen“)

ENT2: Mitarbeiter-Zustand

MA#, MA-gültig-von, MA-gültig-bis, MA-Gehalt, MA-PLZ, MA-Ort, MA-Straße, MA-existent

Eine Variante dieses Lösungsmodells besteht darin, **zusätzlich** alle Gegenwartsdaten in dem ENT Mitarbeiter festzuhalten oder – als weitere Variante – das ausschließliche Halten der Gegenwartsdaten in dem ENT Mitarbeiter. Diese Überlegungen bringen für die Datenmodellierung allerdings keine Vorteile; sie zielen mehr auf die Datenhaltung in einem DBMS, wo Redundanz durchaus vorteilhaft sein kann.

Abb. 7: Modell mit schwacher Normalisierung (L7)



Beurteilung von Lösung 7 (L7):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	nein	*1
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	ja	relativ zu L5
3. Benutzungsfreundlichkeit		
3.1 verständlich	ja	
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	bedingt	*2
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	bedingt	*3

Bemerkungen:

- *1:** Nicht ganz vollständig, da keine Differenzierung nach Umfang der Historisierung von RELs;
Bei relativ vielen ATTR entsprechend viel Redundanz, obwohl Normalformen eingehalten;
formal alles korrekt, semantisch jedoch nicht. Ursache ist das allgemeine Änderungsdatum.

Es gibt ATTRs, die vom allgemeinen Änderungsdatum nicht betroffen sind. So ändert sich bei einer Gehaltskorrektur nicht der Hauptwohnsitz; die ATTR sind „überidentifiziert“. Das Prinzip: „one fact in one place“ ist verletzt. Hierdurch bedingt kann es zu UPDATE-Anomalien kommen; so muß z. B. eine Korrektur von MA-Ort an mehreren Stellen durchgeführt werden.
- *2:** Zeitaspekte werden konventionell modelliert und führen zwar gegenüber L5 zu weniger ENTs und RELs; Graphik ist aber dennoch recht komplex, wodurch der Blick für das Wesentliche verloren gehen kann.
- *3:** Modell kann bis auf Performanceaspekte 1-zu-1 als DB-Design verwendet werden und ist daher (trivialerweise) für automatische DB-Generierung geeignet. Allerdings ist bei denjenigen ENTs, die die Historisierung von RELs beschreiben, zu prüfen, ob sie nicht gemeinsam mit den XYZ-Zustand-ENTs im Datenbankschema abgebildet werden können.

4.2.8 Einbeziehung „Ehemaliger“ in die ENT- und REL-Definition (L8)

Wir gehen davon aus, daß ein Datenmodell – als Abbild eines Realitätsausschnitts – ein getreues Abbild ist. Dies hat zur Folge, daß Entitäten nicht mehr zum Modell gehören, wenn sie gemäß Definition nicht mehr existieren. Dem steht gelegentlich das Bedürfnis nach dem Wissen um die „Ehemaligen“ (wie es Gegenstand der vorliegenden Ausarbeitung ist) entgegen. Bezüglich der ENT-Definition und somit auch bei Häufigkeitsangaben zur Anzahl der Entitätsausprägungen muß berücksichtigt werden, ob „Ehemalige“ mit einbezogen werden (dann stellt sich die Frage nach der Historisierung vom ENT nicht) oder ob sie außen vor bleiben (dann steht man vor der Entscheidung, ob historisch relevant oder irrelevant).

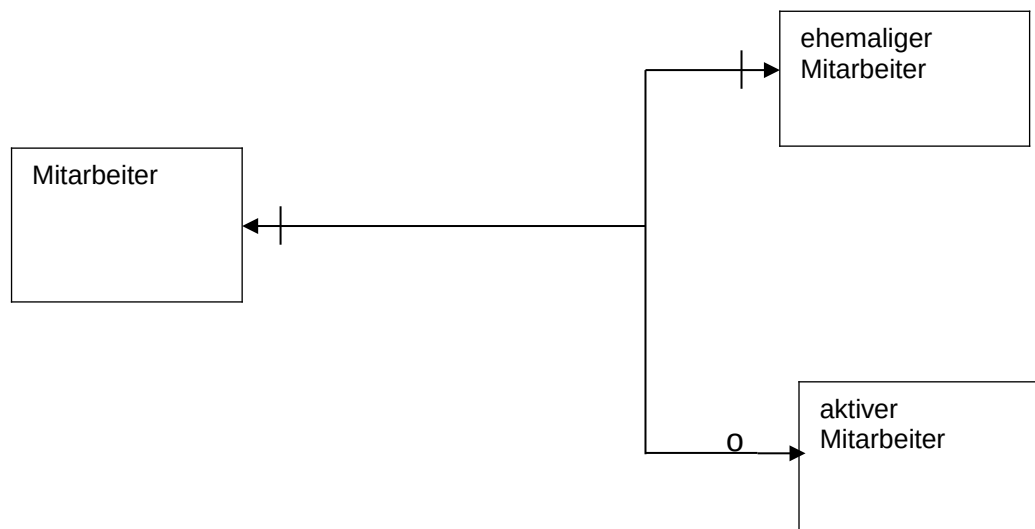
Diese Probleme tauchen z. B. auf bei:

- Vertriebsprodukt; wenn Artikel nicht mehr vertrieben wird
- Mitarbeiter; wenn Person z. B. wegen Kündigung oder Tod ausgeschieden ist
- Projektmitarbeit; wenn das Projekt bereits abgeschlossen ist.

Wenn die o. a. Fälle bei der jeweiligen ENT- und REL-Definition eine Möglichkeit, das Zeitproblem (zumindest teilweise, nämlich bei ENTs und RELs) zu lösen. Dies ist beispielsweise bei der Definition des ENTs Stoff geschehen.

Hilfreich kann dann eine Aufteilung eines ENTs in zwei (evtl. auch drei) Subtype Sets (STS), ein gegenwärtiger und ein vergangener ENT (evtl. auch zukünftiger) sein.

Abb. 8: Teilmodell mit Subtype Sets (L8)



Beurteilung von Lösung 8 (L8):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	nein	*1
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	ja	
3. Benutzungsfreundlichkeit		
3.1 verständlich	ja	
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	nein	*2
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	ja	

Bemerkungen:

- *1: Nicht vollständig, da nur bei ENTs und RELs anwendbar; auch ist es nicht möglich, mehrere Existenzzustände darzustellen; weitere keine Differenzierung der ATTR in historisch relevant oder irrelevant möglich
- *2: Zeitaspekt kommt in Graphik nicht zum Vorschein

4.2.9 Verwendung von komplexen Business Data Types für zeitvar. ATTRs (L9)

Geht man vom Gegenwartsmodell aus, kann man für die zeitvariablen ATTRs jeweils einen BDT „Zeitreihe“ zuordnen. Dieser BDT sei definiert als eine variabel lange Folge von Paaren, wobei ein Paar immer aus einem Zeitattribut z. B. mit BDT Tagesdatum besteht, das den Beginn der Gültigkeit darstellt, und weiter aus dem eigentlichen ATTR besteht, mit dem für diesen Zeitpunkt gültigen Wert. Entsprechend können n-Tupel für komplexere BDTs wie z. B. eine Zeitreihe Adresse definiert werden. Führt man einen ATTR XYZ-Existenz mit einem BDT Zeitreihe ein, so kann man damit auch die Zeitvariabilität von ENTs modellieren.

- z. B.: BDT DM-Zeitreihe = ((DM-Änderungsdatum, DM-Betrag)), der dem ATTR MA-Gehalt zugeordnet wird sowie
 BDT Adress-Zeitreihe = ((Adress-Änderungsdatum, PLZ, Ort, Straße)), der dem neuen ATTR MA-Hauptwohnsitz zugeordnet wird, der die ATTRs MA-PLZ, MA-Ort und MA-Straße ablöst.

Beurteilung von Lösung 9 (L9):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	nein	nur bei ATTRs und ENTs anwendbar
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	ja	
3. Benutzungsfreundlichkeit		
3.1 verständlich	ja	
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	nein	
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	bedingt	Werkzeug muß Ablage und Darstellung von BTDs ermöglichen

4.2.10 Verwendung von Non-Fist-Normal-Forms für zeitvariable ATTRs (L10)

Geht man vom Gegenwartsmodell aus, kann man für die zeitvariablen einzelnen ATTRs sowie für Attributgruppen jeweils eine eigene Relation definieren. Damit verletzt man bewußt die erste Normalform (1NF). Die für die ATTRs und ATTR-Gruppen definierten NF2-Relationen werden analog den in L9 skizzierten BTDs gebildet. Entsprechende NF2-Relationen lassen sich für die Darstellung der Existenz von ENTs definieren. Hiermit läßt sich die Zeitvariabilität der ENTs modellieren. RELs müssen auf andere Weise (z. B. wie in L5) modelliert werden.

Exemplarisch seien (neben der Existenzrelation) zwei Relationen angeführt:

Rel-MA-Gehalt = (Gehalt-Änderungsdatum, Gehalt)
 Rel-MA-Hauptwohnsitz = (Hauptwohnsitz-Änderungsdatum, PLZ, Ort, Straße),

die die ATTRs MA-Gehalt sowie MA-PLZ, MA-Ort und MA-Straße ersetzen.

Dies liefert dann eine Darstellung des ENT Mitarbeiter wie folgt:

MA#, (MA-Existenz-Änderungsdatum, MA-Existenz),
 ***** (Gehalt-Änderungsdatum, Gehalt),
 (Hauptwohnsitz-Änderungsdatum, PLZ, Ort, Straße, ...)

Beurteilung von Lösung 10 (L10):

Qualitätsforderungen	Erfüllung	Bemerkung
1. Korrektheit		
1.1 abbildungstreu, widerspruchsfrei	ja	
1.2 vollständig, redundanzfrei	nein	nur bei ATTR anwendbar
2. Effizienz		
2.1 wirtschaftlich erstellbar	ja	
3. Benutzungsfreundlichkeit		
3.1 verständlich	ja	
3.2 kompakt, graphisch darstellbar	nein	
4. Weiterverwendbarkeit		
4.1 für Werkzeug geeignet	bedingt	Werkzeug muß Ablage und Darstellung von NF2-Relationen ermöglichen

Neben den zuvor genannten Lösungsmodellen gibt es die Möglichkeit,

4.2.11 Kombination aus den zuvor genannten Lösungen (L11)

In der Praxis kann es sinnvoll sein, einen Teil des Modells mittels Views historisch zu modellieren (L2) und einen andern Teil mittels streng normisiertem Ansatz (L5) auszumodellieren. Weiter kann die Einbeziehung Ehemaliger in die ENT- und REL-Definition (L8) das Modell vereinfachen.

Auch bietet sich die Kombination von L8 (Einbeziehung Ehemaliger in die ENT- und REL-Definition) und L9 (komplexe BDTs für zeitvariable ATTRs) oder L10 (NF2-Darstellung zeitvariabler ATTRs) an, da die Anwendungsbereiche der beiden Lösungen sich ergänzen.

5. Referenzen

CHE	Chen, Peter: Time Dimension in the Entity-Relationship Model Seminarunterlagen, Erscheinungsdatum unbekannt
GUI90	G.U.I.D.E. Anwendungsmanagement Qualitätssicherung; Handbuch der Qualitätssicherung in der Anwendungssoftware-Entwicklung EGRP 96, 1990
KIN84	Kinzinger, Horst: Erweiterung einer Datenbank-Abfragesprache zur Unterstützung des Versionenkonzepts
MAC91	Mache, Christoph: Über die Abbildung der Zeit in Datenbanksystemen OUTPUT, Nr. 1/1991
MST84	Müller, Th., Steinbauer, D.: Eine Sprachschnittstelle zur Versionskontrolle in CAM- Datenbanken