

Begriffsbildung im Projekt "Architektur-Navigator"

Rose Sturm, Jutta Mülle, Volkmar Hovestadt

*Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation
Institut für Industrielle Bauproduktion
Universität Karlsruhe
D-76128 Karlsruhe*

Inhaltsverzeichnis

1	Projektziel	2
2	Container	3
2.1	Eigenschaften des Containermodells	4
2.2	Das History-Konzept	5
2.2.1	History-Mitführung im Container	5
2.2.2	Versionsrealisierungen	6
2.3	Die Dimension Komposition	6
3	Produkt-, Partial- und Fachaspekte	7
4	Die verschiedenen Modelle	9
4.1	Aufbau des Partialschemas einzelner Fachplaner	9
4.2	Das Produktmodell	9
4.3	Die zentrale Rolle des Containermodells	9
4.3.1	Das Entstehen des Containermodells	10
4.3.2	Die Aufgaben des Containermodells	10
5	Verbindung	10
5.1	Kardinalitäten	11
5.2	Anforderungen an die Verbindung	11
5.3	Mögliche Realisierungen	12
6	Konzeptuelles Schema: A4-Raum	12
6.1	Eine duale Modellierung der Entwurfsobjekte	13
6.1.1	Idee der dualen Modellierung	13
6.1.2	Begründung der dualen Modellierung	13
6.2	Konzeptuelles Schema für den A4-Raum	14
6.3	Konzeptuelles Schema: Funktion	18
7	Konzeptuelles Schema: Fachplaner "MIDI"	19

1 Projektziel

In der letzten Jahren, findet der Computer immer mehr Eingang in den architektonischen Planungsvorgang. Hierbei setzen Experten zur Durchführung ihrer Planungs- und Bauaufgaben spezifische Tools ein, die die speziellen Aufgaben die in jedem Gebiet durchzuführen sind, isoliert betrachten. Integrierte Lösungskonzepte haben sich momentan noch nicht durchgesetzt. Deshalb findet die Kooperation zwischen verschiedenen Experten erst zu einem relativ späten Zeitpunkt statt.

Heutige Ansätze der Realisierung des "Integralen Planens" setzen ein gemeinsames Produktdatenmodell voraus, über das dann die Kooperation zwischen verschiedenen Fachplanern erfolgen kann. Die vorhandene graphische Oberfläche wird bei den jeweiligen Fachplanern beibehalten, nur die Datenhaltung wird entsprechend angepaßt. Abbildung 1 zeigt diesen Ansatz.

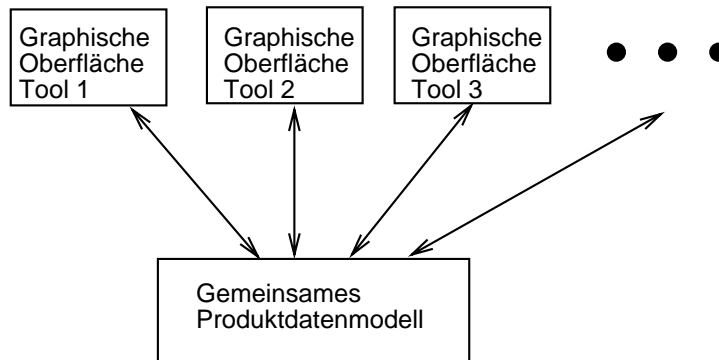


Abbildung 1: Bisheriger Ansatz

Unsere Vision ist nun ein Ansatz, der es erlaubt, von einer gemeinsamen Oberfläche für bestimmte Ausschnitte des Planes beliebige Fachplaner zu aktivieren und mit diesen innerhalb dieser Ausschnitte koordiniert mit anderen Fachplanern zu arbeiten. Hierbei soll die spezifische Arbeitsweise innerhalb der bestehenden Fachplaner erhalten bleiben. Abbildung (Bild von Volkmar's Vortrag) zeigt die Oberfläche, wie sie in unserem Fernziel realisiert werden soll.

Alle Entscheidungen, die in irgendeiner Form auf der Oberfläche getroffen werden, werden in Form von Containern gefaßt. Container stellen hier, wie der Begriff intuitiv beinhaltet, einmal den Bereich (Containerrahmen) dar, in dem eine Entwurfsentscheidung lokalisiert werden kann, zum anderen wird über sie aber auch weitere Beschreibungen (Containerinhalt). Der Containerinhalt kann sehr verschiedene Sachverhalte darstellen. In manchen Fällen werden lediglich Entwurfsentscheidungen näher charakterisiert, in anderen Fällen kann der Containerinhalt eine bestimmte Funktionalität beschreiben, oder sogar die entsprechend ausführbaren Programme repräsentieren. Entwurfsentscheidung wird hier als ein sehr weiter Begriff aufgefaßt. Er wird für die folgenden Sachverhalte benutzt:

- Physikalische Entwurfsentscheidungen, wie beispielsweise das Positionieren einer Stütze,
- Virtuelle Entwurfsentscheidungen, wie das Festlegen einer Bedingung,
- Das Zuziehen von Fachplanern, wie das Zuschalten von MIDI in einem bestimmten Ausschnitt der Planes,
- Anwendungsprogramme, die im Plan positioniert werden
- Was noch Volkmar????

Die Gesamtheit aller Daten die zu einer Entwurfsentscheidung gehören werden nun im Architekturbereich Container genannt. Der Containerrahmen ist nicht nur durch die geometrischen Attribute beschrieben, sondern auch noch durch Attribute wie die Zeit, in denen eine solche Entwurfsentscheidung gültig ist und Attribute, die das Umfeld beschreiben, wie beispielsweise der aktuelle Nutzer, die Größenordnung oder die Auflösung mit der gearbeitet wird.

Insgesamt ergibt sich dann die in Abbildung 2 dargestellte schematische Systemarchitektur. An der Oberfläche wird mit dem Containermodell gearbeitet. In diesem Modell können alle Fachplaner, einschließlich der zusätzlich gewünschten Tools, in einheitlich mithilfe von Containern dargestellt werden. Hierbei repräsentieren die Containerrahmen den Wirkungsbereich des gerade in ihm betrachteten Objektes. Die Funktionalität des Objektes wird durch den Containerinhalt festgelegt.

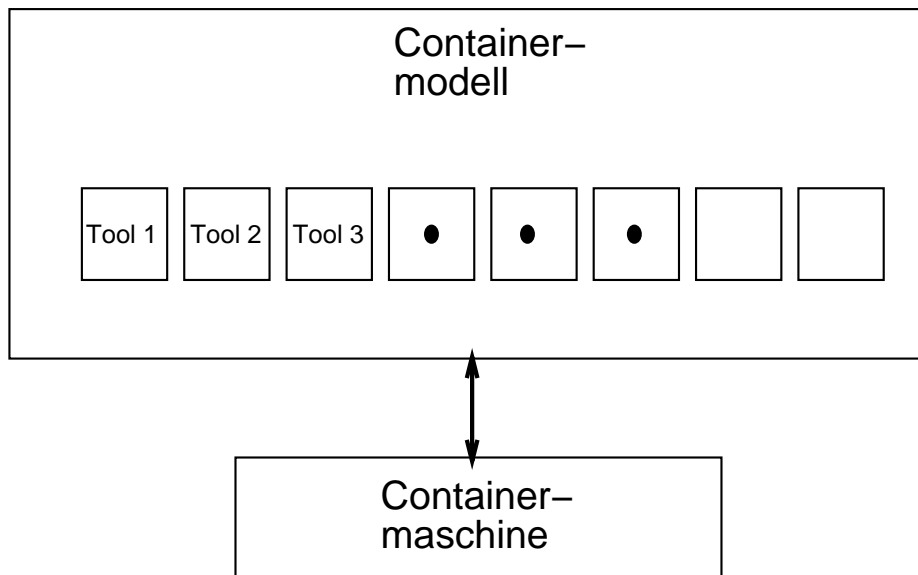


Abbildung 2: Vision

Diese Container werden in der Containermaschine verwaltet. Die Containermaschine muß die folgende Funktionalität aufweisen:

- Ermöglichung der Kooperation verschiedener am Planungsprozeß beteiligter Personen.
- Verwaltung der Container
- Sicherstellung der Konsistenz in der vom Benutzer geforderten Ausmaße.

Im folgenden wird nun zuerst auf den von den Containerbegriff, wie er von den Architekten definiert ist eingegangen. Anschließend wird die seine Abbildung auf die Datenhaltungskomponente der Containermaschine besprochen.

2 Container

Die Grundidee des A4-Raumes ist die eindeutige Beschreibung aller Entwurfsentscheidungen durch eine einheitliche Menge von Eigenschaften. Diese Eigenschaften spannen als Dimensionen einen n-dimensionalen Designraum, den sog. A4-Raum, auf. Der A4-Raum erlaubt zum einen, alle Entwurfsentscheidungen in eine einheitliche Datenstruktur einzubringen, d.h. Datenintegration, zum anderen ermöglicht er weitestgehend die von den Architekten geforderte Flexibilität. Die Achsen sind unabhängig voneinander, d.h. sie beschreiben zueinander orthogonale

Eigenschaften von Entwurfsinformationen. Ein Schnitt durch die n Dimensionen des A4-Raums identifiziert eindeutig eine Entwurfsentscheidung.

Die Festlegung der einzelnen Dimensionen ist jedoch auch von dem jeweiligen Architekten und dem Entwurfsumfeld abhängig. Für unsere nachfolgenden Betrachtungen wird von den 12 am IFIB festgelegten Dimensionen ausgegangen.

Definition 2.1 (Dimension) *Jede Eigenschaft, die innerhalb des A4-Raumes zur eindeutigen Beschreibung einer Entwurfsentscheidung benötigt wird, wird als Dimension bezeichnet.*

Die Entwurfsinformationen im A4-Raum werden in einem Schema modelliert: im Containerschema.

Definition 2.2 (Containerschema) *Das Containerschema beinhaltet eine Objekttypdefinition, die aus der Menge der Dimensionen resultiert, die die Entwurfsentscheidungen im A4-Raum eindeutig beschreiben.*

Das Containerschema wiederum hat zwei verschiedene Ausprägungen: das konzeptuelle und das logische Containerschema. Das *konzeptuelle Schema* beinhaltet die Menge aller Eigenschaften des A4-Raumes.

Das *logische Containerschema* ist die Abbildung des konzeptuellen Containerschemas auf das Datenmodell des im Projekt verwendeten objektorientierten Datenbanksystems. Zu den Dimensionsattributen kommen im Containerschema noch weitere Beschreibungsattribute hinzu, die jedoch nicht für die eindeutige Identifikation im A4-Raum nötig sind und daher hier nicht weiter betrachtet werden.

Beim Gebrauch des Begriffes Containerschema unterscheiden wir im folgenden meist nicht explizit zwischen logischem und konzeptuellem Containerschema, da es dann aus dem Kontext ersichtlich ist, um welchen Begriff es sich handelt.

Im Laufe des Entwurfes werden Instanzen des Containertyps, der im Containerschema definiert ist, erzeugt. Wir sprechen hier von Containern:

Definition 2.3 (Container) *Ein Container ist eine Instanz des im Containerschema definierten Containerobjekttyps.*

Da oft gemeinsam von Containerschema und Container gesprochen wird, wird noch der folgende Begriff eingeführt:

Definition 2.4 (Containermodell) *Das Containermodell ist die Gesamtheit von Containerschema und Containern und bildet ein Modell des A4-Raums.*

2.1 Eigenschaften des Containermodells

Das Containermodell zeichnet sich durch die folgenden Eigenschaften aus:

Dimensionstypen: Generell werden zwei verschiedene Typen von Dimensionen unterschieden: *kontinuierliche* und *diskrete* Dimensionen. Kontinuierliche Dimensionen werden immer durch zwei Werte beschrieben, die das Gültigkeitsintervall darstellen. Diskrete Dimensionen haben als Domäne diskrete Werte. Über die Größe der Domäne kann im einzelnen keine Aussage gemacht werden, dies ist vom Architekten und der Anwendungsumgebung abhängig. Sie kann z.B. im Falle der Dimension Morphologie nur drei Elemente aber im Falle von Teilsysteme sehr viele, nicht von vornherein festlegbare, Elemente enthalten.

Eindeutigkeit: Hinter dem A4-Raum steht die Philosophie, daß jede Entwurfsentscheidung eindeutig durch eine bestimmte Anzahl von Dimensionen beschrieben wird. Da diese eindeutige Beschreibung sehr subjektiv ist, ist der tatsächliche Dimensionskatalog stark von dem Architekten abhängig, der seine Umgebung spezifiziert. Die geometrischen Dimensionen wird jeder Architekt benötigen. Ebenso mindestens eine Zeitdimension. Welche Semantik allerdings den Zeitdimensionen unterlegt wird, ist schon variabel. Die Auswahl der diskreten Dimensionen kann stark abweichen. Um eine stabile Plattform zu bekommen, gehen wir von den in ([?]) definierten Dimensionen aus.

Unvollständigkeit: Die diskreten Dimensionen eines Containers müssen nicht alle vollständig belegt sein. (Gerade zu Beginn des Entwurfes ist davon auszugehen, daß dies nicht der Fall ist.) Deshalb gehen wir davon aus, daß zusätzlich in den Wertebereichen insbesondere auf den diskreten Achsen auch ein Null-Wert zulässig ist, der besagt, daß diese Achse (noch) nicht spezifiziert ist. Er wird wie jede zulässige Belegung auf diesen Achsen behandelt.

Auf den kontinuierlichen Achsen zur Beschreibung des geometrischen Ortes des Containers und der Gültigkeitszeit sind keine Nullwerte zugelassen.

Rücksetzbarkeit: Das Containermodell ist auf jeden beliebigen Zeitpunkt in der Vergangenheit rücksetzbar. Im folgenden werden mögliche Realisierungsvarianten vorgestellt.

2.2 Das History-Konzept

Zur Realisierung eines Rücksetzmechanismus gibt es prinzipiell die folgenden Möglichkeiten:

1. In den einzelnen Container wird die History ihrer Entwicklung direkt mitgeführt.
2. Es wird in irgendeiner Art ein Versionskonzept benutzt, um den Rücksetzmechanismus zu realisieren.

Ziel hierbei ist es, einen möglichst einfachen, effizienten, einfach zu implementierenden Mechanismus auszuwählen, der die geforderte Rücksetzbarkeit in adäquater Zeit erfüllt.

2.2.1 History-Mitführung im Container

Die Mitführung der History direkt im Container erfordert die Verwaltung jeder Änderung zusammen mit einem Zeitstempel für jede einzelne Dimension, da davon ausgegangen werden kann, daß die einzelnen Dimensionswerte eines Containers zu unterschiedlichen Zeitpunkten geändert werden. Unabhängig von der konkreten Realisierung einer solchen History-Mitführung ergeben sich deshalb folgende Nachteile:

- Objekte werden stark aufgebläht.
- Langwieriger Rücksetzmechanismus
- Komplizierter Verwaltungsmechanismus
- Alternativenverwaltung sehr schwierig

Obwohl wir im Projekt Alternativenverwaltung nicht behandeln wollen, wird auch schon aufgrund der restlichen Probleme ein solcher Mechanismus nicht in Betracht gezogen.

2.2.2 Versionsrealisierungen

Versionen haben die Eigenschaft, daß sie einen vergangenen Zustand direkt darstellen, ohne daß umständliche Berechnungen notwendig sind. Sie erlauben demnach schnelles Rücksetzen zu definierten Zeitpunkten in der Vergangenheit. Da in unserem Projekt keine Versionsbäume betrachtet werden, ist die Versionsverwaltung einfach. Abhängig von der Granularität und dem zeitlichen Abstand zu dem eine Version gezogen wird, entsteht erheblich höherer Speicherplatzaufwand als bei der oben angesprochenen Alternative, allerdings steht demgegenüber die wesentlich einfachere Verwaltung und der sicherlich geringere Berechnungsaufwand. Wir haben uns für eine spezielle Art der Versionsverwaltung entschieden, dessen Charakteristika vor allem die sehr feine Granularität und keine festen Zeitpunkte der Versionierung sind. Im folgenden wird unser Ansatz kurz erläutert.

Alle Container haben einen Zeitstempel, der das jeweilige Gültigkeitsintervall des Objektes angibt, wir sprechen hier von der Lebenszeit des Objektes.

Definition 2.5 (Lebenszeit) *Die Lebenszeit eines Containers ist das Zeitintervall, in dem ein Container die selbe Wirkung nach außen zeigt, also auf den geometrischen Dimensionen, der Zeit-Dimension und den diskreten Dimensionen die selben Werte aufweist. Wird einer dieser Werte verändert, so entsteht ein neuer Container; die Lebenszeit des alten Containers wird abgeschlossen.*

Zu einem Entwurfzustand zu einem bestimmten Zeitpunkt gehören alle Objekte, die den betroffenen Zeitpunkt beinhalten. Wird nun z.B. ein Container auf der Oberfläche verschoben, so wird das Lebensintervall des alten Containers abgeschlossen und ein neuer Container mit den geänderten Daten wird generiert, der als Anfang seines Lebensintervall die aktuelle Zeit erhält und das Ende weit in der Zukunft liegt. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, daß auf jeden beliebigen Zeitpunkt im Entwurf zurückgegangen und wieder aufgesetzt werden kann, ohne daß viel Berechnungen notwendig sind. (In unserem Projekt dienen die Datenbanksicherungspunkte als Synchronisationspunkte, auf die jeweils zurückgesprungen werden kann.)

Die Lebenszeit stellt die Basis für den vorgestellten History-Mechanismus dar. Der aktuelle Entwurfzustand wird durch Container, die den aktuellen Zeitpunkt in ihrem Lebenszeitintervall enthalten, beschrieben. Dies führt zu der Definition der aktuellen Container:

Definition 2.6 (Aktuelle Container) *Die aktuellen Container sind diejenigen Container, deren Lebenszeit den aktuellen Zeitpunkt beinhalten.*

2.3 Die Dimension Komposition

Eine Grundidee des A4-Raumes ist, daß alle Entwurfsobjekte eindeutig durch die Dimensionen des A4-Raumes gekennzeichnet sind, wobei der Zusammenhang zwischen einzelnen Objekten lediglich über beschreibende Dimensionen hergestellt wird. Für manche Anwendungen ist aber zusätzlich auch noch Information notwendig, die besagt, welche Container das gleiche Entwurfsobjekt beschreiben. Dies ist orthogonal zu der Grundidee des A4-Raumes, aber z.B. notwendig für die Durchführung von Animationen. Deshalb wird noch zusätzlich die Dimension Komposition eingeführt, die als Wertebereich die KompositionsIds enthält:

Definition 2.7 (KompositionsId) *Der KompositionsId ist ein eindeutiger Identifikator für die Menge aller Container, die das gleiche reale Entwurfsobjekt beschreiben.*

Mehrere Container können nun den gleichen KompositionsId bekommen und sind somit als das gleiche reale Entwurfsobjekt gekennzeichnet. Dieser Identifikator wird vom Architekten an der Oberfläche vergeben, da nur hier eindeutig entscheidbar ist, welche Container welches reale Entwurfsobjekt beschreiben.

3 Produkt-, Partial- und Fachaspekte

Ein Ziel unseres Projektes ist die Nutzbarmachung der im Entwurf entstandenen Daten für weitere Fachplaner.

Definition 3.1 (Fachplaner:) *Fachplaner sind Spezialisten für einen bestimmten Aspekt im Bauwesen. Diese Spezialisten können sowohl Menschen als auch Softwareprodukte sein.*

In unserem Projekt unterscheiden wir die folgenden Fachplaner:

- Entwurf, Fachplaner für den allgemeinen architektonischen Entwurf.
- MIDI, Fachplaner für das Stahlbausystem MIDI ([?]).
- Armilla, Fachplaner für das allgemeine Installationsmodell "Armilla".

Jeder Fachplaner hat seine eigenen Charakteristika. Der Fachplaner Entwurf stellt in unserem Projekt die Umsetzung der Entwurfsmethodik A4-Raum mit seiner eher schwachen Strukturierung und Vorgaben dar. Wesentlich präziser sind die Vorgaben der Fachplaner MIDI und Armilla. Wie diese doch von Natur aus sehr unterschiedlichen Fachplaner zusammenspielen, wird im weiteren Verlauf dieses Dokumentes ausgeführt.

Das Datenbankschema, das ein Fachplaner braucht, setzt sich aus Containerschema und Fachschema zusammen:

Definition 3.2 (Fachschema) *Das Fachschema enthält alle für einen Fachplaner notwendige Schemainformation, außer den Informationen, die schon über das Containerschema erfaßt werden.*

Die gesamte Schemainformation, die ein einzelner Fachplaner benötigt, wird im Partialschema zusammengefaßt:

Definition 3.3 (Partialschema) *Das Partialschema ist das zu einem einzigen Fachplaner gehörende Schema, also die Vereinigung von Containerschema und Fachschema*

Partialschemata repräsentieren das Schema, der für den jeweiligen Fachplaner von Interesse ist. Das Containerschema ist in allen Partialschemata enthalten. In Kapitel 3.1 wird die Rolle des Containerschema zur Integration der Fachplaner erläutert. Die Gesamtheit aller Partialschemata bilden das Produktschema:

Definition 3.4 (Produktschema) *Das Produktschema ist die Gesamtheit von Containerschema und allen Fachschemata.*

Die Schemata werden im Laufe des Entwurfes instanziiert. Auf der Objektebene sprechen wir nun von Produktmodell oder auch Paritalmodell.

Definition 3.5 (Produktmodell) *Ein Produktmodell ist die Gesamtheit von Produktschema und den Objekten die dieses Produktschema instanziiert.*

Entsprechend werden auch Partialmodell und Fachmodell definiert:

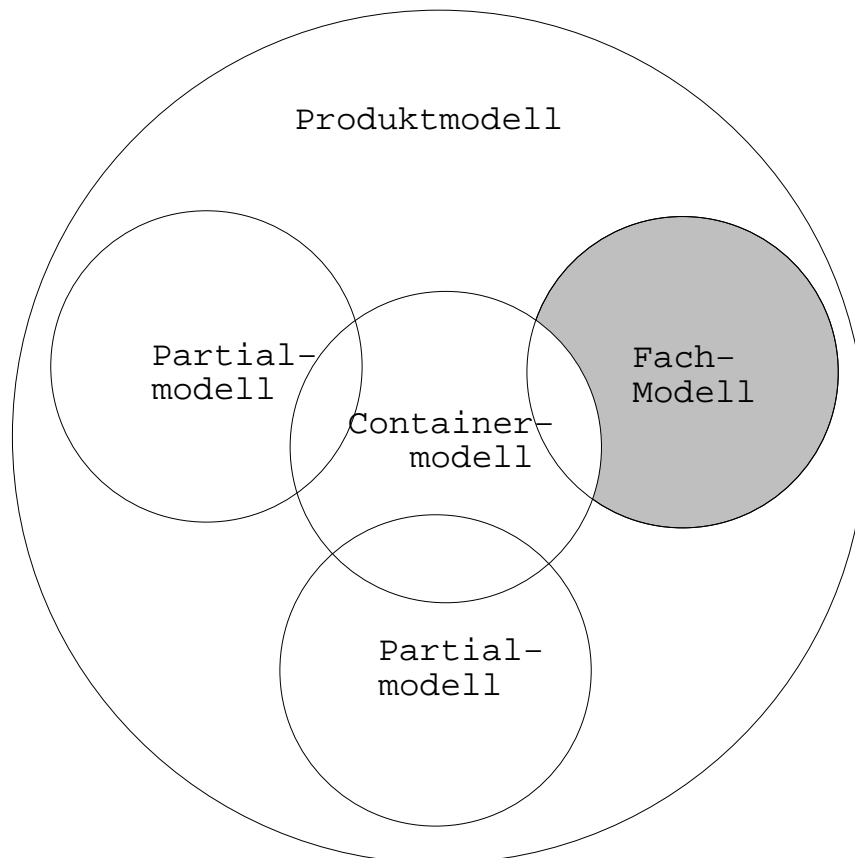
Definition 3.6 (Partialmodell) *Ein Partialmodell ist die Gesamtheit von Partialschema und den Objekten, die dieses Partialmodell instanziiert.*

Definition 3.7 (Fachmodell) Ein Fachmodell ist die Gesamtheit von Fachschema und den Objekten die dieses Fachmodell instanzieren.

Fachplaner können je nach Bedarf aktiviert und deaktiviert werden. Dies führt zu der folgenden Definition:

Definition 3.8 (aktiver Fachplaner zum Zeitpunkt A:) Ein aktiver Fachplaner zum Zeitpunkt A ist ein Fachplaner der zum Zeitpunkt A aktiviert ist.

Die beschriebenen Zusammenhänge werden in Abbildung 3 dargestellt. In der Mitte befindet sich das Containermodell. Dieses bildet den integrierenden Bestandteil des Produktmodells. Ein Fachmodell ist das entsprechende Partialmodell ohne den zugehörigen Anteil des Containermodells. Das Partialmodell setzt sich aus Fachmodell, Containerschema und den Teil der Container, die zu diesem Fachmodell gehören, zusammen.



Modell = Schema + Objekte

Produktschema = \sum Fachschema +
Constraintschema

Produktmodell = \sum Fachmodelle +
Containermodell

Partialmodell = Fachmodell +
(Containerschema +
Teil der Container)

Abbildung 3: Zusammenhang der Begriffe

Containermodell, Produktmodell, Partialmodell und Fachmodell werden zum Zwecke einer eindeutigen Begriffsbildung eingeführt. Jedes dieser Modelle hat im Planungsprozeß seine eigene Aufgaben. Auf diese wird in den folgenden Kapiteln eingegangen.

4 Die verschiedenen Modelle

In diesem Kapitel wird auf die Rollen der verschiedenen Modelle im Planungsprozeß und ihr Zusammenspiel eingegangen.

4.1 Aufbau des Partialschemas einzelner Fachplaner

Das Partialschema eines Fachplaners kann in zwei Teile unterteilt werden. Der eine Teil enthält die geometrischen, zeitlichen, entwurfsspezifischen Informationen, währenddessen der andere Teil bauteil- oder fachplanerspezifische Informationen enthält. Im ersten Teil befinden sich die Daten, die sich im Laufe eines Entwurfes ändern können, wie z.B. eine Stütze, die verschoben wird. Im zweiten Teil sind die enthaltenen Informationen weitgehend unabhängig vom Entwurf, so beschreibt ein Objekt des Fachmodelles z.B. die Materialeigenschaften oder die konkrete Konturlinie einer Stütze. Im folgenden wird kurz auf die Partialschemata der einzelnen Fachplaner eingegangen:

Partialschema Entwurf (A4-Raum): Das Partialschema des Entwurfes setzt sich aus dem Containerschema und einem Fachschema "Funktionales (Gebäude-)Schema" zusammen. Das Containerschema entspricht der direkten Abbildung des A4-Raumes auf die Datenbank. Das Fachschema "Funktionales Gebäude" beschreibt die funktionalen Bestandteile eines Gebäudes. Beide Schemata werden ausführlich in dem Bericht über den "A4-Raum" ([?]) behandelt.

Partialschema MIDI: Das Partialschema MIDI setzt sich ebenfalls aus dem Containerschema und dem Fachschema MIDI zusammen. Das Fachschema MIDI beschreibt das Gefüge des Stahlbaukastens MIDI. Dieses Schema wird im Bericht über "MIDI" ([?]) beschrieben.

Partialschema Armilla: Der Aufbau des Partialschemas Armilla entspricht dem von MIDI. Das Fachplanerschema wird in einem weiteren Projektbericht "Armilla" ausgeführt.

4.2 Das Produktmodell

Das Produktmodell ist die Gesamtheit aller Fachmodelle zusammen mit dem Containermodell. Nur in seiner Gesamtheit umfaßt es eine vollständige Beschreibung des Gebäudes mit allen für den Entwurf relevanten Aspekten. Wichtig ist hierbei die Unterscheidung zwischen Containerschema und Fachschema. Während in den Fachschemata das konkrete Wissen über den jeweiligen Fachplaner modelliert ist, umfaßt das Containerschema die Modellierung des allen Fachplanern gemeinsamen Informationskerns über das zu entwerfende Gebäude. Jedes Partialmodell enthält daher auch jeweils den dafür relevanten Ausschnitt des Containermodells.

4.3 Die zentrale Rolle des Containermodells

In diesem Abschnitt wird auf die zentrale Rolle, die das Containermodell in den verschiedenen Fachplanern spielt, eingegangen.

4.3.1 Das Entstehen des Containermodells

Die herkömmliche Vorgehensweise bei Ingenieurdatenbanken ist die Vorgabe eines festen statisch im voraus vorhandenen Schemas. Alle Informationen sind in dem, was wir weiter oben als Fachschema eingeführt haben, vereint. Dies erfordert von Beginn an eine sehr feine Modellierung der in der Diskurswelt vorhandenen Objekte. Beim Arbeiten mit diesem Schema ist ein Ingenieur schon sehr stark auf dieses Schema festgelegt. Schemamodifikationen sind nicht sehr häufig und können daher auch in der Durchführung aufwendiger zu bearbeiten sein.

Diese Vorgehen widerspricht der Arbeitsweise eines Architekten insbesondere in den frühen Entwurfsphasen. Zu Beginn eines Entwurfes ist hier beispielsweise noch nicht bekannt, oder der Architekt will sich noch nicht festlegen, ob es sich bei einem bestimmten Entwurfsobjekt um ein Wohnzimmer oder ein Schlafzimmer oder gar eine Stütze handelt. Der herkömmliche Weg Daten in Datenbanken, nämlich immer Objekte zu einem bestimmten Typ einzufügen, ist hier nicht mehr möglich. Um diese Vorgehensweise auf der Ebene der Entwurfsmethodik zu unterstützen, wurde der A4-Raum als eine "weiche Formalisierung" der Entwurfsinformationen konzipiert. Nun stellt aber gerade der A4-Raum eine Art Meta-Schema dar, das nur die für alle am Entwurf Beteiligten gemeinsamen Entwurfsinformationen beinhaltet. Hieraus ist die Idee entstanden, gerade den A4-Raum direkt auf ein Datenbankschema abzubilden.

Für viele Fachplaner kann ein fest vorgegebenes Schema festgelegt werden, um ihre Daten in der Datenbank unter Ausnutzung der zugrundeliegenden Datenstrukturen verwalten zu können. Deshalb entstehen parallel zu dem Containerschema noch die Fachschemata. Die Zuordnung von Containern zu Typen in den Fachmodellen wird vom Entwerfer gesteuert nämlich dann, wenn dieser einem Container einen Typ zuweist, der zu einem der Fachschemata gehört. Die Fachmodelle können hierbei als Konkretisierung der Container betrachtet werden.

4.3.2 Die Aufgaben des Containermodells

Das Containermodell spielt in jeder Entwurfsphase eine zentrale Rolle. Folgende Aufgaben sind hierbei zu erledigen:

1. Realisierung des Entwurfsvorgehen des A4-Raumes
2. Verwaltung der gesamten geometrischen Information, die den Ort des Objektes beschreibt.
3. Koordination der einzelnen Fachplaner
 - Konflikterkennung innerhalb einzelner Fachplaner,
 - Konflikterkennung zwischen verschiedenen Fachplanern.

Das Containermodell ist allen Fachplanern gemeinsam. Deshalb bietet es sich dazu an, die zentrale Rolle bei der Koordination und Kollisionsbestimmung der verschiedenen Fachplaner einzunehmen. Kollisionen spielen eine entscheidende Rolle bei der Navigation durch die Containerdaten im A4-Raum. Die Entwurfsinformation wird durch Navigieren durch den Entwurfsraum anhand von Nachbarschaftsbeziehungen bzw. allgemeiner gesagt anhand von räumlichen Beziehungen auf den verschiedenen Dimensionen des A4-Raumes durchwandert. Die jeweils relevanten Entwurfsdaten können durch einen Schnitt durch die Dimensionen definiert werden.

5 Verbindung

Bisher ist die zweigleisige Datenführung Containermodell und die verschiedenen Fachmodelle behandelt worden. In diesem Kapitel wird nun auf die Verbindung dieser Modelle eingegangen.

5.1 Kardinalitäten

Ein wichtiges Problem, das aus dieser zweigleisigen Abbildung entsteht, ist das Zusammenspiel zwischen Fachmodell und Containermodell. Der Verbindung können die folgenden Kardinalitäten zugeordnet werden:

1. Ein Objekt eines Fachmodells kann durch mehrere Container beschrieben werden. Diese Container müssen nicht notwendigerweise aktuell sein.
2. Jedem Container können null oder mehrere Objekte verschiedener Fachmodelle zugeordnet sein.

Jedem Objekt, das in einem Fachmodell vorkommt, muß mindestens ein Container zugeordnet sein. Werden nun Container gelöscht, so muß immer überprüft werden, ob diese Bedingung noch erfüllt ist. Falls nicht, so müssen die entsprechenden Objekte der Fachmodelle ebenfalls gelöscht werden.

Es kann vorkommen, daß ein und das selbe Objekt in verschiedenen Fachplanern in unterschiedlichen Rollen vorkommt. Ein Beispiel hierzu wäre das Objekt Treppe, das in MIDI mit einer völlig anderen Beschreibung benötigt wird als in der Entwurfsphase bei der Festlegung des funktionalen Aufbaus eines Gebäudes.

5.2 Anforderungen an die Verbindung

Während im Produktmodell die statische Beschreibung eines Bauteils verwaltet wird wie z.B. die spezifische Geometrie oder das Material, werden im Containermodell die dynamischen Vorgänge des Entwurfs festgehalten. Eine Gesamtsicht auf den Entwurf erhält man nur durch beide Modelle. In diesem Abschnitt wird deshalb auf die generellen Anforderungen, die an die Verbindung gestellt werden, eingegangen. Diese sind im einzelnen:

1. Sicherstellung der oben angeführten Kardinalitäten
2. Zuordnung von Konsistenzbedingungen zu den Modellen
3. Zuordnung von Container- und Fachmodellen
4. Verwaltung der aktiven Fachplaner
5. Realisierung der Gesamtsicht auf Objekte

Zur Sicherstellung der 1:n-Beziehung von Fachmodell zu Containermodell muß, falls alle Container, die zu einem Objekt eines Fachplaners gelöscht werden, bzw. beim Löschen des letzten dieser Container, das entsprechende Objekt im Fachplaner gelöscht werden. Demgegenüber erfordert die Sicherstellung der 0:n-Beziehung von Containermodell zu Fachmodell keinen zusätzlichen Überwachungsaufwand.

Eine weitere wichtige Aufgabe, die der Verbindung zuzuordnen ist, ist die korrekte Zuordnung von Konsistenzbedingungen. Es ist möglich, einem Container eine Konsistenzbedingung zuzuordnen, auch wenn noch kein zugehöriger Typ im Fachmodell zugewiesen ist. Wird dann jedoch ein Typ im Fachmodell zugewiesen, so ist es sinnvoll, die Konsistenzbedingung nicht mehr am Container zu halten, sondern sie dem Objekt im Fachmodell zuzuordnen. Dies ist notwendig, da einem Container mehrere Objekte verschiedener Fachplaner zugeordnet sein können. Ließe man nun in diesem Falle alle Konsistenzbedingungen an den Containern, müßte dort noch jeweils Information vorhanden sein, zu welchem Fachplaner welche Konsistenzbedingung gehört, um beim Aktivieren oder beim Deaktivieren auch die richtige Entscheidung treffen zu können. Dies

widerspricht der fachplanerunabhängigen Sicht des Containermodells. Ein Problem, das hierbei zu lösen ist, ist ein Mechanismus, der das Switchen der Konsistenzbedingung korrekt in dem Sinne macht, daß die Konsistenzbedingung auch dem richtigen Objekt im richtigen Fachplaner zugeordnet wird.

Eine weitere Aufgabe, die an die Verbindung gekoppelt ist, ist die Realisierung der Gesamtsicht auf Entwurfsobjekte. Diese Gesamtsicht ist abhängig von den jeweils aktiven Fachplanern. Bevor wir jedoch die Gesamtsicht auf ein Entwurfsobjekt definieren können, müssen wir zuerst den Begriff des Containerabschlusses festlegen:

Definition 5.1 (Containerabschluß) *Der Containerabschluß ist die Menge alle Objekte aus den Fachmodellen, die diesem Container über die Verbindung zugeordnet sind.*

Die Definition des Containerabschlusses ist notwendig, da ein Container zu mehreren Objekten verschiedener Fachplaner gehören kann; dementsprechend müssen bei einer Gesamtsicht auf ein Objekt auch die unterschiedlichen Objekte der Fachplaner, die denselben Aspekt beschreiben, berücksichtigt werden.

Nun können wir die Gesamtsicht auf ein Entwurfsobjekt zu einem bestimmten Planungszeitpunkt definieren:

Definition 5.2 (Gesamtsicht eines Entwurfsobjektes:) *Die Gesamtsicht eines Entwurfsobjektes zu einem bestimmten Zeitpunkt A ist die Gesamtheit aller Container, die zu diesem Objekt aktuell gehören. Diese Containermenge umfaßt diejenigen Container, die A in ihrer Lebenszeit enthalten und alle Objekte aus dem Abschluß dieser Container, wobei die Objekte zu aktuellen Fachplanern gehören müssen.*

5.3 Mögliche Realisierungen

Es sind eine Vielzahl verschiedener Aufgaben eingeführt worden, die der Verbindung zwischen Containermodell und Fachmodell zuzuordnen sind. Es stellt sich nun die Frage, wie diese Verbindung realisiert werden kann. Es sind prinzipiell die folgenden beiden Möglichkeiten denkbar:

1. In den Fachmodellen oder im Containermodell sind Verweise auf die jeweils zugehörigen Objekte des anderen Teils.
2. Es wird ein eigener Objekttyp Verbindung eingeführt, der die Zusammengehörigkeit der entsprechenden Objekte regelt.

Sind in den Containern und in den Objekten der Fachmodelle lediglich Verweise auf die jeweilig zugehörigen Objekte des anderen Teils, so müssen die oben angesprochenen Aufgaben durch einen externen Mechanismus erledigt werden. Aufgrund der Komplexität und der Kapselbarkeit der Aufgaben ist dies unserer Meinung nach nicht wünschenswert. Besser wäre deshalb die Realisierung der Verbindung als eigener Objekttyp, der die geforderten Aufgaben mit angegliederten Methoden steuert.

6 Konzeptuelles Schema: A4–Raum

Unter einem Produktmodell verstehen wir die Gesamtheit aller Entwurfsdaten, die während des Entwurfsprozesses für die Beschreibung des Entwurfs (i.a. ein Gebäude) benötigt werden. Kennzeichnend für Produktmodelle im Designprozeß ist, daß diese in großen Teilen individuell sind (one-of-a-kind), mit dem Entwurfsprozeß wachsen und erst am Ende dieses Prozesses das

Entwurfsobjekt vollständig beschreiben. Nur Teile eines so entstandenen Produktmodelles sind auf andere Entwurfsobjekte zu übertragen.

Kennzeichnend für den Entwurfsprozeß ist, daß zu Beginn der Planung nur in Teilen stabile Schemainformationen vorliegen. Diese festigen sich im Laufe des Entwurfes zusammen mit den anfallenden Daten. Für Fachplaner ist die Anforderung an ein Schema von anderer Art. Hier kann ein relativ stabiles Schema von vorneherein festgelegt werden. Dies ist sogar wünschenswert, damit Informationen wie beispielsweise Beziehungen, von Beginn an statisch beschrieben werden können. Schemata, die einen Fachplaner beschreiben, nennen wir Fachschemata, zusammen mit den es ausfüllenden Daten sprechen wir dann von Fachmodellen.

Ein wichtiger Aspekt ist der Datenfluß zwischen den verschiedenen Fachmodellen insbesondere, wie sich der Zusammenhang der durch den A4-Raum geschaffenen Entwurfsdaten mit den restlichen Fachplanern gestaltet. Dieser Aspekt sollte schon im konzeptuellen Schema der Fachmodelle berücksichtigt werden. Deshalb wird im folgenden zunächst ein kurzer Überblick über die von uns vorgeschlagene Modellierung gegeben. Danach folgen die Beschreibungen der konzeptuellen Schemata "A4-Raum" und "Funktion", die die Grundlagen für die architektonischen Planungen im A4-Raum bilden. Die beiden weiteren Fachplanermodellierungen, die in unserem Projekt behandelt werden, "MIDI" und "Armilla", werden an anderer Stelle beschrieben.

6.1 Eine duale Modellierung der Entwurfsobjekte

6.1.1 Idee der dualen Modellierung

Die von uns vorgeschlagene Modellierung basiert auf einer dualen Darstellung der einzelnen Objekte.

Zunächst plant der Architekt im A4-Raum. Hier werden alle allgemeinen Entwurfsinformationen bearbeitet, abgelegt, verwaltet und wieder "aufgestöbert". Dies entspricht der oben geforderten "weichen" Formalisierung. Die im A4-Raum abgelegten Objekte nennen wir Container, das A4-Raum-Modell nennen wir Containermodell.

Wird die Entwurfsinformation im Laufe des Entwurfes konkreter, werden die Objekte genauer spezifiziert, so kann die Anreicherung der Container mit Information über externes Wissen notwendig werden. Dieses Wissen ist in den sogenannten Fachmodellen der Fachplaner modelliert. Externe Fachplaner können nun gezielt auf die in den Fachmodellen abgelegte Information, z.B. auf die Katalog-Nr. oder das Material des Objektes, direkt zugreifen.

Unter dualer Modellierung der Entwurfsobjekte verstehen wir nun folgende Modellierung: Die geometrische Information der Bounding Box und die Beschreibung der weiteren Dimensionen des A4-Raumes für die Objekte befinden sich in Form von Dimensionsattributen im Containermodell. Es werden desweiteren Datenbankattribute benötigt, die zusätzliche Informationen zur Erfüllung der vorne aufgeführten Funktionalitäten aufnehmen. Diese werden den Container zugeordnet, da sie direkt zu deren Verwaltung notwendig sind.

Weitere Informationen werden in den entsprechenden Fachmodellen verwaltet. Unter Partialmodellen verstehen wir somit das jeweilige Fachmodell zuzüglich der zugehörigen Containermenge. Das Containermodell bildet somit einen Kern für das Produktmodell und liefert eine Basis für die Integration der verschiedenen Partialmodelle, die den Fachplanern zugeordnet sind.

6.1.2 Begründung der dualen Modellierung

Die heute allgemein übliche objekt-orientierte Modellierung ist dadurch ausgezeichnet, daß ein fester Kanon von Objekttypen den Anwendungsbereich strukturiert. Entsprechend werden die Objekttypen soweit möglich typisiert. Innerhalb der einzelnen Objekttypen wird alle Information, die in irgend einer Art und Weise zu den Objekten gehört, als Attribut aufgenommen werden, wie beispielsweise die verschiedenen Darstellungsarten ein-und-desselben Objektes. Unabhängig

davon, wieviel über ein Entwurfsobjekt schon bekannt ist, muß diese Information zwingend einem bestimmten Typ zugeordnet werden.

Die im Entwurfsbereich so wichtige Versionsverwaltung wird herkömmlicherweise als aufgesetztes Konzept, orthogonal zum Schema verwaltet. Das Schema wird einmal festgelegt und während des Entwurfs normalerweise nicht mehr geändert, da Schemaänderungen in Datenbanksystemen schwierig und teuer sind. Insgesamt wird der Datenbank ein Produktmodell zugrundegelegt. Für verschiedene Anwender werden verschiedene Sichten auf dieses Schema angelegt. Es wird hier allerdings die statische Struktur des Schemas vorausgesetzt.

Diese Vorgehensweise hat, bezogen auf den von uns betrachteten Anwendungsbereich, einige Nachteile. Geht man von einem festen Schemabegriff für das gesamte Produktmodell aus, so hat dies zur Folge, daß gerade in den frühen Projektphasen zum einen viele unvollständige Objekte in der Datenbank vorhanden wären und zum anderen viele Objekte noch nicht direkt als Instanzen des Zieltyps darstellbar sind, da einfach der konkrete Typ noch nicht bekannt ist. Im zweiten Fall werden Mechanismen benötigt, die dann diese Entwurfsobjekte, falls mehr Information vorhanden ist, und auch die zugehörigen Typen weiter spezifizieren.

In herkömmlichen objekt-orientierten Modellierungen ist die Information objekt-lokal definiert. Entsprechend ist es in einer solchen Modellierung relativ aufwendig, Konflikte z.B. innerhalb der geometrischen Eigenschaften zu erkennen. Gerade bei so konfliktträchtigen Eigenschaften wäre es notwendig, entsprechende objektübergreifende und nach anderen Kriterien als innerhalb der Objektstruktur organisierte Zugriffspfade zu definieren, die die Konflikterkennung erleichtern.

Aufgrund des relativ statischen Charakters von Schemata ist damit auch der Übergang von der schwachen zur starken Formalisierung nicht in natürlicher Weise darstellbar. Eine relativ strenge Typisierung widerspricht gerade der schwachen Formalisierung, wie sie in den frühen Entwurfsphasen vorliegt. Eine strengere Formalisierung findet man demhingegen bei Fachplanern, die während späterer Entwurfsstadien zugeschaltet werden.

Weit verbreitet ist der Ansatz, in dem versucht wird, einer Planungsumgebung in ihrer Gesamtheit ein festes Schema zugrundezulegen, das häufig als Produktschema bezeichnet wird. Die Fachplaner bekommen dann Sichten auf dieses Produktschema zugeordnet. Entsprechend der o.a. Problematik ist eine solche Vorgehensweise für die Integration von Fachplanern und die Nutzbarmachung früher Entwurfsdaten nicht gangbar. Es wird eine flexible Modellierung notwendig, die zu Integrationszwecken möglichst viel gemeinsam nutzbare Information auch direkt integriert verwaltet. Aus den Arbeiten, die zu dem A4-Raum als Entwurfsmodell führten, kristallisierten sich gerade die Dimensionen des A4-Raumes als solche generell notwendigen Informationen für die diversen Entwurfsobjekte bzw. Entwurfsentscheidungen im Gebäudeentwurf heraus. Die duale Modellierung liefert unseren Ansatz zur Erstellung eines integrierten Produktmodells.

6.2 Konzeptuelles Schema für den A4-Raum

Zur Darstellung des objektorientierten konzeptuellen Schemas werden wir die graphische Darstellungsmethode von Rumbaugh aus [?] verwenden. Abbildung 4 zeigt das konzeptuelle Schema des A4-Raumes.

Der Typ "Container" stellt die eigentliche Abbildung des A4-Raumes in einem konzeptuellen Schema dar. Es werden hier Dimensionsattribute und Datenbankattribute unterschieden. Die Dimensionsattribute sind die Abbildung der Dimensionen des A4-Raumes. Die Datenbankattribute dienen der Umsetzung weiterer geforderter Funktionalität an der Benutzeroberfläche durch das Datenbanksystem.

Die Dimensionsattribute haben die folgende Bedeutung:

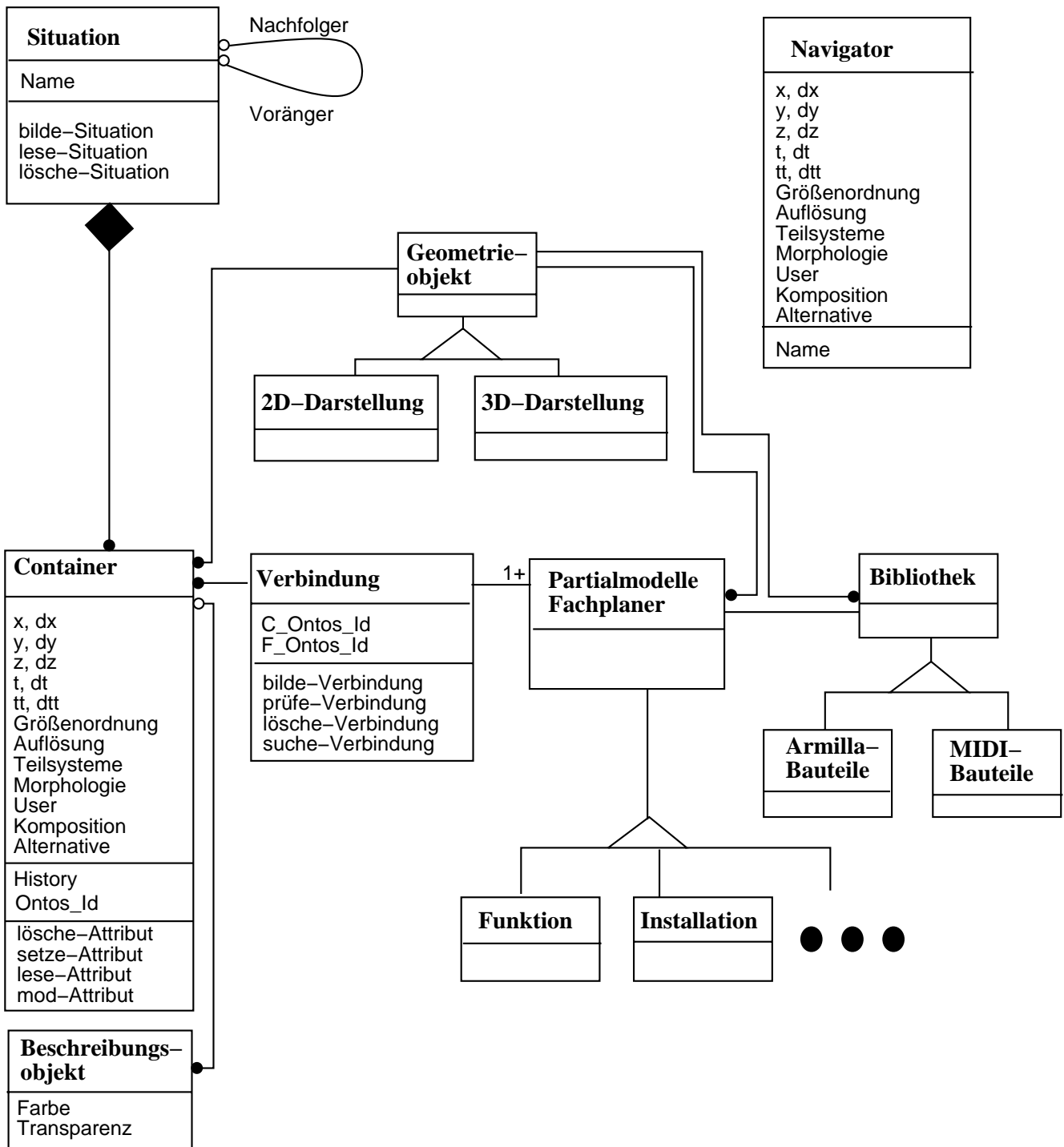


Abbildung 4: Konzeptuelles Schema des A4-Raumes

- Bei der Geometriebeschreibung wird von achsparallelen Boundingboxen ausgegangen. Es genügen zu ihrer Beschreibung daher die Angaben von x , dx , y , dy , z und dz . xyz geben jeweils die Startposition auf den entsprechenden Achsen an, dx , dy , dz die entsprechenden relativen Abstände.
- t und dt beschreiben die bauteilrelevante Zeit. t ist die Generierungszeit des Objektes, während dt den Zeitpunkt angibt, zu dem ein Objekt im Bau nicht mehr benötigt wird, z.B. nach einem Umbau.
- tt und dtt beschreibt wiederum ein Zeitintervall für den Gültigkeitsbereich eines Objekts. Diese Achse ist für den Architekten frei belegbar und kann z.B. für Animationen eingesetzt werden.
- Für *Größenordnung* werden in der von unserem Projekt unterstützten Entwurfsumgebung derzeit 10 verschiedene Werte unterschieden. Diese sind weiter oben beschrieben.
- *Auflösung* kann die Werte Hülle, Zone oder Bereich annehmen, je nachdem wie genau das aktuelle Objekt dargestellt wird.
- *Teilsysteme* beschreiben übergeordnet, in welchen Bereichen die Entwurfsentscheidung anzuordnen ist. Genaue Bauteilinformation ist hier in dieser Dimension nicht gewünscht, da sonst zu viele mögliche Werte vorkommen könnten, was für die Architekten nicht mehr sinnvoll handhabbar wäre. Die Auswahl der Oberbegriffe ist den Architekten überlassen und daher umgebungsabhängig.
- *Morphologie* kann bisher drei verschiedene Werte annehmen: Nutzung, Ausstattung und Erschließung. Allerdings können hier im Laufe der Zeit weitere Aspekte mit dazukommen.
- *User* zeigt den Benutzer, der für das entsprechende Objekt verantwortlich ist.
- Das Attribut *Alternativen* gibt dem Architekten die Möglichkeit, verschiedene Alternativen von Objekten zu verwalten. Die Kontrolle hierüber obliegt dem Architekten.

Die Datenbankattribute dienen zur Realisierung weiterer Anforderungen von Seiten des Benutzers durch die Datenhaltungskomponente. Folgende Attribute sind bisher notwendig:

- *History* beinhaltet die Zeiten, in denen ein Objekt aktuell ist. Der Wertebereich ist ein Intervall, dessen erster Eintrag den Zeitpunkt der Neuschaffung oder der Veränderung eines Containers beschreibt. Der zweite Eintrag im Intervall beschreibt das Ende der Gültigkeit.
- *DB_Id* ist der eindeutige Datenbank-Identifikator für ein Objekt.

Zusätzlich zu den Attributen werden noch die Methoden zur vollständigen Beschreibung eines Container-Typs benötigt:

- *Löschen*: Löscht einen Container.
- *Einfügen*: Fügt einen neuen Container in die Datenbank ein.
- *setze-Attribut*: Setzt einzelne Attributwerte von Containern.
- *lese-Attribut*: Liest einen Attributwert.
- *modifiziere-Attribut*: Ändert einen Attributwert.

Manche Container werden noch durch zusätzliche Attribute charakterisiert. Da dies keineswegs für alle Container der Fall sein muß, werden diese in einem eigenen Objekttyp zusammengefaßt. Die hierin enthaltenen Attribute beschreiben Container näher. Deshalb werden diese Beschreibungsattribute genannt. Die Beschreibungsattribute haben folgende Semantik:

- *Farbe* beschreibt, mit welcher Farbe ein Container auf der Oberfläche dargestellt wird.
- *Transparenz* beschreibt, mit welchem Transparenzgrad zum Hintergrund ein Container auf der Oberfläche dargestellt wird.

Die Menge der Beschreibungsattributen ist keineswegs fest. Es kann durchaus sein, daß aufgrund der Erfahrung im Einsatz des Systemes andere Beschreibungsattribute notwendig werden. Ein Beschreibungsobjekt kann für mehrere Container gleich sein. Dementsprechend kann ein Beschreibungsobjekt mehreren Containern zugeordnet werden. Ein Container kann demgegenüber maximal ein Beschreibungsobjekt besitzen.

Eine weitere Anforderung der Architekten ist die Verwaltung von Situationen. Eine Situation entspricht einer Art Schnappschuß eines bestimmten Entwurfsausschnitts. Sie wird durch eine Menge von Containern repräsentiert. Im konzeptuellen Schema ist hierzu der Objekttyp *Situation* vorgesehen. Eine Situation wird durch einen Namen und die Methoden *bilde-Situation*, *lese-Situation* und *lösche-Situation* beschrieben. Jeder Container kann keinmal oder beliebig oft in einer solchen Aggregationsbeziehung zu Situation stehen.

Der Objekttyp *Navigator* setzt die Anforderung der Architekten nach dem Verwalten von Anfragen durch das Entwurfssystem um. Die Navigation im A4-Raum erfolgt durch Angabe von Werten für die Dimensionsattribute. Daher ist ein Navigator entsprechend wie ein Container aufgebaut, lediglich ergänzt um einen Namen, über den vom Entwerfer wieder zugegriffen und eine entsprechende Navigationsanfrage gestellt werden kann.

Die Verbindung zwischen dem Containerkonzept und den Partialmodellen der verschiedenen Fachplanern wird durch den Typ *Verbindung* umgesetzt. Wichtig für diese Verbindung ist, daß bekannt ist, welcher Partialmodellobjekt *F_Ontos_Id* zu welchem Container *C_Ontos_Id* gehört. Hier wird also die exakte Bauteilbezeichnung benötigt. Ein Container kann, muß aber nicht, an einer oder mehreren solcher Verbindungen teilnehmen. Jede Einzel-Verbindung verknüpft genau ein Containerobjekt mit einem Objekt aus den Fachmodellen. Die Verbindung zwischen dem Containermodell und den Fachmodellen ist durch ein Verbindungsobjekt modelliert. Die Methoden für Verbindungen sind: *bilde-Verbindung*, *prüfe-Verbindung*, *lösche-Verbindung* und *suche-Verbindung*.

Jeder Container und auch jedes Objekt der Fachplaner kann eine oder mehrere konkrete Geometriebeschreibungen zugeordnet werden. Diese Geometriebeschreibung kann für das konkrete Objekt im Fachplaner die selbe sein, wie diejenige, die dem entsprechenden Container zugeordnet wurde. Jedes Objekt kann in verschiedenen Schnitten eine 2D-Darstellung besitzen. Das selbe gilt für 3-D Darstellungen, abhängig von der jeweiligen Sichtweise. Dementsprechend wird eine eigene Objekthierarchie der Geometrieobjekte eingeführt, die sich in 2-D und 3-D Darstellungen spezialisieren.

Zusätzlich zu den Fachplanerobjekten werden für die einzelnen Fachplaner noch Bibliotheken benötigt. Die Objekte einer Bibliothek haben ebenfalls 2-D und 3-D Darstellungen. Entsprechend werden auch diesen Objekten null oder mehr Geometrieobjekte zugeordnet.

Die oben beschriebene Beziehungen werden in Abbildung 4 jeweils als Rollenbeziehungen modelliert. Hat ein Container die selbe Geometriedarstellungen wie das zugehörige Fachplanerobjekt, so verweisen diese auf die selbe Geometriedarstellung.

6.3 Konzeptuelles Schema: Funktion

Die hier vorgestellte funktionale Modellierung beschreibt als Vorschlag alle funktionsbezogenen Bereiche eines Gebäudes. Hier wird als Ausgangspunkt für weitere Arbeiten eine grobe Modellierung dargestellt. Methoden werden noch vernachlässigt. Attribute werden, soweit sie bekannt sind, im folgenden erläutert.

Ein Gebäude aggregiert sich in unserer Modellierung aus den Funktionsräumen des Innen- und Außenbereichs (siehe Abbildung 5 und 6).

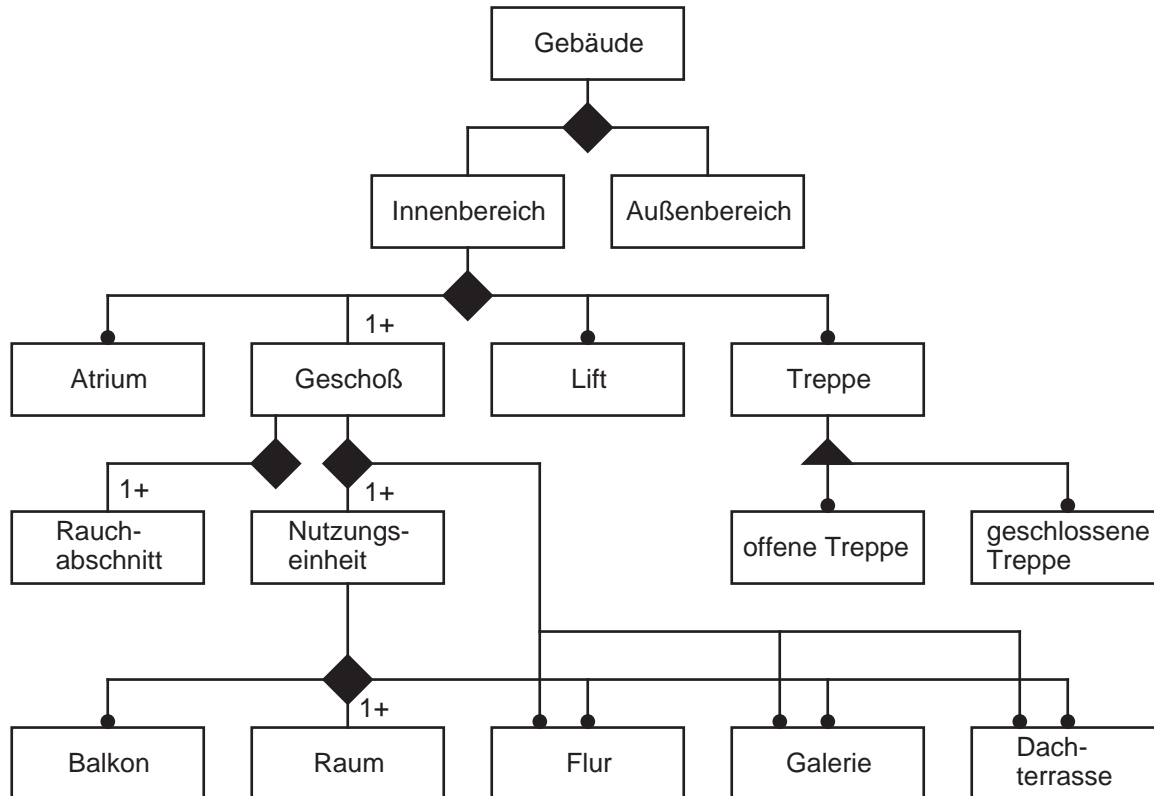


Abbildung 5: Konzeptuelles Schema der Funktion

Alle im Innenbereich angesiedelten Konzepte haben z.Zt. noch denselben Katalog von Attributen:

- Volumen
- Fläche
- Nutzung
- Farbe
- Lichtqualität
- Geräuschpegel
- Gefahrenklasse
- statische Belastung
- Emissionen

- Luftwechselrate

Diese Attribute werden zu einem späteren Zeitpunkt weiter verfeinert.

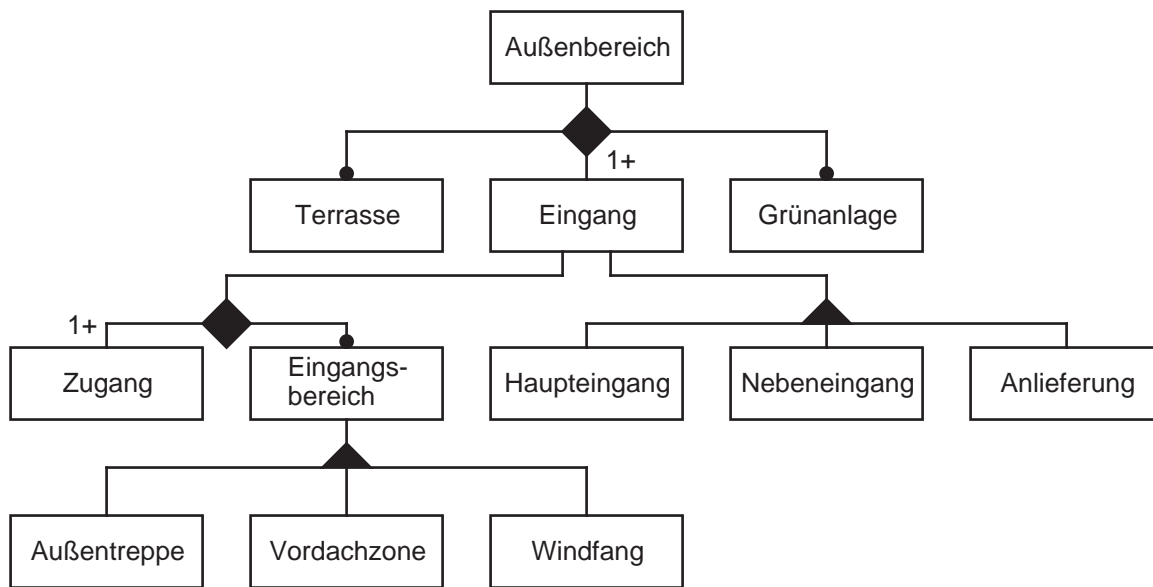


Abbildung 6: Konzeptuelles Schema der Funktion

Die unter dem Außenbereich angeordneten Konzepte haben vorerst folgende Attribute:

- Fläche
- Nutzung
- Öffentlich/Privat
- Haupt/Neben

Die genaue Spezifikation der Attribute wird im Rahmen der Beschreibung des logischen Schemas erfolgen.

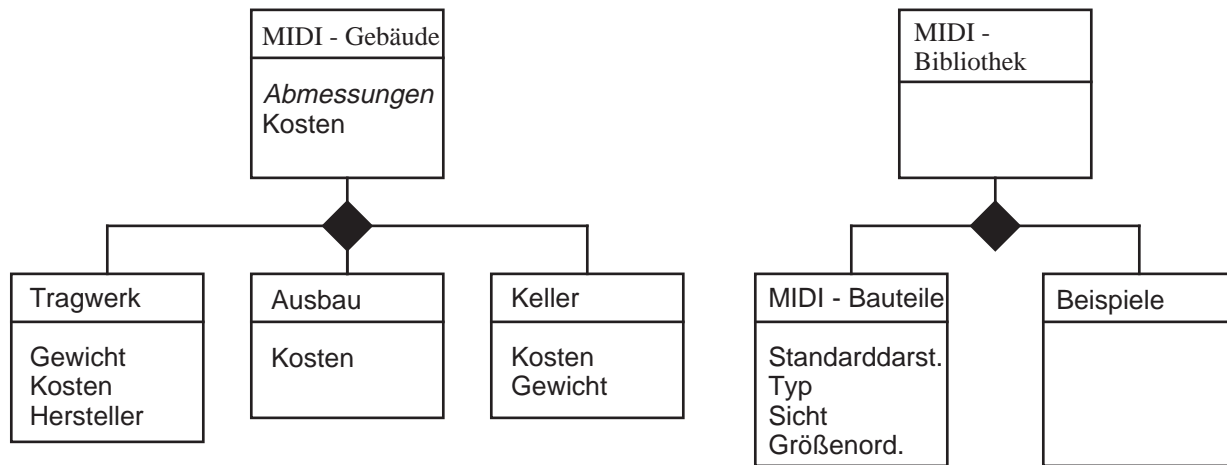
7 Konzeptuelles Schema: Fachplaner "MIDI"

Im folgenden wird das konzeptuelle Schema von MIDI beschrieben.

Abbildung 7 beschreibt den Einstiegspunkt für das vorliegende MIDI-Schema. Ein MIDI-Gebäude besteht aus Tragwerk, Ausbau und Keller. Das Attribut Abmessungen beschreibt die Geometrie der Gebäudehülle. Kosten sind die Gesamtkosten aller Komponenten.

Das Tragwerk wird durch die Attribute Kosten, Gewicht und Hersteller beschrieben. Sowohl Ausbau als auch Keller haben als Attribut die Summe aller Kosten ihrer Teilbereiche, der Keller zusätzlich das Attribut Gewicht.

Parallel wird hier ein zusätzliches Schema Bauteilbibliothek eingeführt, welches sich in Bauteile und Beispiele aggregiert. Die Klasse Bauteile beschreibt die größenordnungs- und sichtabhängigen Standarddarstellungen der verschiedenen Baukomponenten. Soll ein Planungsobjekt anders als mit der hier spezifizierten Darstellung auf der Planungsoberfläche dargestellt werden, so befindet sich diese Information unter dem Attribut Darstellung des entsprechenden Objekts. Die Klasse Beispiele dient dazu, daß (eventuell später) eine Beispielbibliothek angelegt werden kann, die es ermöglicht, Beispielplanungen mit aufzunehmen



Standarddarstellung:
in 2D
in 3D

versch. Sichten
Aufsicht
Ansicht
Schnitt horizontal
Schnitt vertikal

versch. Größenordnungen
Bsp.: 1:200, 1:50, 1:1

Abbildung 7: Konzeptuelles Schema MIDI

Abbildung 8 zeigt, aus welchen Komponenten sich das Tragwerk zusammensetzt: es aggregiert sich aus mindestens 4 Stützen, den dazugehörigen Stützenköpfen und mindestens 4 Trägern, die zwischen diesen Stützen befestigt werden. Die Assoziation “liegt_oberhalb” drückt aus, daß Stützenköpfe oben an den Stützen angebracht werden, und die Assoziation “ist_befestigt” modelliert, daß die Träger an den Stützenköpfen angebracht sind. Die Fassadenkonsolen befinden sich an den Trägern. Bei den Trägern wird im Attribut Typ zwischen Haupt- und Nebenträgern ergänzt um die jeweilige Größenordnung bzgl. der Länge (240, 480, 720, 960, 1200, 1440 oder 1680) unterschieden.

Abbildung 9 zeigt, wie sich der Ausbau weiter in Fassade, Innenwand, Bodenplatte, Dachplatte und Unterdecke untergliedert. Die Attribute hierzu werden später beschrieben.

Abbildung 10 zeigt, wie sich der Keller aus Kellerwand, Kellerboden, Kellerdecke und Kellerstütze aggregiert.

Abbildung 11 beschreibt die Treppen und Lifts. Treppen spezialisieren sich in offene und geschlossene Treppen, die wiederum sich in Treppenelemente und Treppenschächte aggregieren. Lifts setzen sich aus der Liftmaschine, also der Technik, und dem Liftschacht zusammen.

Abbildung 12 zeigt den Aufbau der Fassade. Eine Fassade besteht aus vielen verschiedenen Fassadenelementen. Sein Attribut Typ bestimmt, ob es sich um ein Normalelement, ein Außeneckelement, ein Inneneckelement oder ein Sonderelement handelt. Die Fassadenelemente wiederum setzen sich aus einem Rahmen und einer Füllung zusammen. In jedem Rahmen ist eine Füllung. Dies wird durch die Assoziation “beinhaltet” ausgedrückt. Der Rahmen wiederum aggregiert sich aus einer Rahmenkonstruktion und einer Neoprendichtung, wobei die Neoprendichtung innen an die Rahmenkonstruktion anschließt (Assoziation “liegt_innerhalb”). Bei einer Füllung kann es sich entweder um eine Isolierplatte, eine Glasplatte oder eine Spezialfüllung handeln. Füllung spezialisiert sich in Isolierplatte, Glasplatte und Spezialfüllung. Die Spezialfüllung hat neben dem Attribut Typ, welches bestimmt, ob es sich z.B. um ein Fenster oder eine Fenstertür handelt, das Attribut Größe (F-Größe) für die Größe der Fensterfläche, das Attribut Anschlag für den Anschlag des Fensters oder der Fenstertür, sowie das Attribut Brüstungshöhe (B-Höhe) für die Höhe der Fensterbrüstung.

Abbildung 13 beschreibt, wie sich eine Bodenplatte zusammensetzt. (vergl. dazu Dachplatte)

Abbildung 14 beschreibt wie sich die Dachplatte aus beliebig vielen Dachelementen und seinem Dachaufbau zusammensetzt. Dachelemente werden auf der Trägerlage befestigt, was durch die Assoziation “liegt_über” dargestellt wird. Der Dachaufbau liegt auf den Dachelementen und wird vorerst nicht weiter modelliert.

Abbildung 15 beschreibt, wie sich die Unterdecke aus den Grundelementen, dem Tragrost und den Apparaten zusammensetzt. Der Tragrost wird aus Normalfriesen, Apparatefriesen, Installationsfriesen und Knotenblechen gebildet. Die Grundelemente werden in den Tragrost eingelegt (Assoziation liegt_innerhalb), die Apparate, also Leuchtkörper, Klima-Leuchtkörper oder Lüftungsöffnungen, in den Tragrost eingebaut oder angehängt.

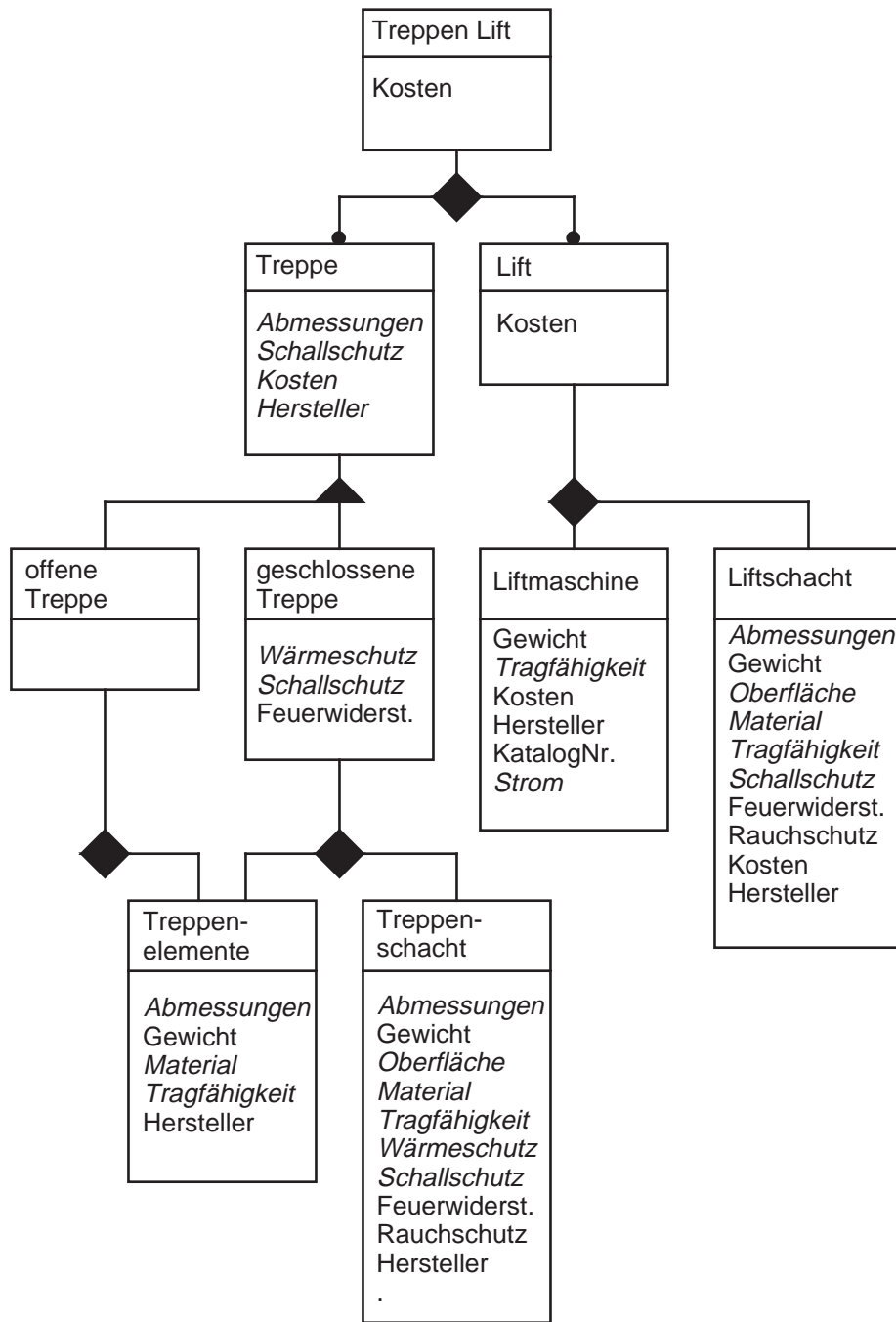


Abbildung 8: Konzeptuelles Schema Tragwerk

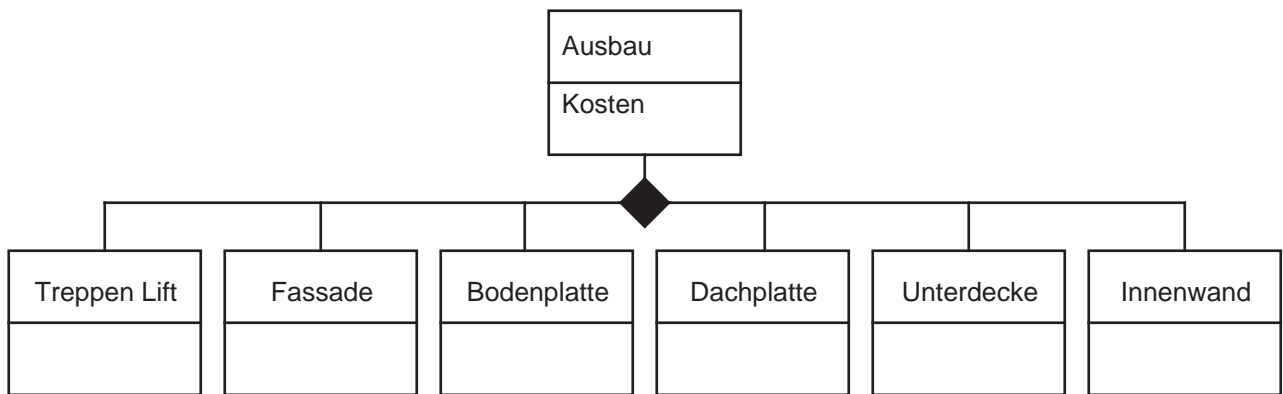


Abbildung 9: Konzeptuelles Schema Ausbau

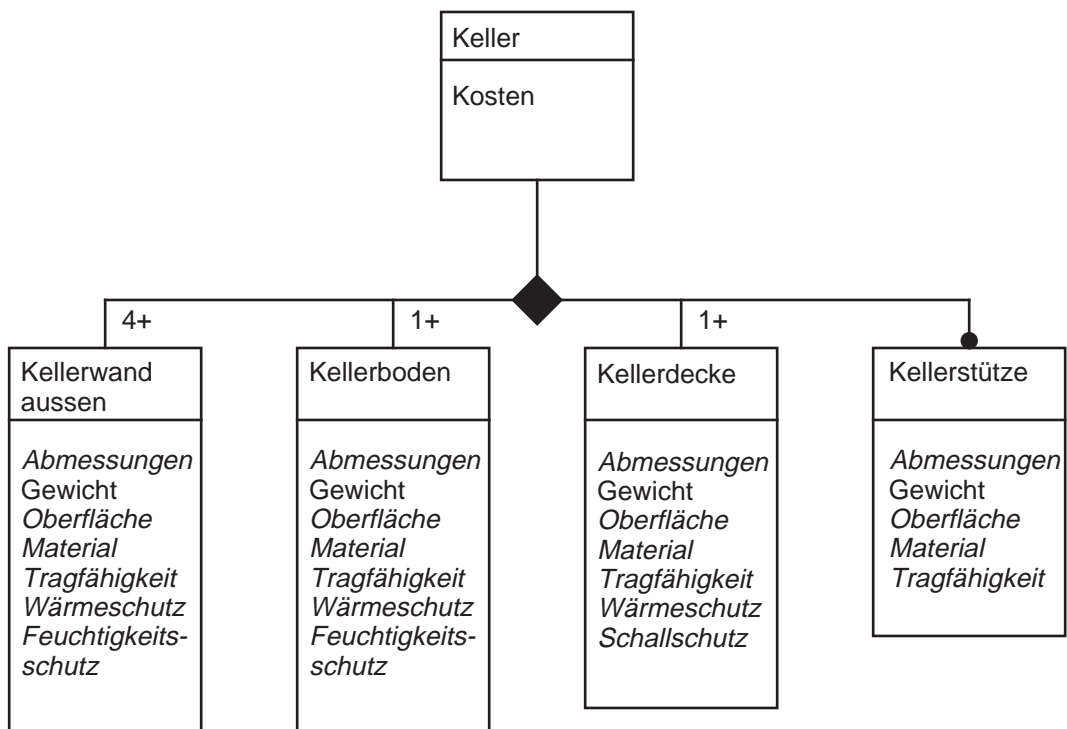


Abbildung 10: Konzeptuelles Schema Keller

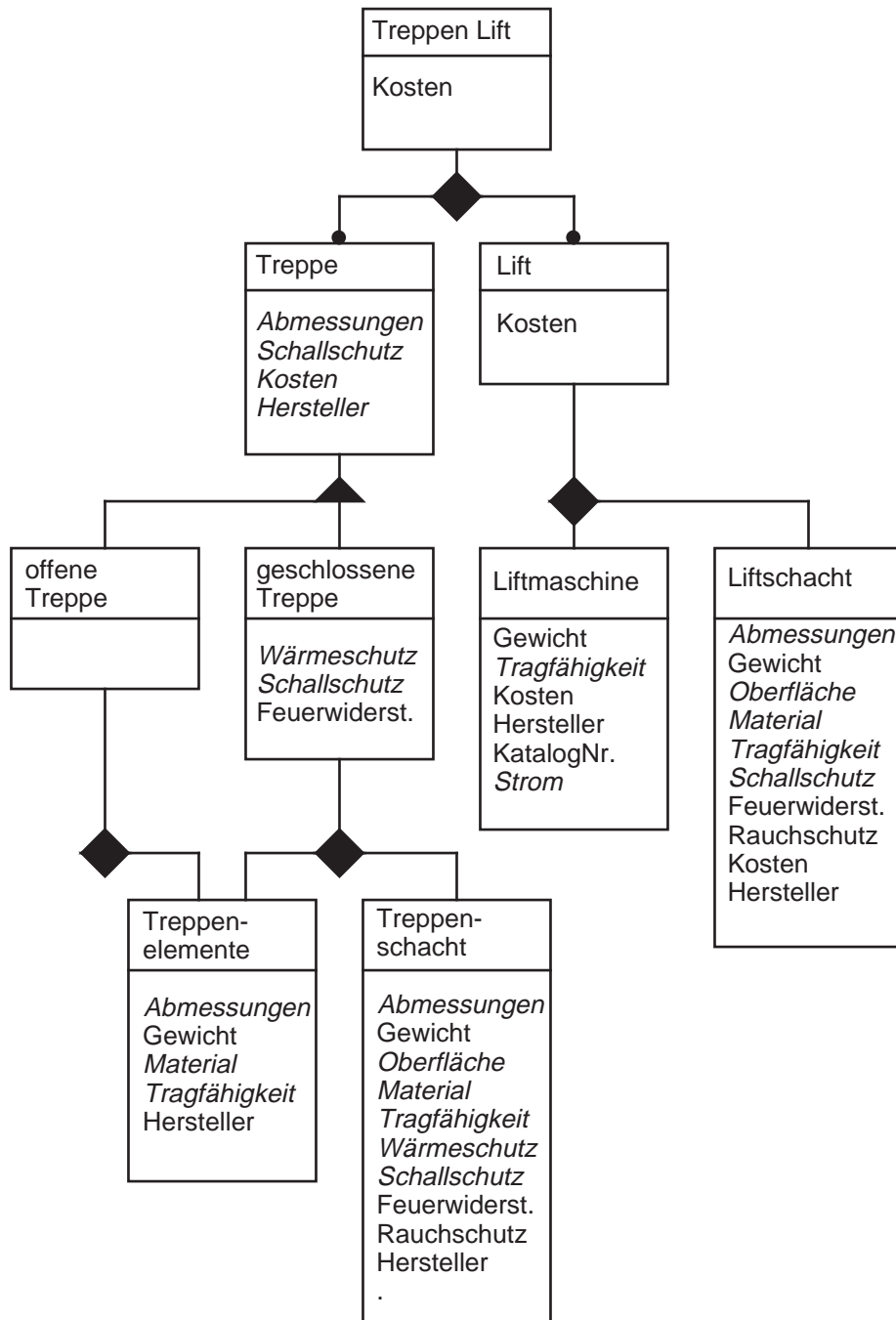


Abbildung 11: Konzeptuelles Schema Treppen/Lift

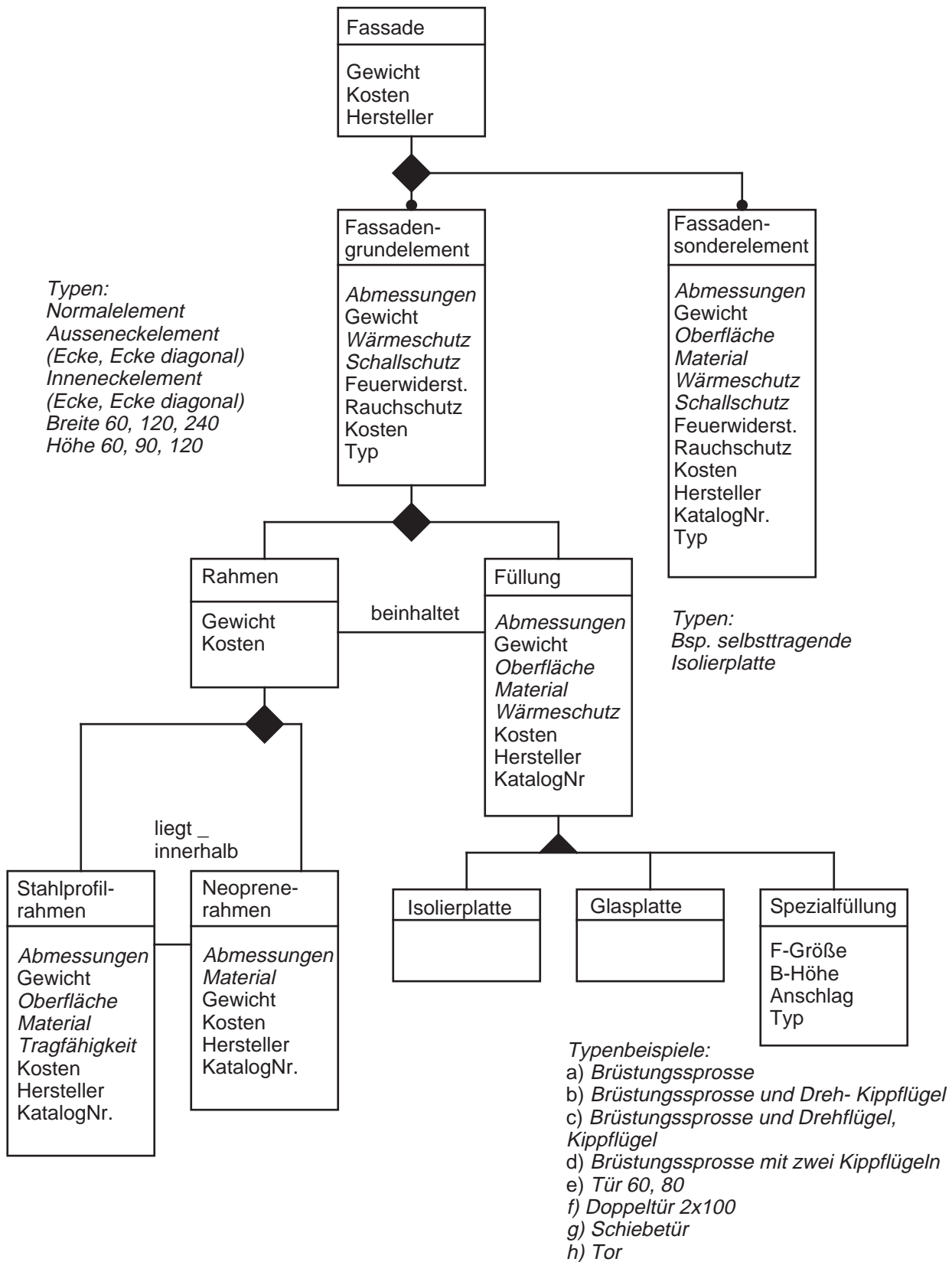
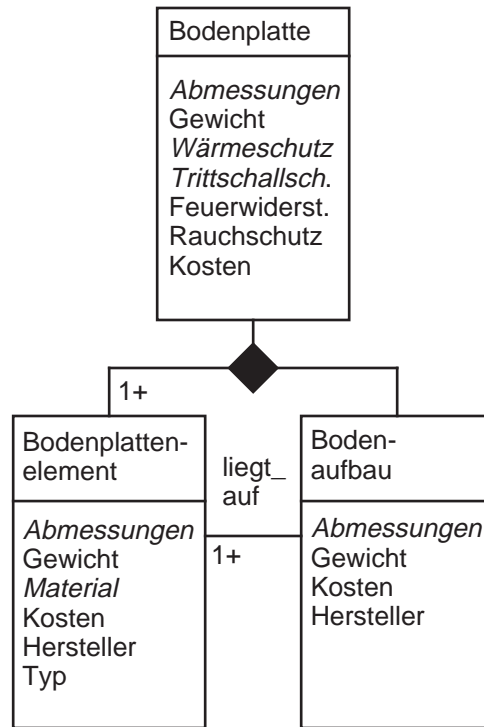
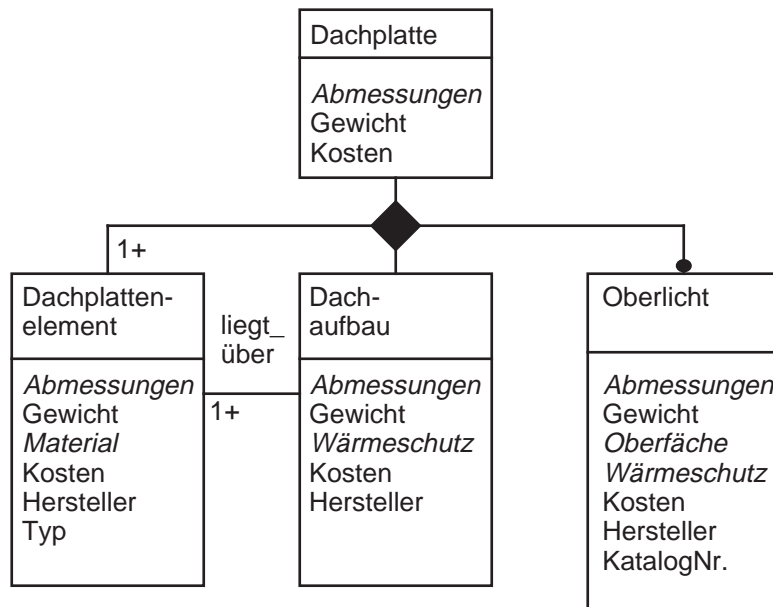


Abbildung 12: Konzeptuelles Schema Fassade



Typen:
 Normalelement
 Randelement
 Stützelement
 Rand- Stützelement
 Aussenelement
 Inneneckelement
 Inneneck- Stützelement
 Durchgehende Bodenplatte

Abbildung 13: Konzeptuelles Schema Bodenplatte



Typen:
 Normalblech
 Randblech
 Rinnenblech
 Rand-Ausseneckblech
 Rand-Inneneckblech
 Rinnen-Ausseneckblech
 Rinnen-Inneneckblech
 Rinnen-Endblech
 Durchgehende Dachplatte

Abbildung 14: Konzeptuelles Schema Dachplatte

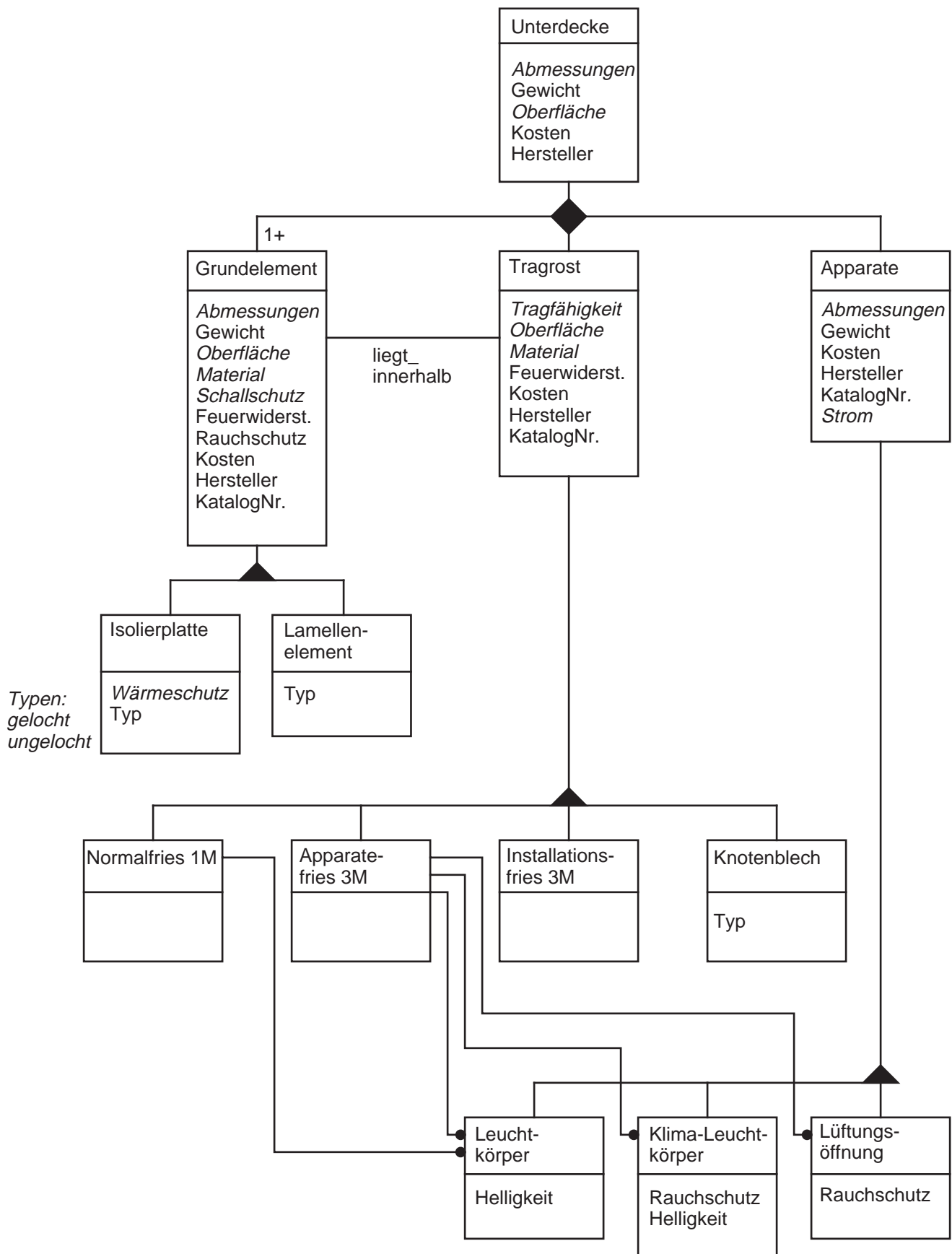


Abbildung 15: Konzeptuelles Schema MIDI

Abbildung 16 zeigt die Zusammensetzung einer Innenwand. Sie aggregiert sich aus Bodenschiene, Deckenschiene, Fugenabschlußprofilen und Innenwandelementen. Innenwandelemente spezialisieren sich in Normale Trennwände, Installationswände und Feuerschutzwände; Normale Trennwände spezialisieren sich wiederum in Normalelemente, Glaselemente, Türelemente und Sonderelemente.

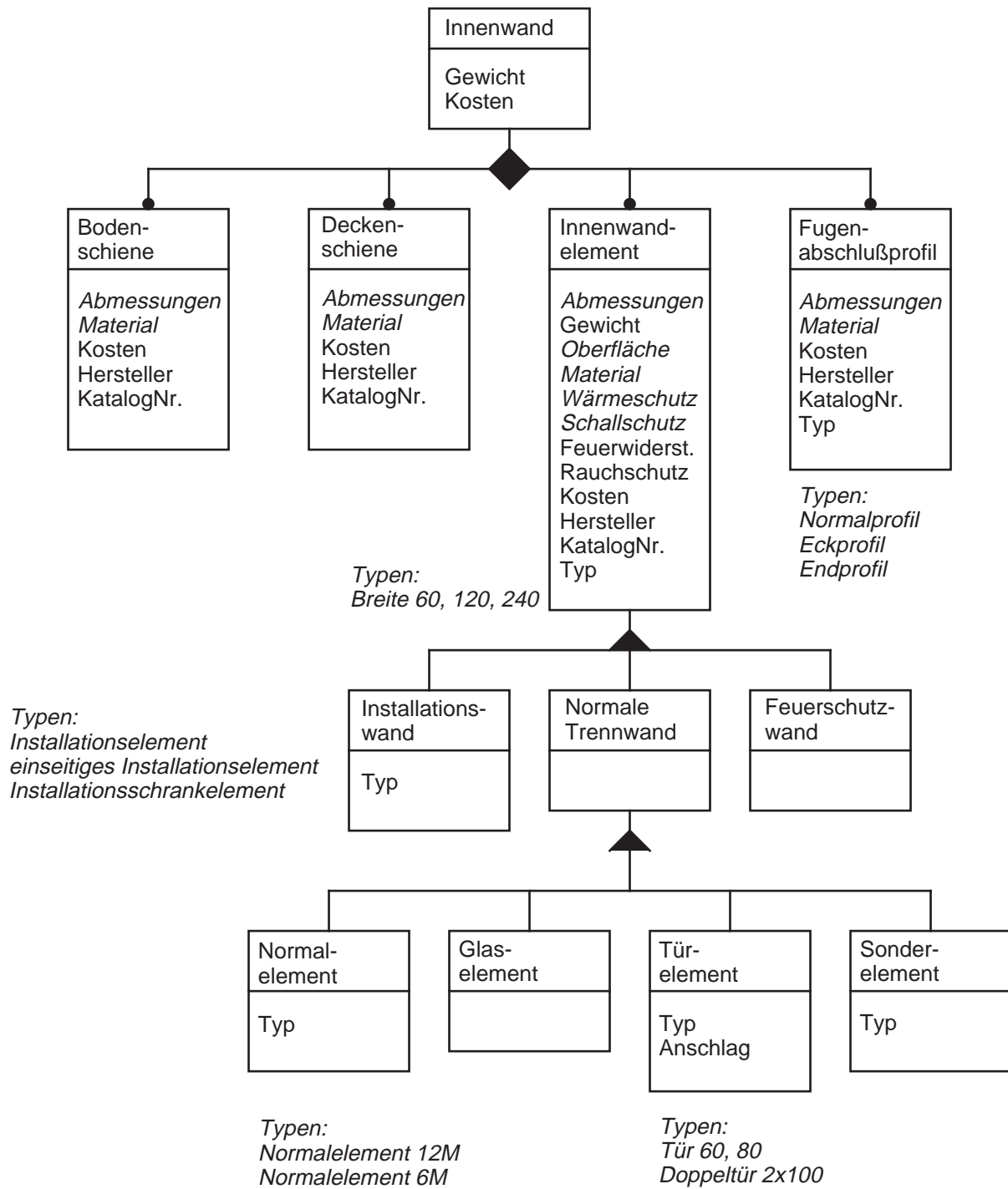


Abbildung 16: Konzeptuelles Schema Innenwand