

Praxisorientierte Datenmodellierung mit der SAP-SERM-Methode

Michael Seubert, Torsten Schäfer, Martin Schorr, Jürgen Wagner
SAP AG Walldorf/Baden

Zusammenfassung

SAP-SERM ist eine Methode zur Modellierung komplexer Informationssysteme. Sie baut auf einem Architekturkonzept auf und gewährleistet so die Integration für ein umfassendes Spektrum von betriebswirtschaftlichen Anwendungsgebieten. Mit dieser Gesamtarchitektur wird eine Struktur vorgegeben, die eine Navigation zwischen einzelnen Sachgebieten erleichtert. Die Modellierungskonstrukte beinhalten als strukturierende Elemente semantische Beziehungstypen, sowie verschiedene Bausteinstrukturen. Eine klare und eindeutige Begrifflichkeit wird erreicht, ähnliche Sachverhalte werden explizit dargestellt und Strukturanalogien hervorgehoben ([SAP94]).

Einleitung

Die zentrale Bedeutung der Datenmodellierung innerhalb des Informationsmanagements steht heute außer Frage, insbesondere im Rahmen der Objektmodellierung zur Bestimmung der Objektklassen. Das folgende Zitat von E. Yourdon verdeutlicht die Einordnung der Datenmodellierung als Basis des Informationsmodells.

"More and more of the complex systems, that we build today are interesting because of the data, not the function".
(Edward Yourdon)

Mit dem Einsatz der Datenmodellierung in den frühen Phasen des Software Engineering hat sich deren Zielsetzung verändert. Anstelle des Entwurfs von Datenbanktabellen in einer bestimmten Normalform steht heute beim konzeptionellen Entwurf von Informationssystemen die strukturelle Darstellung und die exakte und einheitliche Begrifflichkeit im Vordergrund. Das bedeutet, daß klassische Datenmodelle (vgl. [Chen 76]) ohne weitere Strukturierungsmaßnahmen für heutige Systeme in ihrer Leistungsfähigkeit nicht hinreichend sind. Die zunehmende Komplexität von Software-Systemen und damit ihrer Modelle offenbarte die Grenzen von Techniken ohne strukturierende Elemente. Die SAP-SERM-Methode stellt strukturierende Konstrukte auf verschiedenen Ebenen zur Verfügung, um den veränderten Einsatz der Modelle gezielt zu unterstützen und ihre zunehmende Komplexität handhabbar zu machen.

Aufbauend auf der SERM-Methode von Sinz ([Sinz 88], [Sinz 89]) beinhaltet die SAP-SERM-Methode unternehmensübergreifende strukturierende Elemente, die den speziellen Anforderungen im unternehmensindividuellen Einsatz gerecht werden. Das SAP-SERM verfügt über ein Architekturkonzept mit einer anwendungsübergreifenden Clusterarchitektur. Auf verschiedenen Detaillierungsebenen werden Modellierungskonstrukte zur Verfügung gestellt, die eine Darstellung von semantischen Beziehungstypen bis zu betriebswirtschaftlichen Modellierungsbausteinen ermöglichen. Durch die Verwendung einer Bausteinstruktur werden anwendungsübergreifende Strukturanalogien aufgezeigt.

Architekturkonzept

Anwendungsübergreifende Gesamtarchitektur

Die SAP-Software deckt ein umfassendes Spektrum von betriebswirtschaftlichen Anwendungsgebieten ab, die untereinander in Beziehung stehen. Im Personalwesen existiert z.B. von der Lohn- und Gehaltsabrechnung eine Verbindung zum Rechnungswesen. Im Bereich der Logistik schreiben Geschäftsvorgänge parallel Mengen und Werte fort. Unter Berücksichtigung dieser strukturellen Beziehungen wird eine anwendungsübergreifende Architektur als zentrales Strukturierungsmittel für die graphische Darstellung von Modellen mit der SAP-SERM-Methode eingesetzt. Die Integration in ein unternehmensweites Gesamtkonzept wird somit wirkungsvoll unterstützt.

Modellierungskonstrukte des SAP-SERM

Im SAP-SERM werden verschiedene Arten von Modellierungskonstrukten eingesetzt. Sie umfassen einfache Elemente der Methode bis hin zu betriebswirtschaftlichen Strukturbausteinen:

- Elementare Modellierungskonstrukte
- Begriffsbausteine
- Strukturbausteine
- Betriebswirtschaftliche Strukturbausteine

Elementare Modellierungskonstrukte

Die grundlegenden Elemente des SAP-SERM sind der Entitätstyp, der Spezialisierungstyp und der Beziehungstyp.

Entitätstyp

Entitäten sind Abbildungen von Objekten der realen Welt. Ein Entitätstyp beschreibt eine Menge von Entitäten mit gleichen Attributen (Merkmalen). Sie werden durch Attribute charakterisiert, wobei die Bedeutung eines Entitätstyps mehr als die Summe der Bedeutungen seiner einzelnen Attribute ist. Entitätstypen werden mit einem Begriff benannt. Um einen Entitätstyp richtig zu benennen, wird auf die Begriffsbildung und die Beseitigung von Sprachdefekten (Homonyme, Synonyme usw...) besonderen Wert gelegt. Die klare Begriffsbildung setzt eine eindeutige Definition des Entitätstyps voraus. Durch die Begriffsbildung oder Rekonstruktion der Begriffe werden für diesen Bedeutungszusammenhang neue Begriffe konstruiert oder bestätigt.

Spezialisierungstyp

Spezialisierung und Generalisierung sind entscheidende Konstrukte bei der Modellierung der SAP-Anwendungen. Die Generalisierung ermöglicht eine Abstraktion, indem für Entitätstypen die gemeinsamen Merkmale zusammengefaßt werden können und der neu entstandene Entitätstyp mit einem Oberbegriff benannt wird. Die Spezialisierung gibt wiederum die Möglichkeit, die Vielfältigkeit der Entitätstypen darzustellen, indem ein abstrakterer Entitätstyp nach bestimmten Kriterien konkretisiert wird.

Beziehungstyp

Ein Beziehungstyp beschreibt eine semantische Beziehung zwischen zwei Entitätstypen, die die Existenzabhängigkeit berücksichtigt. Er wird durch eine gerichtete Kante vom Ausgangsentitätstyp zum abhängigen Entitätstyp dargestellt. Daraus resultiert in der graphischen Darstellung eine Anordnung der Entitätstypen nach ihrem Abhängigkeitsgrad von links nach rechts. Die konkrete Beziehungssemantik wird in einer Definition festgehalten.

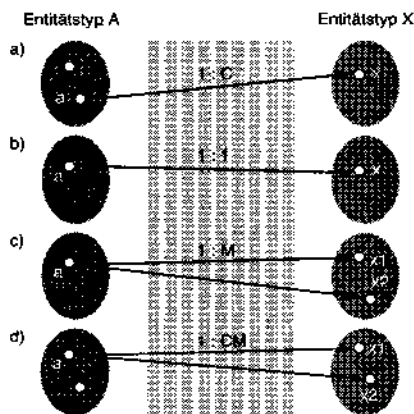


Abb. 4 Beziehungstyp-Kardinalität

Die Beziehungstyp-Kardinalität nimmt zunächst die Ausprägungen 1:c, 1:m, 1:cm, in Sonderfällen 1:1 an. Durch konditionale Beziehungstypen wird sie um c:... Beziehungstyp-Kardinalitäten erweitert.

Im SAP-SERM werden die folgenden Arten von Beziehungstypen verwendet:

- Hierarchischer Beziehungstyp
- Aggregierender Beziehungstyp
- Referentieller Beziehungstyp
- Konditional-aggregierender Beziehungstyp
- Konditional-referentieller Beziehungstyp
- Temporär-referentieller Beziehungstyp

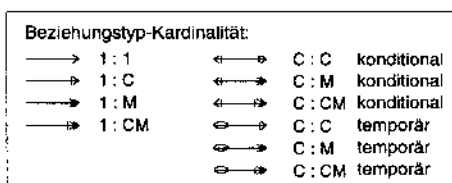


Abb. 5 Beziehungstyp-Kardinalität:
Grafische Darstellung

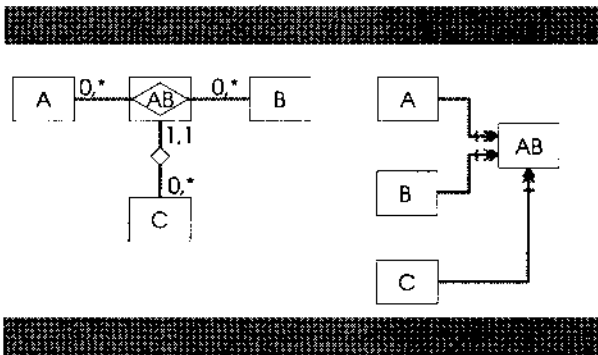


Abb. 6 Abbildung Chen/SAP-SERM

Die Unterscheidung zwischen aggregierendem und referentielltem Beziehungstyp wird in der grafischen Notation berücksichtigt. Beziehungstypen führen in der Grafik immer rechts aus einem Entitätstypen heraus und links in einen Entitätstypen hinein. Dadurch ist eine Abbildung der Chen-Notation im SAP-SERM unter Berücksichtigung der Existenzabhängigkeit möglich.

Hierarchischer Beziehungstyp

Der hierarchische Beziehungstyp beschreibt eine Beziehung zwischen zwei Entitätstypen, bei denen der existenzabhängige Entitätstyp eine "semantische Verfeinerung" darstellt. Ein hierarchischer Beziehungstyp verweist zu einem Entitätstypen, der nur durch die Existenz des Ausgangsentitätstyps definiert und eingeordnet werden kann. Die Lebensdauer einer Ausprägung des abhängigen Entitätstyps ist kleiner gleich der des Übergeordneten.

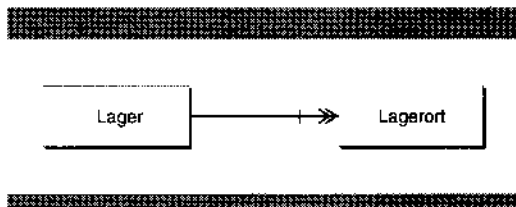


Abb.7 Hierarchischer Beziehungstyp

Beispiel:

Ein Lagerort ist eine verfeinerte Gliederung eines *Lagers*, d.h. ein *Lagerort* ist nicht nur existenzabhängig von einem *Lager*, sondern wird auch in seinen Eigenschaften von einem *Lager* bestimmt.

Zwischen den Entitätstypen A und X existiert ein hierarchischer Beziehungstyp, wenn gilt:

- X ist existenzabhängig von A.
- A geht erzeugend in X ein.
- X ist eine Gliederung von A, die A näher beschreibt.
- Das Gliederungskriterium hat keinen Bezug zu einem anderen Entitätstyp.

Aggregierender Beziehungstyp

Der aggregierende Beziehungstyp beschreibt eine Beziehung zwischen zwei Entitätstypen, wobei der existenzabhängige Entitätstyp (seine Bedeutung und seine Merkmalsausprägungen) durch die Komposition eines Ausgangsentitätstypen mit mindestens einem weiteren Ausgangsentitätstyp erzeugt wird. Eine Aggregation besteht daher aus mindestens zwei Beziehungstypen. Ein aggregierender Beziehungstyp ist ein Beziehungstyp, der von einem Ausgangsentitätstyp zu einem aggregierten Entitätstyp verweist.

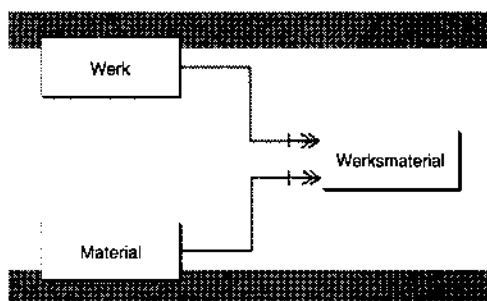


Abb.8 Aggregierender Beziehungstyp

Beispiel:

Die Eigenschaften eines *Werksmaterials* werden durch ein bestimmtes *Werk* und das betreffende *Material* festgelegt. Z.B. bestimmen ein Werk W1 und ein Material M1 die Ausprägungen der maximalen Materialmenge von *Material* M1 in *Werk* W1, z.B. 1000 Stück.

Zwischen den Entitätstypen A und X existiert ein aggregierender Beziehungstyp, wenn folgendes gilt:

- X ist existenzabhängig von A.
- A geht erzeugend in X ein.
- X wird aus der Verknüpfung von A mit mindestens einem weiteren Entitätstyp (außer A) erzeugt.

Referentieller Beziehungstyp

Ein referentieller Beziehungstyp beschreibt einen Beziehungstyp, der auf einen Entitätstyp verweist, der über den Ausgangsentitätstyp in bestimmte Kategorien eingeteilt wird. Eine Attributgruppe des Ausgangsentitätstyps ist im existenzabhängigen Entitätstyp vorhanden, die für dessen Existenz notwendig ist, ihn aber nicht identifiziert. Ein Unterschied zum hierarchischen bzw. aggregierenden Beziehungstyp besteht darin, daß der Entitätstyp nicht über den Ausgangsentitätstyp erzeugt wird.

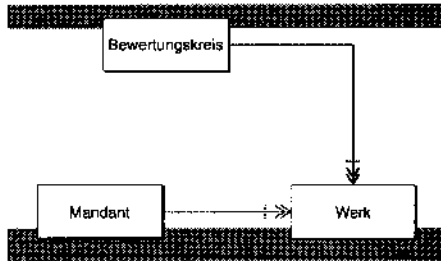


Abb.9 Referentieller Beziehungstyp

Beispiel:

Für die Existenz eines *Werkes* wird immer ein *Bewertungskreis* vorausgesetzt. Allerdings werden die Eigenschaften eines *Werkes* nicht durch einen *Bewertungskreis* festgelegt bzw. erzeugt. Der *Bewertungskreis* für ein *Werk* kann ausgetauscht werden, ohne daß das Wesen des *Werkes* verändert wird. Ein *Werk* "referenziert" daher auf einen *Bewertungskreis*.

Zwischen den Entitätstypen A und X existiert ein referentieller Beziehungstyp, wenn folgendes gilt:

- X ist existenzabhängig von A.
- A geht nicht erzeugend in X ein.
(A wird in X referenziert)

Konditional-aggregierender Beziehungstyp

Ein konditional-aggregierender Beziehungstyp entspricht dem aggregierenden Beziehungstyp, jedoch ist der Beziehungszusammenhang und damit der aggregierende Aspekt für den Entitätstyp anwendungsabhängig und damit nicht immer gegeben. Ein Entitätstyp kann (!) aus einem anderen Entitätstyp aggregiert werden. Bei der Entstehung einer Instanz dieses Entitätstyps ist aber eindeutig klar, ob diese aggregiert ist, d.h. ob die entsprechende Beziehung existiert. Nach dem Entstehungszeitpunkt der Instanz sind alle Beziehungstypen der Aggregation fest. Wenn die Beziehung vorhanden ist, ist die Lebensdauer kleiner oder höchstens gleich der Entität, die zu der Aggregation beiträgt.

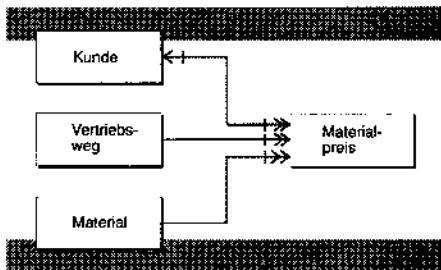


Abb.10 Konditional aggregierender Beziehungstyp

Beispiel:

Der Preis für ein zu verkaufendes *Material* ist abhängig vom *Material* selbst, sowie vom *Vertriebsweg* (z.B. Großhandel, Einzelhandel). Ein *Materialpreis* kann auch kundenspezifisch vergeben werden. Damit ist ein *Materialpreis* eindeutig bestimmt durch eine Kombination von *Material*, *Vertriebsweg* und gegebenenfalls *Kunde*. Alle Merkmalsausprägungen vom *Materialpreis* sind funktional von dieser Kombination abhängig.

Der konditional-aggregierende Beziehungstyp läßt für *Materialpreise* folgende Fälle der Abhängigkeit von *Kunden* zu:

1. Bei der anwenderspezifischen Implementierung des Systems wird festgelegt, daß *Materialpreise* stets als Kombination von *Material*, *Vertriebsweg* sowie *Kunde* zu definieren sind.
2. Bei der anwenderspezifischen Implementierung des Systems wird festgelegt, daß *Materialpreise* nicht kundenspezifisch vergeben werden dürfen, so daß keine kundenabhängigen *Materialpreise* existieren.
3. Für ausgewählte Bereiche des Unternehmens können (oder müssen) *Materialpreise* kundenabhängig angelegt werden, so daß die vorhandenen *Materialpreise* kundenabhängig oder kundenunabhängig sein können.
4. Ob ein *Materialpreis* kundenspezifisch angelegt wird, kann frei gewählt werden.
Bei der Anlage eines *Materialpreises* fällt die Entscheidung, ob der *Materialpreis* in Beziehung zu einem *Kunden* definiert ist. Somit können die vorhandenen *Materialpreise* wiederum kundenabhängig oder kundenunabhängig sein.

Die entsprechende Beziehungstypkardinalität ist dann: $c : c$, $c : m$ oder $c : cm$.

Zwischen den Entitätstypen A und X existiert ein konditional-aggregierender Beziehungstyp, wenn folgendes gilt:

- Nicht jede Ausprägung von X steht in Beziehung zu A.

Sofern zwischen A und X eine Beziehung existiert, gilt:

- X ist schwach existenzabhängig von A.
- A geht erzeugend in X ein.
- X wird aus der Verknüpfung von A mit mindestens einem weiteren Entitätstyp (außer A) erzeugt.

Konditional-referentieller Beziehungstyp

Ein konditional-referentieller Beziehungstyp ist ein referentieller Beziehungstyp, der sich dadurch auszeichnet, daß der Beziehungszusammenhang und damit der referentielle Aspekt für den Entitätstypen anwendungsabhängig und damit nicht immer gegeben ist. Ein Entitätstyp kann (!) von einem anderen Entitätstyp referenziert werden. Bei der Entstehung einer Instanz dieses Entitätstyps ist aber eindeutig klar, ob diese Referenz vorhanden ist. Wenn die Beziehung vorhanden ist, ist die Lebensdauer kleiner oder gleich der Entität, von der die Referenz ausgeht.

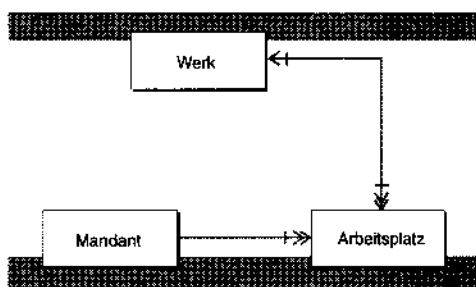


Abb.11 Konditional-referentieller Beziehungstyp

Beispiel:

Ein *Arbeitsplatz* kann sich in einem *Werk* befinden. Ein *Werk* kann mehrere *Arbeitsplätze* enthalten. Wenn sich ein *Arbeitsplatz* auf ein *Werk* bezieht, so hat das *Werk* sicher vor dem *Arbeitsplatz* existiert.

Die entsprechende Beziehungstypkardinalität ist dann: $c : c$, $c : m$ oder $c : cm$.

Zwischen den Entitätstypen A und X existiert ein konditional-referentieller Beziehungstyp, wenn folgendes gilt:

- Nicht jede Ausprägung von X steht in Beziehung zu A.

Sofern zwischen A und X eine Beziehung existiert, gilt:

- X ist schwach existenzabhängig von A.
- A geht referentiell in X ein.
- In X sind keine Attribute von der Existenz der Beziehung abhängig (keine transitive Abhängigkeit).

Temporär-referentieller Beziehungstyp

Ein temporär-referentieller Beziehungstyp stellt die schwächste Art des referentiellen Beziehungstyps dar. Er verweist auf einen Entitätstyp der schwach existenzabhängig ist. Die Beziehung muß nicht bei der Anlage des existenzabhängigen Entitätstyps vorhanden sein und sie kann in Laufe seiner Lebensdauer wieder aufgehoben werden.

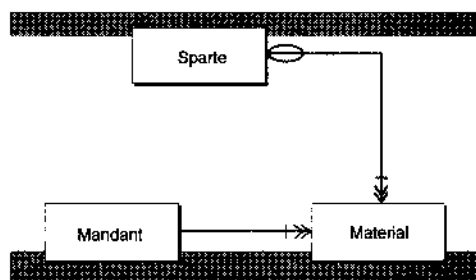


Abb.12 Temporär-referentieller Beziehungstyp

Beispiel:

Zu einer *Sparte* können mehrere *Materialien* gehören. Ein *Material* kann zur Festlegung der Gewinnverteilung und der vertrieblichen Zuständigkeit einer *Sparte* zugeordnet sein. Die vertriebliche Zuständigkeit kann wechseln (Referenz) oder zeitweise auch nicht vorhanden sein (temporäre Referenz).

Zwischen den Entitätstypen A und X existiert ein temporär-referentieller Beziehungstyp, wenn folgendes gilt:

- Nicht jede Ausprägung von X steht in Beziehung zu A.
- X ist schwach existenzabhängig von A.

Begriffsbausteine

Ähnliche semantische Sachverhalte werden im SAP-SERM explizit dargestellt. Dies wird erreicht, indem die Definition solcher Sachverhalte die gleiche Struktur besitzt und die Bezeichnung von Entitätstypen, die einen ähnlichen Sachverhalt repräsentieren, um ein standardisiertes Präfix oder Suffix ergänzt wird.

Definitionsmuster

Definitionsmuster liefern Beschreibungsstrukturen für semantische Sachverhalte. Definitionen von Entitätstypen mit einem ähnlichen semantischen Sachverhalt besitzen somit die gleiche Struktur.

Standardisierte Präfixe und Suffixe

Teilaspekte, die in verschiedenen Sachverhalten auftreten, erhalten eine festgelegte Bezeichnung. Beinhalten Entitätstypen einen solchen Teilaspekt, wird ihre Bezeichnung um die standardisierte Bezeichnung des Teilaspekts als Präfix oder Suffix ergänzt.

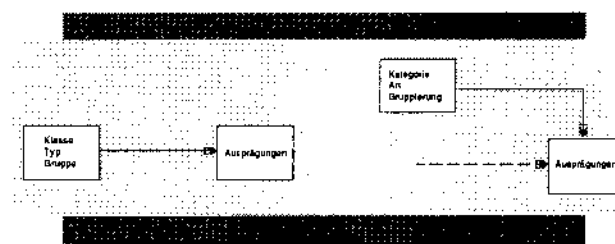
Die folgende Übersicht beschreibt einige ausgewählte Teilaspekte, für die standardisierte Bezeichnungen festgelegt sind. Die Begriffe Klasse, Typ, Gruppe, Kategorie, Art und Gruppierung werden ihrem Charakter entsprechend und anhand ihrer zugeordneten Kriterien eingeordnet:

Zusammenfassung	Einteilung	Kriterium
Klasse	Kategorie	objektiv merkmale-/ attributbezogen
Typ	Art	wesensbestimmend nicht notwendig attributbezogen
Gruppe	Gruppierung	subjektiv attribut-/ nicht attributbezogen

Aus der Abbildung ist ersichtlich, mit welchem standardisierten Präfix oder Suffix die Bezeichnung von Entitätstypen ergänzt wird, wenn diese einen zusammenfassenden (wesensbeschreibenden, erzeugenden) bzw. einteilenden Charakter haben.

objektiv
↑
↓
subjektiv

zugeordnete Beziehungstypen:



Klasse, Typ und Gruppe wirken "zusammenfassend", "erzeugend" auf ihre abhängigen Entitätstypen, während Kategorie, Art und Gruppierung ihre abhängigen Entitätstypen "einteilen", aber nicht "erzeugen".

Abb.13 Begriffsbausteine: Standardisierte Präfixe und Suffixe

Beispiele von Entitätstypen, deren Bezeichnung mit einem standardisierten Suffix ergänzt wird:

Materialart, Umsatzsteuerart, Leistungsart
Unternehmensgruppe, Produktgruppe, Stücklistengruppe

Strukturbausteine

Strukturell gleiche Sachverhalte werden im SAP-SERM durch Strukturbausteine dargestellt. Ein Strukturbaustein hat eine festgelegte innere Struktur, die den Zusammenhang der beteiligten Entitätstypen und Beziehungstypen wiedergibt.

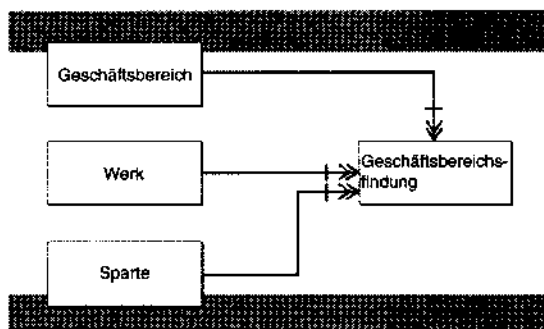


Abb.14 Standardstruktur Findung

Beispiel:

Eine *Findung* wird durch die Aggregation von mehreren Entitätstypen gebildet. Sie referenziert auf den zu findenden Entitätstyp.

Man unterscheidet zwischen Entitätstypen die die Findung semantisch prägen und Entitätstypen, die sie differenzieren.

Im Beispiel des Entitätstyps *Geschäftsbereichsfindung* wird ein *Geschäftsbereich* über die Aggregation von *Werk* und *Sparte* gefunden. Das *Werk* ist semantisch prägend, die *Sparte* wird zur Differenzierung verwendet.

Betriebswirtschaftliche Strukturbausteine

Ein betriebswirtschaftlicher Strukturbaustein ist ein Strukturbaustein, der sich auf analoge betriebswirtschaftliche Sachverhalte übertragen läßt. Die sichtbar gemachten Strukturanalogien schaffen ein tieferes Verständnis von komplexen Sachverhalten und deren Zusammenhängen.

Beispiel Konto:

Ein Konto ist eine Struktur, die innerhalb einer organisatorischen Einheit definiert ist. In einem Konto werden Wertebewegungen bezüglich einer Wertekategorie verzeichnet. Zusätzlich kann sich die verzeichnete Wertebewegung auf ein weiteres Objekt beziehen. Die folgende Abbildung stellt die Grundstruktur eines Kontos dar:

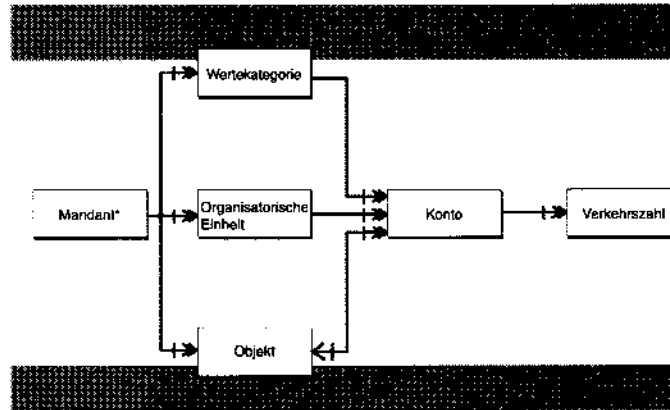


Abb.15 Betriebswirtschaftliche Standardstruktur Konto

Diese Grundstruktur kann auf unterschiedliche Konten übertragen werden, z.B. Buchungskreis-Sachkonto, Anlagenkonto, Materialkonto. Die folgende Grafik beschreibt die Übertragung der Grundstruktur auf das Buchungskreis-Sachkonto:

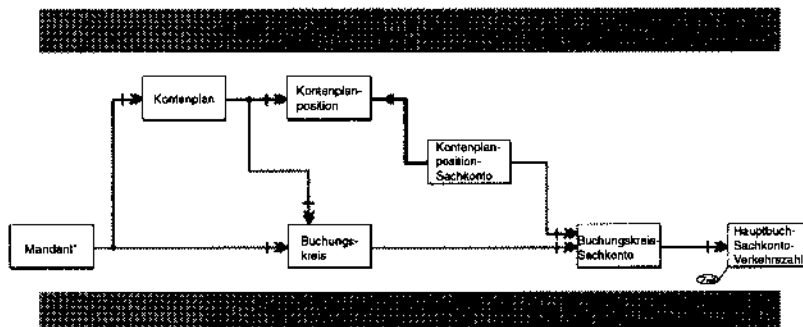


Abb.16 Buchungskreis-Sachkonto

Beispiel organisatorische Struktur:

Der Modellaufbau wird im SAP-SERM durch organisatorische Einheiten bestimmt. Zunächst kann von zentralen Objekten und organisatorischen Einheiten ausgegangen werden. Organisatorische Einheiten dienen zur strukturierten Einteilung eines Unternehmens unter definierten Gesichtspunkten. Aufgrund der organisatorischen Struktur werden die zentralen Objekte differenziert. Das folgende Beispiel beschreibt diesen Modellaufbau anhand der organisatorischen Einheiten Mandant, Werk und Lager, dem zentralen Objekt Material und den Objekten Werksmaterial und Lagermaterial.

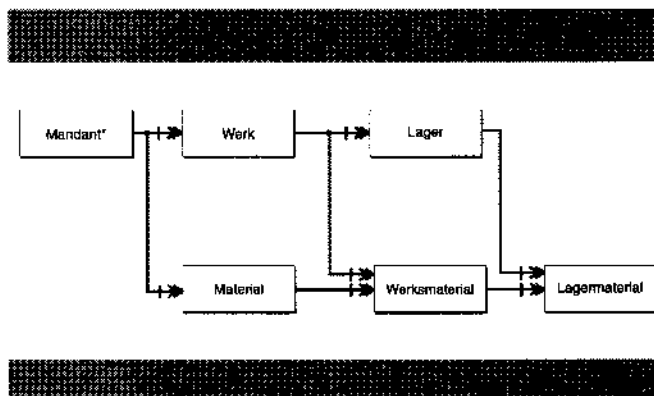


Abb.17 Beispiel:Modellaufbau über organisatorische Einheiten

Ausblick

Die Modellierung auf der Basis der SAP-SERM-Methode wird im Zusammenhang mit einer Objektmodellierung gesehen. Zunächst werden Objektklassen und ihre Beziehungen untereinander dargestellt. Für diese Objektklassen können interne Integritätsbedingungen in Form von Domains etc. festgelegt werden. Mit externen Integritätsbedingungen werden Plausibilitätsprüfungen ermöglicht. In einem weiteren Schritt werden die Funktionen bzw. Methoden den entsprechenden Objektklassen zugeordnet.

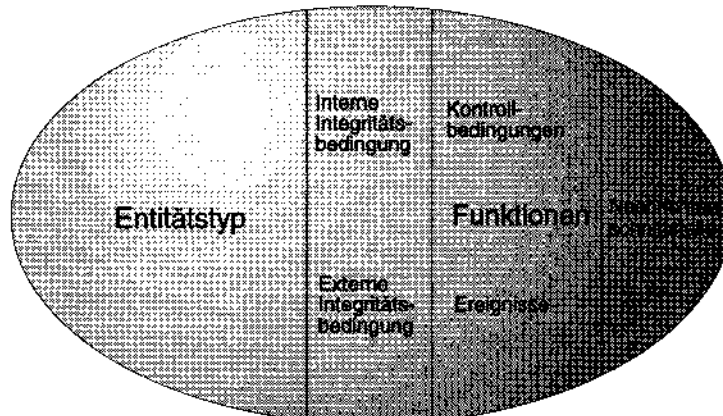


Abb. 18 Objektklasse

Die Kommunikation zwischen Objektklassen orientiert sich an ereignisgesteuerten Prozessen. Ein Prozeß ist eine Folge von Funktionen, die durch Ereignisse gesteuert wird. Eine Funktion wird durch Ereignisse ausgelöst und erzeugt ein Ereignis. Ein Ereignis ist definiert als das Eintreten eines Zustandes. Ein Steuermechanismus erzeugt aufgrund von Ereignissen Nachrichten, die an andere Objektklassen weitergeleitet werden. Über Kontrollbedingungen werden die in einer Objektklasse eintreffenden Nachrichten geprüft und lösen die entsprechenden Funktionen aus (vgl. [Martin 92]).

Ein ereignisgesteuertes Objektmodell vereinigt die Vorteile eines datenorientierten Ansatzes mit einem geschäftsprozeßorientiertem Vorgehen in einer durchgängigen Methode. Ein umfassendes Verständnis der Struktur sowie der Abläufe in einem Anwendungsgebiet wird erleichtert.

Literaturverzeichnis

- [Chen 76] Chen, P.P.; The Entity Relationship Model: Towards a Unified View of Data, ACM Transactions on Database Systems 1, No. 1, pp. 9-36, 1976
- [CoadYourdon 91] Coad, P., Yourdon E.; Object-oriented Design, Englewood Cliffs, New York, 1991
- [Martin 92] Martin, J., Odell, J.J.; Object-Oriented Analysis and Design, Prentice-Hall, New Jersey, 1992
- [SAP 94] SAP AG; SAP-Informationsmodell, Modellgestütztes Informationsmanagement im R/3-System (Methoden-Broschüre), SAP-AG Walldorf/Baden, Mai 1994
- [Sinz 88] Sinz, E.J.; Das Strukturierte Entity-Relationship-Modell (SER-Modell), in: Angewandte Informatik, S. 191-202, 1988
- [Sinz 89] Sinz, E.J.; Konzeptionelle Datenmodellierung im Strukturierten Entity-Relationship-Modell (SER-Modell), in: Müller-Ettrich, G. (Hrsg.): *Effektives Datendesign: Praxis-Erfahrungen*, Müller, Köln, 1989