

Wahrnehmung und Verarbeitung von Ereignissen bei der verteilten Planung im baulichen Brandschutz

Sascha Alda, Armin B. Cremers

Universität Bonn
Institut für Informatik III
Römerstraße 164, 53117 Bonn, Germany
E-Mail: informatik3@iai.uni-bonn.de

Udo F. Meißner, Uwe Rüppel, Mirko Theiß

Technische Universität Darmstadt
Institut für Numerische Methoden in Informatik im Bauwesen
Petersenstraße 13, 64287 Darmstadt, Germany
E-Mail: sekretariat@iib.tu-darmstadt.de

Kurzfassung

Der Bauplanungsprozess ist durch ein hohes Maß an Kooperation zwischen Planungsbeteiligten verschiedener Fachrichtungen gekennzeichnet. Hierbei werden zum einen Planungen auf der Basis von Planungsinformationen anderer Planungsbeteiligter detailliert, zum anderen geben Planungen einzelner auch wichtige Rahmenbedingungen für die Gesamtplanung vor. Der vorliegende Beitrag beschreibt einen Ansatz zur ganzheitlichen Unterstützungen verteilter Planungen am Beispiel des baulichen Brandschutzes. Der Antrag trägt hierbei der verteilten und parallelen Planung Rechnung, wie sie heute bei der Planung großer und mittlerer Bauwerke angewendet wird. Die Verteiltheit wird nicht nur für die Planungsbeteiligten modelliert, sondern auch die einzelnen Planungsinformationen liegen im gemeinsamen Kooperationsverbund verteilt vor. Der Fokus dieses Beitrags liegt auf der Wahrnehmung von Planungsänderungen und Ereignissen während der Planung und die Verarbeitung dieser Informationen um eine durchgängige Planung zu gewährleisten. Dies wird zum einen durch das CoBE Awarenessmodell erreicht, mit dem Ereignisse erkannt und dem Informationsverbund zur Verfügung gestellt werden können. Zum anderen werden die Ereignisbehandlung und die darauf folgende fachgerechte Informationsverarbeitung mit Hilfe eines Multi-Agentensystems beschrieben.

1 Einleitung

Die unterschiedlichen Interessen der verschiedenen Planungsbeteiligten zur Erstellung eines Gebäudes stehen häufig konträr zu den Anforderungen, die der bauliche Brandschutz an ein Gebäude stellt. Die Integration der baulichen Brandschutzplanung in den Bauplanungsprozess stellt sich daher vor allem bei Umbauten und Sanierungen als nicht einfache Aufgabe dar. Um eine höchstmögliche Sicherheit für Personen und Sachwerte zu gewährleisten ist eine durch-

gängige Brandschutzplanung in den Bauplanungsprozess zu integrieren. Um die Planungsanforderungen des baulichen Brandschutzes direkt in die Planungsleistungen anderer Fachgebiete einfließen zu lassen, ist es notwendig, den baulichen Brandschutz möglichst frühzeitig in die konstruktive Gebäudeplanung zu integrieren.

Dieser Beitrag beschreibt einen dezentralen Kooperationsverbund, basierend auf einem Multi-Agentensystem, um sämtliche in der Brandschutzplanung involvierten Planer ganzheitlich zu unterstützen. Durch die Integration eines Modells zur Wahrnehmung von Planungsaktivitäten in den Verbund, steht ein Mittel zur Koordination der einzelnen Aktivitäten und somit die Möglichkeit der *kollaborativen Planung* zur Verfügung. Zusätzlich unterstützt der Kooperationsverbund die Konsistenzprüfung von Planungsänderungen gemäß den aktuellen Brandschutzanforderungen. Eine solche Überprüfung erfolgt lokal bei den einzelnen Fachplanern durch sogenannte mobile Brandschutzagenten.

Die Problemstellungen des vernetzt-kooperativen Arbeitens im Bauplanungsprozess werden seit dem Jahr 2000 durch das Schwerpunktprogramm 1103 „Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau“ [DFG 2000, <http://www.dfg-spp1103.de>] von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Die beiden Forschungsprojekte, auf denen dieser Beitrag basiert, sind in dieses Schwerpunktprogramm eingegliedert.

In Kapitel 2 werden die grundsätzlichen Anforderungen des baulichen Brandschutzes in der Gebäudeplanung und die Schaffung eines Planungsverbundes zur kooperativen Gebäudeplanung beschrieben. Die beiden Kapitel 3 und 4 stellen das Darmstädter Projekt (Agentenbasierter Modellverbund) sowie das Bonner Projekt (Wahrnehmung von Planungsaktivitäten, CoBE) kurz dar. Die Integration dieser beiden Projekte zur Realisierung eines ganzheitlichen Modells zur kollaborativen Planung wird schließlich in Kapitel 5 dargestellt. Eine Zusammenfassung sowie ein kurzer Ausblick auf zukünftige Arbeiten in Kapitel 6 runden diesen Beitrag ab.

2 Bauliche Brandschutzplanung

Durch Gebäudebrände können erhebliche Sach- und Personenschäden entstehen. Besonders die hohe Zahl an Personenschäden macht deutlich, wie wichtig der vorbeugende bauliche Brandschutz und dessen Berücksichtigung während der gesamten Planungs- und Bauphase eines Gebäudes ist. Eine wirksame Brandbekämpfung und Personenrettung durch die Feuerwehr kann nur erfolgen, wenn die baulichen Gegebenheiten den brandschutztechnischen Anforderungen genügen. Der vorbeugende bauliche Brandschutz bietet dabei die Grundlage für eine effektive Eingrenzung der Schäden im Brandfall und einen wirksamen Personenschutz. Hierzu gehören die Verhinderung einer Brandentstehung durch Verwendung von schwerbrennbaren Materialien, die konstruktive Eingrenzung eines Brandes, Planung von Rettungs- und Fluchtwegen und die Schaffung von Voraussetzungen für Löscharbeiten [Löbber 2000].

Bei der Planung und Erstellung von Gebäuden sind unterschiedliche Personengruppen beteiligt. Jede dieser Personengruppe verfolgt unterschiedliche Ziele und Interessen bei der Planung eines Gebäudes. Zum einen muss ein Gebäude einer bestimmten wirtschaftlichen Nutzung genügen, die unter finanziellen und gestalterischen Gesichtspunkten zu realisieren ist. Zum anderen müssen die Fachplanungen den gültigen Bestimmungen und Richtlinien entsprechen und den Anforderungen der Behörden und der Öffentlichkeit genügen. Diese Anforderungen verursachen gerade im Bereich des baulichen Brandschutzes zum Teil hohe Kosten, wenn sie erst zu einem späten Zeitpunkt in den Bauplanungsprozess integriert werden.

Durch den ständigen Fortschritt der Forschungen im Bereich der Brandschutzplanung befinden sich die Anforderungen an den Brandschutz im Baurecht in einem ständigen Wandel. Planungen und Genehmigungen müssen daher permanent den jeweils neusten Erkenntnissen und Verordnungen angepasst werden [Schneider 2000]. Hierbei sind nicht immer ausschließ-

lich die gültigen Bauordnungen und Sonderbauordnungen zu berücksichtigen. In Einzelfällen können auch Ausnahmen aufgrund neuer Erkenntnisse oder durch Kombination verschiedener baulicher Maßnahmen genehmigt werden. Der einzelne Fachplaner muss daher für eine optimale Planung der derzeitige Stand der Technik präsent sein.

Agrund der geplanten Nutzung eines Gebäudes werden im Rahmen der Brandschutzplanung Schutzziele für das Gebäude definiert. Durch Maßnahmen des baulichen Brandschutzes müssen diese Schutzziele erfüllt werden. Oberstes Ziel des Brandschutzes ist in jedem Fall der Schutz von Personen, der Schutz von Sachwerten ist dem Personenschutz nachgestellt. Die Schutzziele fließen direkt in das Brandschutzkonzept eines Gebäudes ein, welches die Anforderungen an einzelne Teile des Gebäudes vorgibt. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Agentenbasierter Modellverbund für die kooperative Gebäudeplanung“ wurde für Elemente des baulichen Brandschutzes ein Brandschutzmodell entwickelt, das eng an das eigentliche Gebäudemodell gekoppelt ist. Dies resultiert aus der dargestellten Aufgabe der Brandschutzelemente Anforderungen an Eigenschaften der Elemente des Gebäudemodells zu definieren. So wird die Breite eines Flurs, der als Rettungsweg in einer Schule genutzt wird, maßgeblich von der Nutzerzahl der angrenzenden Räume bestimmt. Hindernisse, sei es durch bauliche Elemente oder auch Einrichtungsgegenstände, sind im Bereich der Fluchtwege unzulässig. Des Weiteren müssen beispielsweise Türen zu Treppenträumen rauchdicht ausgeführt werden, um eine Verrauchung des Rettungsweges zu verhindern.

Schon durch dieses kurze Beispiel wird die enge Verknüpfung des Brandschutzmodells mit praktisch allen weiteren Modellen der Gebäudeplanung deutlich. Das Brandschutzmodell bezieht hierbei Informationen aus dem Gebäudemodell, beispielsweise die Nutzerzahl von Räumen oder die Raumgeometrie. Diese Anforderungen müssen im Laufe des Planungsfortschritts mit den gültigen Brandschutzverordnungen überprüft werden, um eine konsistente Brandschutzplanung sicherzustellen. Des Weiteren sind alle weiteren Fachplaner über Planungsänderungen zu informieren, wenn sie von diesen betroffen sind.

3 Dezentraler Kooperationsverbund

Zur transparenten Abbildung der Planungsvorgänge für den baulichen Brandschutz wird exemplarisch ein Kooperationsverbund geschaffen. Entsprechend der tatsächlichen Planungsstruktur im Konstruktiven Ingenieurbau ist auch der Kooperationsverbund durch dezentrale Datenhaltung und verteilte Informationsverarbeitung gekennzeichnet. Planungsbeteiligte mit den jeweiligen Teilproduktmodellen bilden so genannte Plätze innerhalb des Kooperationsverbundes. Durch bereitgestellte Dienste zum Informationsaustausch und -verarbeitung sowie zur Ereigniserkennung und -behandlung wird die Kooperation zwischen den Plattformen ermöglicht.

Um die Planungsinformationen der Teilproduktmodelle innerhalb des Kooperationsverbundes austauschen zu können, müssen sie in geeigneter Weise zur Verfügung gestellt werden. Diese Aufgabe übernehmen stationäre Agenten, die gemäß des Ansatzes des Wrappings in Informationen im Kooperationsverbund zur Verfügung stellen. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass jeder Fachplaner die gleiche Modellstruktur zur Speicherung und Verarbeitung seiner Planungsinformationen verwendet, stellen die stationären Wrapperagenten die Schnittstelle zum Kooperationsverbund dar. Der stationäre Wrapperagent kennt jeweils die spezifische Objektstruktur seines Teilproduktmodells und kann von außen Anfragen entgegennehmen. Diese Anfragen basieren auf einer gemeinsamen Brandschutz-Ontologie. Damit ist sichergestellt, dass sich Agenten nicht nur über eine gemeinsame Agentensprache kommunizieren können, sondern auch die Kommunikationsinhalte interpretieren können. Die Anfrage erfolgt innerhalb des Kooperationsverbundes mit Hilfe von mobilen Informationsagenten. Diese Agenten können je nach ihrer Ausprägung die ermittelten Informationen bei-

spielsweise auf Vollständigkeit kontrollieren und so für ihren Auftraggeber eine Vorselektion oder auch eine Aufbereitung der Daten vornehmen. Die Arbeitsweise dieser Agenten sind in [Meißner 2000] und [Rüppel 2002] beschrieben.

Im Sinne der in Kapitel 2 beschriebenen Anforderungen des baulichen Brandschutzes ist es notwendig Planungsleistungen auf ihre Konsistenz mit den definierten Schutzziele im Brandschutzmodell zu überprüfen. Hierzu wird ein mobiler Agent entwickelt, der unter Nutzung der Transportagenten Informationen aus den einzelnen Teilproduktmodellen bezieht und diese Fakten mit Hilfe eines Regelbasierten Expertensystem auf ihre Gültigkeit überprüft [Theiss 2002].

Neben der Verarbeitung von Fachinformationen und Informationsbeschaffung ist die Erkennung und Reaktion auf Ereignisse ein zentraler Aspekt des Kooperationsverbundes. In [Rüppel 2003] wird die Steuerung der Planungsprozesse innerhalb der oben beschriebenen Kooperationsverbundes mit Hilfe von Petri-Netzen [Petri 1962] [Greb 2002] beschrieben. Ein zentraler Aspekt dieser Integration ist die Wahrnehmung von Ereignissen und eine entsprechende Reaktion auf diese Ereignisse.

4 Wahrnehmung von Planungsentscheidungen

Das Projekt COBE der Universität Bonn ist damit sich damit, Modelle zur Wahrnehmung von Planungsaktivitäten für zeitlich synchron und asynchron sowie örtlich verteilt agierende Planer zu entwickeln. Die Wahrnehmung von Aktivitäten (engl. Awareness [Dourish 1992]) liefert Informationen über den Zustand und Fortschritt von gemeinsamen Tätigkeiten, die den jeweiligen Planern einen Kontext für weitere, eigene Aktivitäten bieten können. Wir verfolgen dabei ein ereignisbasiertes Modell, d.h. die Ausführung einer Aktivität löst ein Ereignis aus, welches zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung steht.

Konkret wurden zwei unterschiedliche Modelle entwickelt: das aufgabenorientierte Awareness-Modell [Alda 2002b] sowie das periphere Awarenessmodell [Pipek 2002]. Das aufgabenorientierte Modell ist eine Umsetzung des ursprünglichen Modells nach Dourish, kommt aber, im Gegensatz zu bisherigen Umsetzungen, ohne zentrale Serverinstanz aus und ist somit insbesondere für dezentrale, lose gekoppelten Organisationen geeignet. Es wird die synchrone und asynchrone Zusammenarbeit von verteilten Planern koordiniert, die beispielsweise an einem gemeinsamen Fachmodell arbeiten. Wird ein solches Fachmodell durch einen Planer modifiziert (z.B. durch das Löschen oder Ändern bestimmter Bereiche, durch Abspeichern eines ganzen Modells) werden andere Planer, die sich a priori für bestimmte Ereignistypen eingeschrieben haben (sogenannte Subscriber), entsprechend benachrichtigt. Der Produzent eines Ereignis (Publisher) kann ein konkretes Ereignis mit zusätzlichen Informationen annotieren, teilweise werden diese auch automatisch aus dem jeweiligen Arbeitskontext extrahiert (z.B. der Name eines Modells). Die Benachrichtigung kann direkt auf dem Bildschirm der betreffenden Subscriber erfolgen (wahlweise per Dialog oder in einer Tabelle) oder per Email, falls der Subscriber nicht online sein sollte. Sämtliche produzierten und empfangenen Ereignisse werden lokal persistent in einer Ereignishistorie gespeichert, die einen globalen Überblick über zeitlich zurückliegende Planungsaktivitäten gibt.

Das periphere Modell hat die Aufgabe, Kompetenzen, die sich aus vergangenen Aktivitäten ableiten lassen, anderen Planern transparent zu machen. In diesem Modell können einzelne Planer ebenfalls Ereignisse aus Planungsaktivitäten auslösen. Im Gegensatz zu dem vorherigen Modell gelangen diese Ereignisse jedoch nicht direkt an bestimmte Planer, sondern fließen in sogenannte Hypothesen ein. Eine Hypothese hat die Aufgabe, messbare Ereignisse auf tatsächliche Kompetenzen eines bestimmten Planers abzubilden. Andere Planer können auf diese Hypothesen zurückgreifen, wenn sie für eine dedizierte Aufgabe Kompetenzen in bestimmten Bereichen suchen. Eine Hypothese stellt eine Art Kompetenzbörse für Pla-

ner da. Ein folgendes einfaches Beispiel soll die Bildung einer Kompetenz verdeutlichen: ein Planer, der ein Brandschutzmodell für ein denkmalgeschütztes Gebäude vielfach bearbeitet und letztendlich erfolgreich abgeschlossen hat, lässt implizieren, dass er eine gewisse Kompetenz auf dem Gebiet „Brandschutz bei denkmalgeschützten Gebäuden“ besitzt. Je mehr Modelle er erfolgreich abgeschlossen hat, desto höher wird folglich seine Reputation auf diesem Gebiet.

Wir haben beide Awareness-Modelle in das COBE AWARENESS FRAMEWORK integriert [Alda 2002a, Alda 2002b]. Hierbei handelt es sich um ein komponentenbasiertes Framework basierend auf der FREEVOLVE Komponentenarchitektur [Alda 2002c], das andere Anwendungen benutzen können, um Aktivitäten aus einer Anwendung heraus anderen Planern zugänglich zu machen. Eine Anwendung kann dabei recht einfach die Möglichkeiten des Frameworks benutzen. Wir haben exemplarisch ein CAD-Tool mit dem CoBE Framework erweitert und erfolgreich eingesetzt.

5 Agentenbasierte Informationsverarbeitung

In diesem Kapitel wird das gemeinsame Modell zur Integration des agentenbasierten Modellverbundes aus dem Darmstädter Forschungsprojekt mit dem Modell zur Wahrnehmung von Planungsaktivitäten aus dem Bonner Projekt beschrieben. Das erklärte Ziel der Integration dieser beiden Ansätze ist ein ganzheitliches Modell, um die kollaborative Planung innerhalb eines Kooperationsverbundes zu unterstützen. Bei der kollaborativen Planung ist neben der Verarbeitung und dem Austausch von Modellinformationen auch die Wahrnehmung von Planungsaktivitäten bzw. Planungsänderungen von zentraler Bedeutung. Diese wahrgenommenen Aktivitäten liefern zum einen Fachplaner Informationen über Status und Fortschritt der gemeinsamen Planung, aber auch einen Kontext für eigene, darauf aufbauende Aktivitäten (vgl. Kapitel 4). Zum anderen können, wie in Kapitel 3 erläutert, diese Ereignisse als Input oder Trigger für neue Teilprozesse dienen. Eine solche Ereigniserkennung und -verarbeitung ist in dem bisherigen agentenbasierten Modellverbund nicht vorgesehen. Das COBE AWARENESS FRAMEWORK erweitert somit den Darmstädter Modellverbund um diese Möglichkeit der Ereignisbehandlung. Aus dem bestehenden Framework haben wir zunächst das aufgabenorientierte Modell integriert, die Einbindung des peripheren Modells (Kompetenzbörse) soll zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Der aus der bisherigen Integration resultierende Modellverbund ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

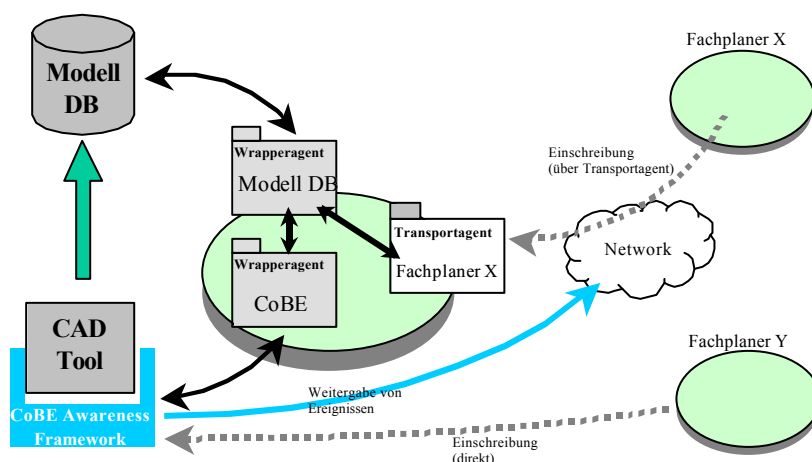


Abbildung 1: Darstellung des Modells zur Wahrnehmung von Planungsaktivitäten im agentenbasierten Modellverbund.

Wie schon angedeutet sind der konsistente Austausch und die Verarbeitung von Modellinformationen auch ein wichtiger Aspekt der Planungen im baulichen Brandschutz. Es ist daher notwendig, alle an diesen Planungen beteiligte Fachplaner auf einem gleichen Informationsstand zu halten. Auf fachlicher Basis müssen hierfür zunächst Ereignistypen definiert werden, die relevante Aktivitäten im Kontext der Planung eines Brandschutzmodells abbilden. Denkbar wären hier Ereignistypen wie z.B. Abspeichern eines Modells, Verändern eines Modells, Öffnen eines Modells, die man für ein CAD Tool zur (lokalen) Bearbeitung eines Brandschutzmodells festlegen kann. Des Weiteren können, ähnlich wie bei Instant Messaging Systemen, Information, ob ein Benutzer Offline oder Online geht, als Ereignistyp definiert werden. Im einfachsten Falle kann ein Fachplaner sich selbstständig nach dem im Abschnitt 4 erläuterten Prinzip für diese Ereignistypen bei einem anderen Fachplaner einschreiben. Die Information, welche Fachplaner für die Wahrnehmung von Aktivitäten zur Verfügung stehen, kann er dabei über einen zentralen Service erfragen.

Eine Zuordnung zu bestimmten Ereignistypen kann aber auch automatisch nach dem Austausch von Fachmodellen erfolgen. Der agentenbasierte Kooperationsverbund bietet die Möglichkeit sich mit Hilfe der Transportagenten Fachinformationen des baulichen Brandschutzes bei kooperierenden Fachplanern zu ermitteln. Diese Informationsbeschaffung, die wie in Abschnitt 3 dargestellt durch Kommunikation zwischen dem Transportagenten und stationären Wrapperagenten erfolgt, wird von dem Wrapperagenten protokolliert. Das bedeutet, dass der Wrapperagent zu jeder Zeit ermitteln kann, wer zu welcher Zeit welche Informationen zur Verfügung gestellt bekommen hat. Damit besteht auch die Möglichkeit Planungsänderungen, an diesen Modellinformationen, allen betroffenen weiteren Fachplanern mitzuteilen. Der Wrapperagent trägt daher den Auftraggeber des Transportagenten in die Subscriberliste des Fachplaners ein, um diesen fortan über, für den Auftraggeber relevante, Ereignistypen zu benachrichtigen. Die notwendige Kommunikation mit dem COBE AWARENESS FRAMEWORK erfolgt dabei über einen weiteren stationären Wrapperagenten, der die Funktionalität des Frameworks für andere Agenten kapselt. Dieser Wrapperagent wurde zusätzlich entwickelt, um die Kompatibilität mit dem Agentensystem herzustellen.

Neben der reinen Information von beteiligten Fachplanern über Planungsänderungen, ist es gerade im baulichen Brandschutz notwendig, nach Planungsänderungen die Informationen wiederum auf ihre Gültigkeit gemäß den Brandschutzanforderungen zu überprüfen. Auch für diese Aufgaben bietet der agentenbasierte Modellverbund geeignete Mechanismen. Werden Planungsänderungen an baulichen Elementen vorgenommen, die mit Elementen des Brandschutzmodells verknüpft sind, wird als Reaktion auf dieses Ereignis eine Überprüfung der Planungen veranlasst. Hierfür stehen die in Kapitel 3 erwähnten mobilen Brandschutzagenten zur Verfügung. Als primäre Reaktion auf ein solches Ereignis wird zunächst der entsprechende Fachingenieur, der die Änderung veranlasst hat, über die notwendige Brandschutzüberprüfung informiert. Daneben können aber auch andere Fachplaner über dieses Ereignis informiert werden, die ebenfalls an der Erstellung dieses Modells beteiligt waren. Für diesen Zweck muss in dem CoBE Framework ein weiterer Ereignistyp definiert werden, der die Aktivität „Konsistenzprüfung der Planung“ veranlasst beschreibt, zu dem sich interessierte Planer einschreiben können. Zusätzlich wird ein Protokoll mit den überprüften Brandschutzelementen von den Brandschutzagenten geführt. In diesem Protokoll werden alle betroffenen Elemente des Brandschutzmodells als nicht geprüft markiert. Damit ist gewährleistet, dass auch bei einer nicht sofort durchgeführten Überprüfung der Brandschutzanforderungen, die durchgeführte Planungsänderung nicht vergessen wird. Die Überprüfung kann beispielsweise auch zu einem späteren Zeitpunkt gemeinsam mit darauf folgenden Planungsänderungen durchgeführt werden.

6 Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt einen ganzheitlichen Ansatz zur Unterstützung der kollaborativen Planung von Brandschutzkonzepten in Bauplanungsprozessen. Dieser Ansatz konsolidiert die Ergebnisse aus zwei Forschungsprojekten, dem Darmstädter Projekt „Agentenbasierten Modellverbund“ sowie dem Bonner Projekt CoBE. Durch diesen integrativen Ansatz können eine Reihe von wesentlichen Anforderungen seitens der kollaborativen Planung im Allgemeinen, aber auch der Brandschutzplanung im spezielleren erfüllt werden:

- Die Bereitstellung von lokalen Fachmodellen sowie der generischer Zugriff auf diese durch Wrapperagenten
- Den Austausch von Informationen aus Fachmodellen durch Transportagenten.
- Die Konsistenzprüfung der Teilmodelle in Bezug auf brandschutztechnische Anforderungen durch mobile Agenten
- Die Koordination der Fachplaner durch ein Modell zur Wahrnehmung von Planungsaktivitäten.

Die technische Umsetzung dieses Ansatzes erfolgt in einem Modellverbund basierend auf einem Multi-Agentensystem. Als zukünftige Arbeiten an unserem Modell sehen wir die Fortsetzung der prototypischen Umsetzung sowie die Evaluation des Modells anhand von konkreten Szenarien aus dem Konstruktiven Ingenieurbau.

7 Literatur

- [Alda 2002a] Alda, S.: Agentenbasiertes Modell zur Geschehens- und Zustandswahrnehmung im Bauwesen. In: *Ergebnisband zum 14. Forum Bauinformatik der Universität Bochum*. Bochum, Germany, September 2002
- [Alda 2002b] Alda, S., Radetzki, U., Won, M., Cremers, A.B.: Eine anpassbare, komponentenbasierte Plattform für vernetzte Kooperationen im Bauwesen. In: *Bauen mit Computern – Kooperation in IT-Netzwerken*. VDI-Bericht Nr. 1668, Bonn, Germany, VDI-Verlag Düsseldorf, April 2002
- [Alda 2002c] Alda, S., Radetzki, U., Bergmann, A., Cremers, A.B.: A Component-Based and Adaptable Platform for Networked Cooperations in Civil and Building Engineering. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE-IX)*. Taipei, Taiwan, April 2002
- [DFG 2000] DFG-SPP 1103: *Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau*, Langfassung des Forschungsantrags, <http://www.dfg-spp1103.de>, Darmstadt, Germany, 1999
- [Dourish 1992] Dourish, P., Bellotti, V.: Awareness and Coordination in Shared Workspaces. In: *Proceedings of the 4th ACM Conference on CSCW*. Toronto, Canada, Oktober 1992.
- [Greb 2002] Greb, S.; Giere, J.: Informationsfluss im Geotechnischen Planungsprozess auf der Basis von Petri-Netzen mit individuellen Marken. In: *Ergebnisband zum 14. Forum Bauinformatik*. Fortschritt-Berichte VDI Nr. 181, Bochum, Germany, VDI-Verlag Düsseldorf, 2002
- [Löbber 2000] Löbber, A.; Pohl, K.D.; Thomas, K.-W.: Brandschutzplanung für Architekten und Ingenieure, Verlag Rudolf Müller, Köln, 2000

- [Petri 1962] Petri, C. A.: Kommunikation mit Automaten, *Schriften des Instituts für Instrumentelle Mathematik* der Universität Bonn, Bonn, Germany, 1962
- [Pipek 2002] Pipek, V.; Nuderscher, P.; Won, M.: Periphere Wahrnehmung von Expertise. In: Mambrey, P.; Pipek, V.; Rohde, M. (Hrsg.): *Wissen und Lernen in Virtuellen Organisationen - Konzepte, Praxisbeispiele, Perspektiven*; Physica, Heidelberg.
- [Meißner 2002] Meißner, U.F.; Rüppel, U.; Theiß, M.: Verteilte Brandschutzmodellierung auf der Basis von Software-Agenten. In: *Bauen mit Computern – Kooperation in IT-Netzwerken*. VDI-Bericht Nr. 1668, Bonn, Germany, VDI-Verlag Düsseldorf, 2002
- [Meißner 2003] Meißner, U.F.; Rüppel, U.; Greb, S.; Theiß, M.: Network-based Cooperation Processes for Fire Protection Engineering. In: *Proceedings: 20th CIB W78 Conference on Information Technology in Construction*, Auckland, New Zealand, 2003
- [Rüppel 2002] Rüppel, U.; Meißner, U.F.; Theiß, M.: Fire Protection Concepts With Mobile Agents. In: *Proceedings: 9. International Workshop of the European Group for Intelligent Computing in Engineering (EG-ICE)*, Darmstadt, Germany, 2002
- [Schneider 2000] Schneider, U.; Lebeda, C.: *Baulicher Brandschutz*, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, Germany, 2000
- [Theiß 2002] Theiß, M.: Dynamische Integration von technischem Wissen in den Bauplanungsprozess. In: *Ergebnisband zum 14. Forum Bauinformatik*. Fortschritt-Berichte VDI Nr. 181, Bochum, Germany, VDI-Verlag Düsseldorf, 2002