

Klassifikation und Definition baufachlicher Verknüpfungstypen als Basis zur Modellüberführung im konstruktiven Ingenieurbau

André Bubner & Torsten Friedrich

Bauhaus – Universität Weimar, SFB 524¹

abubner@sfb.uni-weimar.de, tfriedrich@sfb.uni-weimar.de

1 Einführung

Die Bearbeitung von Bauprojekten erfordert ein hohes Maß an Fachwissen verschiedener Disziplinen. Dies wird insbesondere bei Revitalisierungsvorhaben in der Zusammenarbeit einer Vielzahl von Spezialisten deutlich [1]. Jeder dieser Fachplaner arbeitet mit den auf seine konkreten Anforderungen zugeschnittenen Applikationen und Fachmodellen.

Die Kooperation zwischen den Beteiligten erfordert einen Austausch planungsrelevanter Daten und Informationen. Zur Übernahme der Daten von anderen Fachplanern in das eigene, neu zu erstellende Fachmodell sind die verfügbaren Inhalte aus verschiedenen Modellen vom Fachplaner entsprechend seiner Anforderungen anzupassen und um spezifische Inhalte zu ergänzen. Dabei ergeben sich Beziehungen, welche die Zusammenhänge und Abhängigkeiten der Fachmodelle untereinander aufzeigen.

Der durch die Beziehungen beschriebene Modellverbund ist geprägt durch den Typ des betrachteten Bauwerks, die zu bearbeitenden Problemstellungen im Planungsprozess und die an das Fachmodell gestellten Anforderungen. Somit ist dieser nur schwer allgemeingültig und vollständig vorzudefinieren.

Zur rechnerinternen Abbildung erfolgt aus diesem Grund eine Zerlegung des Modellverbundes in Partialmodelle und entsprechende Verknüpfungen (Bild 1). Die Beschaffenheit des Beziehungsgeflechtes hängt sowohl von der Qualität der Datenmodelle als auch von der Beschreibungsgüte der Verknüpfungstypen, deren Definition ein hohes Maß an Fachwissen erfordern, ab. Mit einem Konzept zur Strukturierung und Zerlegung der Verbindungen in Basiselemente sowie der Integrationsmöglichkeit zu komplexeren Elementen wird eine einfachere Erstellung, Wartung und Anpassung von umfassenden baufachlichen Inhalten ermöglicht.

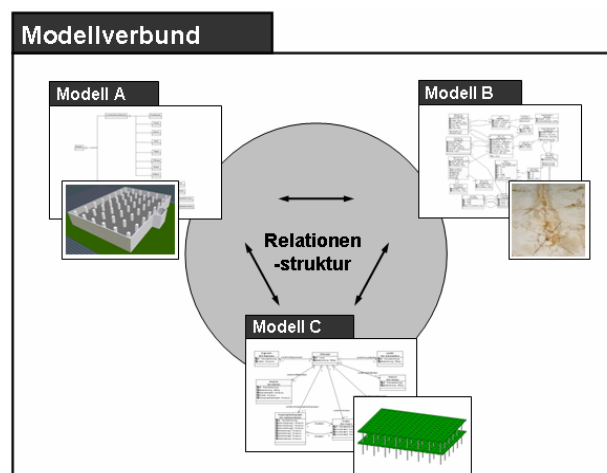


Bild 1: Modellverbund

¹ gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, DFG

Zur Sicherung einer hochwertigen Beschreibung des Modellverbundes ist ein an die Fähigkeiten des Ingenieurs ausgerichteter Zugang zur Spezifikation und Anpassung der Beziehungsdefinitionen unverzichtbar.

Die benötigten Daten und Informationen werden in Teilmodellen eines digitalen Bauwerksmodells vorgehalten. Zur Abbildung der Fachmodelle in einen Datenmodell sind die fachspezifischen Begriffe, Definitionen und Notationen – die Semantik – formal zu beschreiben. Die Partialmodelle, welche das Datenmodell eines Fachmodells beschreiben, sind gemäß dem objektorientierten Paradigma strukturiert.

Damit in Zusammenhang entstehen Anforderungen an ein Modellverwaltungssystem, welches es erlaubt, die Partialmodelle unterschiedlicher Fachplaner projektspezifisch persistent vorzuhalten und miteinander zu verbinden. Mit dem im Rahmen des SFB 524 entwickelten „verknüpfungsbasierten Ansatz“ ist die konzeptuelle Grundlage hierfür gegeben [2].

2 Beziehungen zwischen Fachmodellen

Die im konstruktiven Ingenieurbau eingesetzten Fachmodelle sind charakterisiert durch einen hohen Grad an Spezialisierung. Dadurch bedingt ergeben sich zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen den Modellbeschreibungen. Diese sind durch unterschiedliche Modellvorstellungen, einer unterschiedlichen Granularität und verschiedenen Detaillierungsgraden begründet.

Der Charakter der Beziehungen wird, neben den Fachmodellen selbst, durch das der technischen und fachlichen Entwicklung zugrunde liegende Wissen und der Eigenschaften des Bauwerks bestimmt. So lassen sich beispielsweise die Zusammenhänge aus statisch konstruktiver Sicht einer üblichen Industriehalle aus Stahl sehr viel exakter beschreiben als jene einer Brücke in Stahlverbundbauweise.

Die Beschreibung der Modellzusammenhänge umfasst die Darstellung der Transformationen zur Anpassung an die unterschiedlichen Modelleigenschaften. In Abhängigkeit von den spezifischen Ausprägungen der Fachmodelle sind Modellinhalte aus unter Umständen verschiedenen Quellen zusammenzuführen, unterschiedliche Beschreibungsformen ineinander zu konvertieren oder zur Abbildung spezieller Eigenschaften zu ergänzen (Bild 2). Der Versuch einer vollständigen formalen und zugleich allgemeingültigen Beschreibung der Modellbeziehungen stößt dabei schnell an die Grenzen einer beherrschbaren Komplexität und ist somit keine triviale Aufgabe.

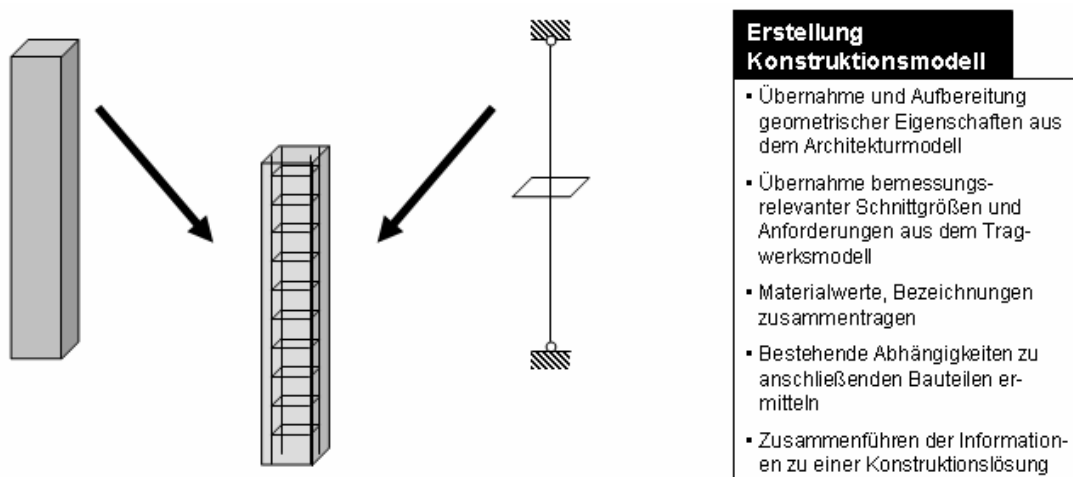


Bild 2: Vereinfachter Ablauf der Erstellung der Konstruktion einer Stahlbetonstütze aus den Fachmodellen „Architektur“ und „Tragwerk“

Der Aufgabenbereich eines Verknüpfungsbasistyps ist auf eine kontextspezifische Aufgabe, wie z. B. der Geometrieüberführung, beschränkt. In Abhängigkeit von den fachlichen Anforderungen und den Eigenschaften der Datenmodelle ergeben sich in Art und Umfang verschiedene Abbildungsvorschriften. Jede dieser Vorschriften wird einem Basistyp zugeordnet. Die Basistypen werden über ihre Bezeichnung identifiziert. Diese Bezeichnungen sind deshalb sinnvoll und für den Fachplaner interpretierbar zu wählen.

Gleichartige Basistypen werden, dem Grad ihrer Detaillierung entsprechend, in einer Baumstruktur geordnet zusammengefasst.

Alle Basistypen besitzen eine einheitliche Grundstruktur. Diese besteht aus einer Kennzeichnung, einer Liste der Quellmodelle, dem Zielmodell, einer Beschreibung – welche sich aus Angaben zur Version, Kategorie, Erstelldatum und Kommentaren zusammensetzt – und Informationen zur Herkunft.

Die Modellierung erfordert umfassende Kenntnisse über die zugrunde liegenden Datenstrukturen, benötigt jedoch kein über grundlegende Zusammenhänge hinausgehendes baufachliches Wissen. Daher sollte die Modellierung von Basistypen Softwareingenieuren, bzw. spezialisierten Fachplanern vorbehalten bleiben.

5 Kombination von Verknüpfungsbasistypen zur Abbildung von Beziehungen

Um eine wiederverwendbare Beschreibung zu ermöglichen wurden die komplexen Modellbeziehungen in Basistypen zerlegt. Zur Beschreibung der spezifischen Zusammenhänge werden die Basistypen entsprechend den spezifischen Anforderungen zu Verknüpfungstypen zusammengefasst. Diese beschreiben die Zusammenhänge zwischen den Modellelementen, z. B. die Abhängigkeiten zwischen den Bauteilen des Architekturmodells und Tragelementen eines Tragwerkmodells, welche zwischen Geometrie, Material und mechanischen Eigenschaften bestehen (Bild 4).

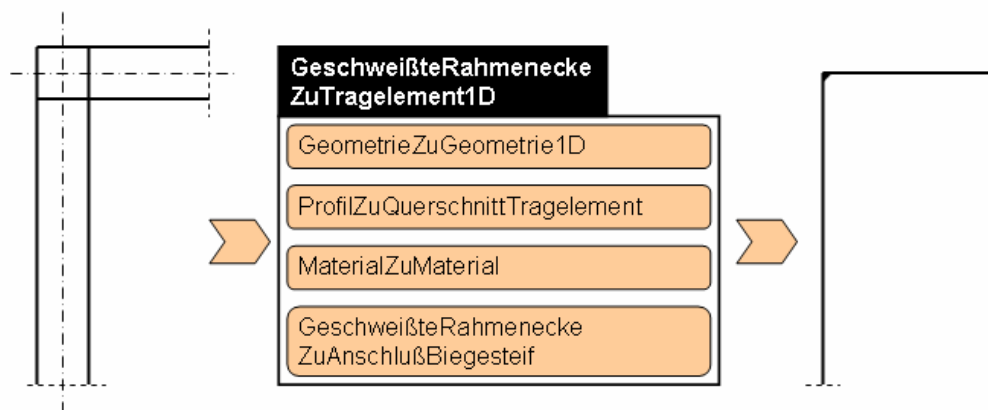


Bild 4: Schematische Darstellung eines zusammengesetzten Verknüpfungstyps am Beispiel einer geschweißten Rahmenecke

Vorteile ergeben sich aus der Möglichkeit einer qualitativ besseren und einfacheren Abbildung der Modellzusammenhänge. Diese begründen sich in einer höheren Flexibilität, einer einfachen Aktualisierung, einer baufachlichen Konsistenz der Beziehungsbeschreibung, und ermöglicht eine stärkere Einbindung des Planers unter Berücksichtigung seiner Fähigkeiten und Bedürfnisse.

Durch den feingliedrigen Aufbau der Verknüpfungstypen, z.B. der Trennung der Beschreibung der Zusammenhänge von Materialeigenschaften, ist eine einfache Anpassung bei sich ändernden Anforderungen an Genauigkeit und Beschreibung durch unterschiedliche Materi-

almodelle möglich. Die Aktualität, welche durch die baufachliche und technische Entwicklung bei sich ändernden Modellen und zugehöriger Methoden hervorgerufen wird, lässt sich auf gleiche Weise gewährleisten.

Auf Grundlage der Basistypen lassen sich bezogen auf spezielle Planungsaufgaben und Bauwerkstypen Beziehungsbeschreibungen vordefinieren, deren innere Konsistenz sichergestellt werden kann.

Die Definition von Abbildungsvorschriften unter Verwendung von vordefinierten Basistypen erfordert keine Kenntnisse über die zugrunde liegenden Datenstrukturen und orientiert sich stärker am baufachlichen Problem.

6 Klassifizierung von Verknüpfungstypen

Ein wesentlicher Aspekt der Definition von Verknüpfungstypen (Bild 5) ist die Wiederverwendbarkeit und Anpassbarkeit einmal beschriebener Vorschriften. Die Klassifizierung erfolgt mit dem Ziel, deren Wartbarkeit und Übersichtlichkeit zu erhöhen und damit das schnelle und sichere Auffinden geeigneter Beschreibungen zu erleichtern. Ein wesentliches Augenmerk liegt dabei auf der Entwicklung eines für den Planer, durch seine Struktur und Semantik, nachvollziehbaren Ordnungsschemas.

Eine Vielzahl von Fachmodellen enthalten Geometriebeschreibungen, auch wenn diese recht unterschiedlich erfolgen. Ähnliches gilt für die Beschreibung von physikalischen Werten. Daher ist eine Unterteilung der Beziehungen in Abbildungen fachspezifischer Zusammenhänge sowie allgemeiner Geometrie- und Werteüberführungen sinnvoll. Innerhalb der fachspezifischen Zusammenhänge ergeben sich weitere Kriterien aus dem fachlichen Umfeld. So lassen sich Einteilungen bezüglich der Überführungen von Querschnitten, Materialien und mechanischen Randbedingungen treffen (Bild 6).

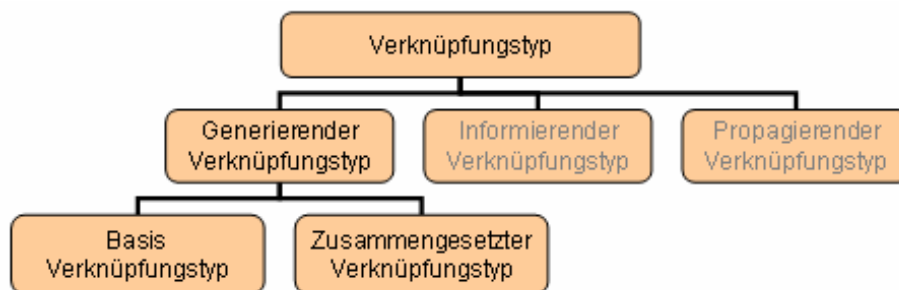


Bild 5: Einordnung der Verknüpfungstypen

Neben der inhaltlichen, aufgabenbezogenen Klassifikation der Verknüpfungstypen ergibt sich eine Zuordnung aufgrund der von ihnen referenzierten Fachmodelle.

Für komplexe zusammengesetzte Verknüpfungstypen erschließt sich eine weitere Strukturierungsmöglichkeit. Diese erfolgt auf Grundlage der darin enthaltenen Basistypen.

Beschreibungen, welche resultierend aus verschiedenen Detaillierungsgraden oder Abstraktionsstufen Unterschiede in ihrer Logik oder benötigter Ausgangswerte aufweisen, sich jedoch dem gleichen Aufgabenbereich zuordnen lassen, können über eine Baumstruktur organisiert werden.

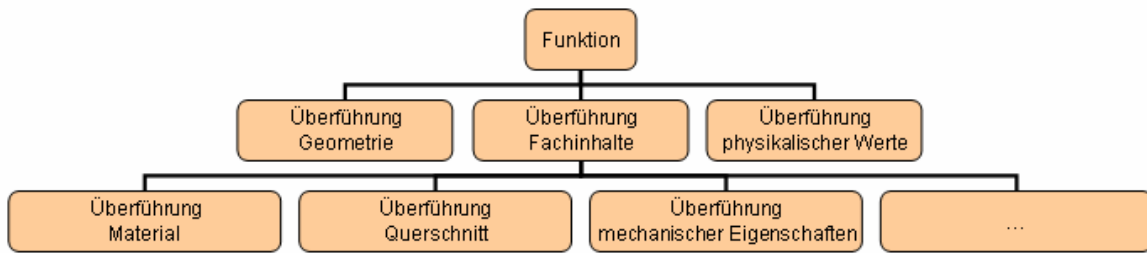


Bild 6: Klassifikation der Verknüpfungstypen nach der Funktion

7 Zusammenfassung

Die Abbildung des Bauwerks erfolgt auf der Grundlage von miteinander in Beziehung gesetzter Teilmodelle der Planer.

Die dabei auftretenden komplexen Zusammenhänge zwischen den Fachmodellen werden zugunsten einer Beschreibung durch Basistypen aufgelöst. Dadurch wird das Anbieten wieder verwendbarer Grundelemente, auf deren Basis sich die projektspezifischen Beziehungen mit geringem Aufwand beschreiben lassen, ermöglicht. Verschiedene Beschreibungen lassen sich für spezielle Planungsaufgaben oder Bauwerksklassen zu Verknüpfungstypen zusammenfassen. Diese können neben der Abbildung von Modellabhängigkeiten für eine einfache Instanzierung und Wartung von Modellinhalten eingesetzt werden.

In einer ersten prototypischen Umsetzung werden die Verknüpfungsbasistypen durch Klassen repräsentiert. Die Beschreibung des Klassifikationsschemas erfolgt auf Grundlage des objektorientierten Paradigmas. Dabei erweisen sich die Mechanismen des objektorientierten Paradigmas als sehr hilfreich. Dies kann beispielsweise an der Nutzung von Vererbungsmechanismen zur Erstellung ähnlicher, von vorhandenen abgeleiteter Verknüpfungstypen gezeigt werden. Dem Planer wird somit die Anpassung des Beziehungsgefüges an seine speziellen Anforderungen erleichtert.

Literatur

- [1] A. Bubner, F. Werner, T. Friedrich, H. Willenbacher, „Application of a Link Based Approach on Revitalisation Projects“, IABSE REPORT Volume 86: Towards a Better Build Enviroment – Innovation, Sustainability, Information Technology, 2002, S. 192f
- [2] H. Willenbacher, „Interaktive Verknüpfungsbasierte Bauwerksmodellierung als Integrationsplattform für den Bauwerkslebenszyklus“, Dissertation, Weimar 2002
- [3] G. Booch, J. Rumbough, I. Jacobson, “The Unified Modelling Language User Guide”, Adison Wesley Longman Inc., 1999