

Ein Prozeßmodell für die kooperative Gebäudeplanung

Vom Fachbereich Bauingenieur- und Vermessungswesen
der Universität Hannover

zur Erlangung des Grades

Doktor-Ingenieur

genehmigte Dissertation

von

Dipl.-Ing. Markus König

geboren am 5. Juni 1971 in Langenhagen

2004

Referent:
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Damrath

Korreferent:
Prof. Dr.-Ing. Karl Beucke

Tag der Promotion:
27. August 2003

Berichte aus der Bauinformatik

Markus König

**Ein Prozeßmodell für
die kooperative Gebäudeplanung**

Shaker Verlag
Aachen 2004

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Hannover, Univ., Diss., 2003

Copyright Shaker Verlag 2004

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-2970-1

ISSN 1612-6262

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Kurzfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Konzept für ein relationales Prozeßmodell für die kooperative Gebäudeplanung definiert. Das relationale Prozeßmodell gliedert sich in die Organisationsstruktur mit den Planungsakteuren, die Gebäudestruktur mit den Planungszuständen und die Prozeßstruktur mit den Planungsaktivitäten. Die drei Teilmodelle werden auf der Grundlage der Mengen- und Relationenalgebra sowie der Graphentheorie formal beschrieben. Für die Beschreibung der Gebäudestruktur sowie der Prozeßstruktur werden hierarchische bipartite Graphen verwendet. Diese hierarchischen Strukturen unterstützen die dynamischen Aspekte der kooperativen Gebäudeplanung und eignen sich zur Beherrschung der Komplexität. Um den konsistenten und korrekten Aufbau des Prozeßmodells zu gewährleisten, wurden entsprechende Bedingungen sowie Methoden für die Koordination, die Lenkung und die Steuerung des Planungsablaufs formal definiert. Im Laufe des Planungsprozesses wird das relationale Prozeßmodell dynamisch aufgebaut und angepaßt. Für die dynamische Prozeßmodellierung sind Planungsfortschreibungen, Planungsentscheidungen und Planungsänderungen maßgebend. Planungsentscheidungen führen zu Varianten und Alternativen, Planungsänderungen dagegen zu Versionen und Nachträgen, die in der Gebäudestruktur berücksichtigt werden. Die Strukturen, Bedingungen und Methoden des relationalen Prozeßmodells wurden prototypisch in der Programmiersprache Java implementiert und anhand eines Beispielprojektes exemplarisch angewendet.

Schlüsselwörter: Gebäudeplanung, Prozeßmodell, Graphentheorie

Abstract

This thesis defines a concept of a relational process model for planning processes in building engineering. The relational process model consists of a organisation structure with planning participants, a building structure with planning states and a process structure with planning activities. These sub models are mathematically described on basis of relation theory and graph theory. The building structure and the process structure are represented by hierarchical bipartite graphs. These hierarchical structures support the dynamical aspects of cooperated planning processes in building engineering. The consistent and correct composition of the relational process model is very important. To ensure consistency and correctness of the compositions, conditions as well as methods for coordination and controlling of the planning process are formally defined. For the dynamical composition of the process modell extensions, decisions and modifications are significant. Planning decisions lead to variants and alternatives, whereas planning modifications lead to versions and supplements for the building structure. The structures, conditions and methods are implemented prototypical and are used in extracts for an example project.

Keywords: building planning, process model, graph theory

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand in den Jahren 1997 bis 2003 während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bauinformatik der Universität Hannover im Rahmen des Forschungsprojektes “Relationale Prozessmodellierung in kooperativer Gebäudeplanung“ unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Rudolf Damrath.

Schon während meiner Studienzeit begeisterte Herr Prof. Damrath mich für die mathematische Formulierung von Modellen für das Bauingenieurwesen. Durch seine besondere Fähigkeit komplexe Zusammenhänge in einfachen Worten zu erläutern, konnte ich als Student und später als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bauinformatik sehr viel von seinem Wissen und seiner Kompetenz profitieren. Dafür bin ich Herrn Prof. Damrath außerordentlich dankbar. Im Rahmen eines Forschungsprojektes, das im Oktober 2000 seinen Anfang nahm, ermöglichte er mir, den Grundstein für diese Arbeit zu legen. Mit Freude denke ich an die vielen intensiven wissenschaftlichen Diskussionen mit ihm als meinem Betreuer zurück, die immer eine große Bereicherung für mich und meine Arbeit darstellten.

Bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Karl Beucke vom Lehrstuhl “Informatik im Bauwesen” der Bauhaus Universität Weimar bedanke ich mich für die Übernahme des Korreferates und die anregenden Gespräche während der Zusammenarbeit im Rahmen des DFG Schwerpunktprogrammes 1103 “Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau”. Dem Vorsitzenden der Prüfungskommission Prof. Dr.-Ing. Jürgen Grünberg vom Institut für Massivbau der Universität Hannover gilt ein Dank für die freundliche Moderation der Disputation.

Vielen Dank an Herrn Dipl.-Ing. Olaf Sellhorn von der Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH in Hamburg für die aufschlußreichen Diskussionen und die Bereitstellung von praxisnahen Beispielen.

Vor allem meinen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Bauinformatik bin ich für die stets angenehme Zusammenarbeit zu Dank verpflichtet. Hervorheben möchte ich Frank Sellerhoff, Kai Kaapke und Nobert Siggelkow, die in den Jahren am Institut meine Zimmergenossen waren. Nobert Siggelkow gab mir in der ersten Phase meiner Arbeit sehr viele wertvolle Anstöße im Bereich der Gebäudestrukturen.

Kai Kaapke war mir bei inhaltlichen Korrekturen eine große Hilfe. Mit Frank Sellerhoff habe ich seit meinen ersten Arbeitstagen am intensivsten zusammengearbeitet. Ihm danke ich nicht nur für die vielen fachlichen Anregungen, sondern auch für seine seelische Unterstützung und langjährige Freundschaft.

Ganz besonders herzlich bedanke ich mich bei Ellen Ertelt, die mich in den letzten Jahren sehr unterstützt und in stressigen Situationen immer wieder aufgebaut hat. Sie hat diese Arbeit äußerst gewissenhaft korrigiert und gerade in der letzten Phase sehr zum Gelingen meiner Promotion beigetragen.

Schließlich geht ein Dankeschön an meine Familie für ihre kontinuierliche Unterstützung und ihr großes Verständnis. Meine Eltern haben mir ermöglicht, ein Studium an der Universität Hannover aufzunehmen, und damit den Weg zu meiner Promotion bereitet.

Hannover, im März 2004

Markus König

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Stand der Forschung	3
1.1.1 Prozeßmodelle	3
1.1.2 Produktmodelle	6
1.1.3 Zusammenfassung	8
1.2 Relationales Prozeßmodell für die Gebäudeplanung	9
1.3 Vorgehensweise	11
2 Theoretische Grundlagen	15
2.1 Mengen	15
2.2 Relationen	17
2.3 Abbildungen	21
2.4 Graphen	22
2.4.1 Struktureigenschaften	24
2.4.2 Hierarchische Graphen	26
2.5 Netzplantechnik	26
2.5.1 Anordnungsbeziehung	29
2.5.2 Zeitplanung	30
2.6 Petri-Netze	33
3 IFC-Produktmodell	39
3.1 Interoperabilität im Bauwesen	39
3.2 International Alliance for Interoperability	42
3.3 Industry Foundation Classes	42
3.4 Grundlegende Konzepte der Industry Foundation Classes	45
3.4.1 Identifikation	46
3.4.2 Relationen	47
3.4.3 Externe Informationen	49

3.5 Arbeiten mit den Industry Foundation Classes	49
4 Relationales Prozeßmodell	51
4.1 Organisationsstruktur mit Planungsakteuren	53
4.2 Gebäudestruktur mit Planungszuständen	57
4.2.1 Komponenten	57
4.2.2 Verbindungen	59
4.2.3 Planungsverzeichnisse	60
4.2.4 Relationale Gebäudestruktur	64
4.2.5 Hierarchische Gebäudestruktur	66
4.2.6 Konstruktion der Gebäudestruktur	73
4.3 Prozeßstruktur mit Planungsaktivitäten	78
4.3.1 Aktivitäten	78
4.3.2 Transitionen	80
4.3.3 Relationale Prozeßstruktur	83
4.3.4 Hierarchische Prozeßstruktur	97
4.3.5 Planungszyklen	106
4.3.6 Methoden der Netzplantechnik	110
4.3.7 Methoden der Petri-Netze	117
4.3.8 Aufbau der hierarchischen Prozeßstruktur	126
4.4 Verknüpfungen der Teilstrukturen	127
4.5 Prozeßmanagement	131
4.5.1 Methoden der Organisationsstruktur	131
4.5.2 Methoden der Gebäudestruktur	132
4.5.3 Methoden der Prozeßstruktur	134
4.5.4 Methoden der äußeren Verknüpfungen	135
5 Behandlung von Planungsvorgängen	139
5.1 Planungsfortschreibung	139

5.1.1 Fortschreibung der Organisationsstruktur	140
5.1.2 Fortschreibung der Gebäudestruktur	141
5.1.3 Fortschreibung der Prozeßstruktur	144
5.1.4 Fortschreibung der äußeren Verknüpfungen	147
5.2 Planungsentscheidungen	149
5.2.1 Varianten	149
5.2.2 Alternativen	151
5.2.3 Entscheidungen in der Prozeßstruktur	152
5.3 Planungsänderungen	154
5.3.1 Versionen	155
5.3.2 Nachträge	156
5.3.3 Entfernen von Komponenten und Verbindungen	157
5.3.4 Auswirkungen von Planungsänderungen	158
6 Implementierung und Anwendungsbeispiel	161
6.1 Implementierung	161
6.1.1 Klassenbibliotheken	161
6.1.2 Prozeßmodell-Editor	164
6.1.3 Architektur für eine netzgestützte kooperative Arbeitsumgebung ..	165
6.2 Anwendungsbeispiel	169
6.2.1 Szenario: Planungsfortschreibung	170
6.2.2 Szenario: Planungsänderung	182
7 Zusammenfassung	191
Literaturverzeichnis	195