

KOOPERATIVE BRANDSCHUTZPLANUNG MIT SOFTWARE-AGENTEN

Uwe Rüppel*, Udo F. Meißner, Michael Lange

**Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen
Technische Universität Darmstadt
Petersenstrasse 13, Darmstadt, D-64287
E-mail: sekretariat@iib.tu-darmstadt.de*

Keywords: Kooperationsplattform, Software Agenten, Semantische Informationsintegration, Brandschutzplanung.

Abstract. *Die effektive Kooperation aller beteiligten Fachplaner im Bauplanungsprozess ist die Voraussetzung für wirtschaftliches und qualitativ hochwertiges Bauen. Bauprojektorganisationen bestehen in der Regel aus zahlreichen unabhängigen Planungspartnern, die örtlich verteilt spezifische Planungsaufgaben bearbeiten und die Ergebnisse in so genannten Teilproduktmodellen ablegen. Da Planungsprozesse im Bauwesen stark arbeitsteilig ablaufen, sind die Teilproduktmodelle der einzelnen Fachplanungen in hohem Maße voneinander abhängig. Ziel des hier vorgestellten Ansatzes ist die Integration der Teilproduktmodelle der Gebäudeplanung in einem netzwerkbasierten Modellverbund am Beispiel der Brandschutzplanung, da diese eine besonders hohe Anzahl von Schnittstellen zu anderen Fachplanungen aufweist. In diesem Beitrag werden insbesondere die Probleme der Verteiltheit und der Heterogenität der involvierten Teilproduktmodelle betrachtet. Der Zugriff auf verteilte Ressourcen wird mithilfe mobiler Software-Agenten realisiert. Die Agenten können sich dabei frei im netzwerkbasierten Planungsverbund bewegen und agieren als Vertreter der Fachplaner. Es werden Informations-Agenten für den Modelltransport und Wrapper-Agenten für die Integration von externen Ressourcen in den Planungsverbund vorgestellt. Auf der Basis von Ontologien wird das Problem der semantischen Heterogenität der Teilproduktmodelle gelöst. Dazu wird eine Fachontologie für den Brandschutz entwickelt, die als einheitliche Schnittstelle für den Zugriff auf die verteilten Ressourcen dient und damit von deren Datenbankspezifika und proprietären Schemata abstrahiert. Mithilfe von mobilen Agenten und Ontologien kann auf diese Weise eine Plattform zur Verfügung gestellt werden, auf deren Basis unabhängig von der Verteiltheit und Heterogenität der eingebundenen Ressourcen ingenieurgerechte Verarbeitungsmethoden für den Brandschutz realisiert werden können.*

1 EINLEITUNG

Gebäudebrände verursachen jedes Jahr erhebliche Sach- und Personenschäden. Diese zu verhindern oder in ihren Auswirkungen zu begrenzen ist das Ziel des Brandschutzes. Die offensichtlich mangelhafte Auslegung brandschutztechnisch relevanter Gebäudeelemente und die hierdurch entstandenen Personen- und Sachschäden führen bei allen Projektbeteiligten zunehmend zu einem schärferen Bewusstsein für notwendige brandschutztechnische Maßnahmen. Der Brandschutz wird heute als ein zentraler Teil des Gesamtkonzeptes bei der Bau- und Umbauplanung von Gebäuden angesehen.

Die Brandschutzplanung ist eng verknüpft mit vielen anderen Fachplanungen und findet iterativ und wechselseitig mit diesen statt. Die konsistente Realisierung eines Brandschutzmodells stellt daher hohe Anforderungen an die Art der Kommunikation und Kollaboration aller Beteiligten und die betreffenden Teilmodelle. Die Konsistenzerhaltung dieser Teilmodelle zueinander bei gleichzeitiger Berücksichtigung aller gültigen Baurechtsnormen stellt eine komplexe Aufgabe dar.

In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur Integration der Teilmodelle auf der Basis von Software-Agenten vorgestellt. Software-Agenten sollen sich dabei als Vertreter der Fachplaner durch den netzwerkbasierten Planungsverbund bewegen, verteilte Planungsinformationen bereitstellen und bestimmte Planungsaktivitäten, in diesem Fall die Einhaltung der Vorgaben der Brandschutzplanung, überwachen.

Bei der agentenbasierten Integration vorhandener Informationsressourcen ist zwischen der Integration auf der Ebene des verteilten Zugriffs und der Integration auf semantischer Ebene zu unterscheiden. Dieser Beitrag beschreibt einen Ansatz zur semantischen Integration von Teilproduktmodellen in einen agentenbasierten Modellverbund, der beide Ebenen berücksichtigt, um so sowohl die Probleme der Heterogenität als auch die Verteiltheit der Datenquellen zu überwinden, und dem Planer eine integrierte fachspezifische Sicht auf den Planungsstand zu ermöglichen.

2 MODELLBASIERTE BRANDSCHUTZPLANUNG

Die Verhinderung von Gebäudebränden und damit verbundenen Personen- und Sachschäden ist das oberste Ziel des Brandschutzes. Der vorbeugende Brandschutz umfasst dabei alle baulichen, technischen und organisatorischen Brandschutzaspekte. Im Rahmen der Gebäudevorplanung werden durch den vorbeugenden baulichen Brandschutz die grundlegenden Voraussetzungen für einen effektiven Personenschutz und einen optimalen Löscheinsatz im Brandfall geschaffen [1]. Hierfür ist beispielsweise die Gebäudegeometrie und die Anordnung von Flucht- und Rettungswegen von entscheidender Bedeutung.

Für Gebäude besonderer Art und Nutzung, z.B. Versammlungsstätten oder Verkaufsstätten, müssen alle im Rahmen der Brandschutzplanung festgelegten Ziele und Maßnahmen in einem so genannten Brandschutzkonzept zusammengefasst werden. Die Umsetzung der Vorgaben des Brandschutzkonzeptes in der Detailplanung und Ausführungsplanung ist ein integraler Bestandteil der ganzheitlichen Brandschutzplanung [2].

Für die verteilte Verarbeitung eines Brandschutzkonzeptes in einem Kooperationsverbund von verschiedenen Planern sind die Informationen des Brandschutzkonzeptes in einem fachtechnischen Modell zu beschreiben [3]. Um es dem Fachplaner zu ermöglichen, die Maßnahmen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes in einem dreidimensionalen Modell zu definieren,

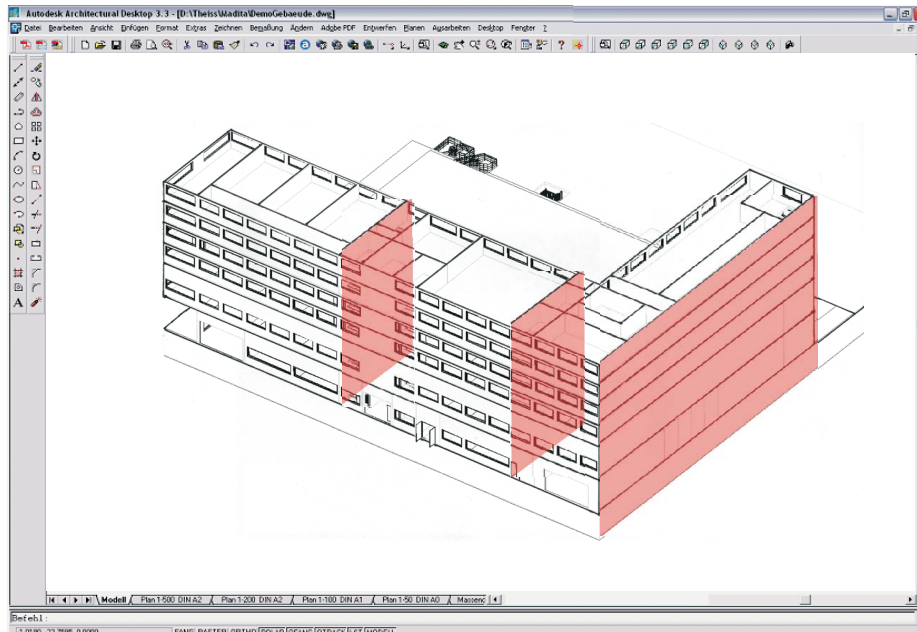


Abbildung 1: CAD basiertes Brandschutzmodell mit Brandwänden

wurde ein neues Brandschutzmodell entwickelt und in dem CAD-System Architectural Desktop implementiert (siehe Abb. 1).

Die Informationen des Brandschutzmodells werden bei der Erstellung direkt mit dem vorhandenen Gebäudemodell verknüpft. Ein im Gebäudemodell vorhandener Flur kann beispielsweise explizit als Rettungsweg ausgewiesen werden. Die Definition eines Flurs als Rettungsweg stellt in der Folge besondere Anforderungen an die angrenzenden Bauteile. Diese Anforderungen müssen während der fortschreitenden Planung ständig auf Einhaltung kontrolliert werden [4].

3 AGENTENBASIERTER MODELLVERBUND

Je nach Art und Größe des Bauvorhabens sind verschiedene Fachplaner, beispielsweise aus den Planungsbereichen der Statik, Heizung, Lüftung, Elektro, Bauphysik oder Geotechnik, in den Bauplanungsprozess involviert. Um Unterbrechungen im Informationsfluss zwischen diesen Fachplanern und inkompatible Planungszustände bei der verteilten Bearbeitung zu vermeiden, ist es notwendig, einen ganzheitlichen Planungsverbund zu etablieren. In einem solchen Planungsverbund müssen neben den Planungsinformationen auch die Fachplaner eingebunden und abgebildet werden. Des Weiteren sind geeignete Verarbeitungsmethoden zur Verfügung zu stellen, die es erlauben, die erstellten Planungsinformationen hinsichtlich Vollständigkeit und Wirksamkeit zu überprüfen.

Die unterschiedlichen Fachmodelle im Bauplanungsprozess zeichnen sich durch ihre Heterogenität und Verteiltheit im netzwerkbasierter Planungsverbund aus. Ziel ist es, eine integrierte Sicht auf die Modellinformationen zur Verfügung zu stellen und dabei die Probleme der Verteiltheit und Heterogenität zu überwinden. Eine zu implementierende Zugriffsschicht soll es dem Planer ermöglichen, Informationen aus den Fachmodellen anzufragen, wobei die Verteiltheit und Heterogenität der Informationen vom System verwaltet werden und somit für den Fachplaner unsichtbar bleiben soll. Nach [5] muss dabei sowohl die Ebene der Verteiltheit des

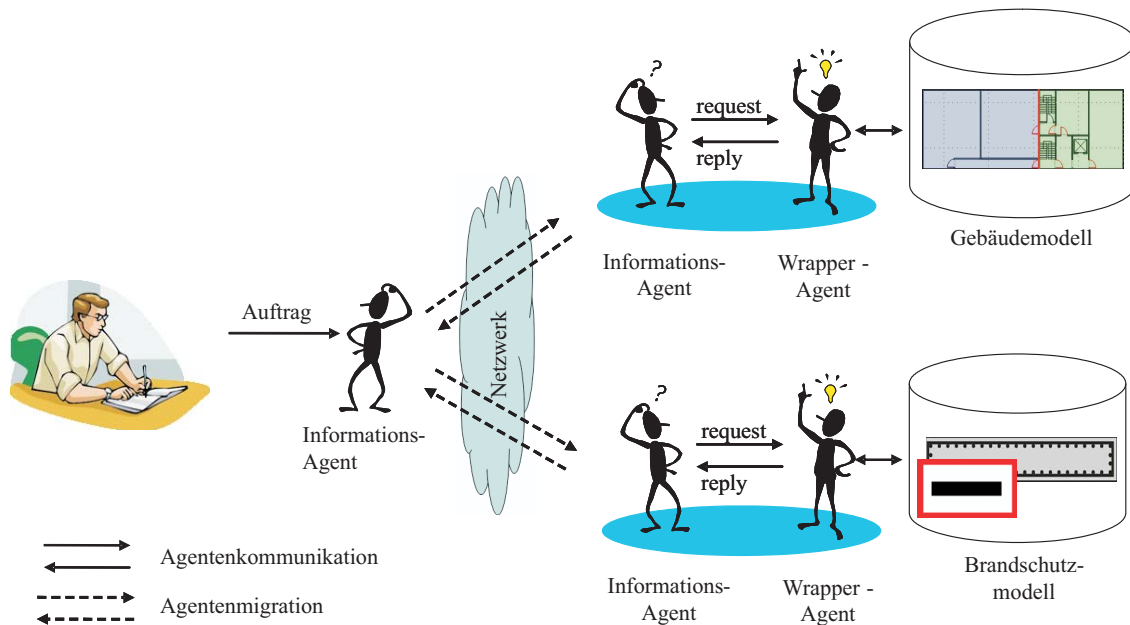


Abbildung 2: Integration verteilter Modelle mit Software-Agenten

Zugriffs¹ als auch die Ebene der Semantik² berücksichtigt werden.

Zur Realisierung der Ebene des verteilten Zugriffs wurde in [6] eine Architektur vorgestellt, die auf mobilen Software-Agenten beruht. Zur Realisierung eines netzwerkbasierten Planungsverbundes wurde die Agenten-Entwicklungsumgebung Jade [7] genutzt, ein Framework für die Entwicklung von verteilten Agenten-Systemen. Jade setzt den FIPA³ Standard um und bietet umfangreiche Kommunikations- und Migrationsdienste an. Ein FIPA-Agent führt Aktionen durch, indem er mit anderen Agenten über definierte Sprechakte kommuniziert. Hierfür definiert die FIPA Interaktionsprotokolle, die eine genaue Sequenz von Sprechakten vorgeben. Unter Nutzung der Interaktionsprotokolle gewinnt ein FIPA-Agent Informationen, führt Verhandlungen durch oder nimmt an Auktionen teil. Ein FIPA-Agent kann sich innerhalb einer so genannten Plattform bewegen, die sich über mehrere Rechner erstrecken kann, auf denen unterschiedliche Betriebssysteme laufen. Aufgrund dieser Eigenschaften stellt die Agenten-Entwicklungsumgebung Jade eine ideale Grundlage für die Entwicklung einer Kooperations-Plattform dar, die die Interaktion, Kommunikation und den Informationsaustausch zwischen verteilten Planungsbeteiligten ermöglicht.

Als wesentliche Komponenten zur Realisierung des verteilten Zugriffs wurden so genannte Wrapper- und Informations-Agenten implementiert (siehe Abbildung 2). Jedes Teilmodell wird dabei von einem Wrapper-Agenten eingehüllt [9]. Dieser Wrapper-Agent beantwortet Anfragen anderer Agenten bezüglich des in der eingehüllten Datenbank gespeicherten Teilmodells. Wrapper-Agenten stellen somit eine Schnittstelle zwischen dem Multi-Agenten-System und eingebundenen Datenbankressourcen dar [10]. Diese Methode erlaubt das flexible Hinzufügen von Informationsressourcen in das Multi-Agenten-System, so dass auf Veränderungen in der Zusammensetzung des Planungsverbundes in großen Planungsprojekten flexibel reagiert werden kann [11].

¹engl.: access level integration

²engl.: semantic level integration

³Foundation for Intelligent Physical Agents [8]

Der Modelltransport im Netzwerk wird mit so genannten Informations-Agenten realisiert [12]. Wie beschrieben bietet die Agenten-Entwicklungsumgebung Jade die Möglichkeit Agenten zu implementieren, die sich innerhalb einer Plattform von einem zum nächsten Rechner bewegen können (Intra-Plattform-Mobilität). Um einem Agenten nach diesem Modell Mobilität im gesamten Planungsverbund zu ermöglichen, müsste über alle beteiligten Rechner eine Plattform gespannt werden, die wiederum auf einem Rechner instanziiert und verwaltet wird. Dieser zentralistische Ansatz widerspricht jedoch der Idee des verteilten, lose gekoppelten Planungsverbundes. Die hier vorgestellte Architektur geht davon aus, dass eine Agenten-Plattform ein Planungsbüro mit mehreren Fachplanern abbildet. Um den Agenten die Möglichkeit der Migration im gesamten Planungsverbund, d.h. zwischen verschiedenen Planungsbüros und mit hin zwischen verschiedenen Agenten-Plattformen zu ermöglichen, wurde die Jade Agenten-Plattform um einen Service zur Inter-Plattform-Mobilität erweitert [12]. Dieser Service unterstützt das Senden und Empfangen von Agenten. Der Prozess der Agentenmigration besteht aus mehreren Schritten. Zunächst werden die Agentenklasse und alle inneren Klassen gepackt. Weiterhin müssen die Zustandsinformationen des Agenten und die auf der Plattform gesammelten Daten gepackt werden. Das Ergebnis wird dann als Inhalt einer FIPA-ACL⁴-Nachricht an die Zielplattform gesendet. Aus Sicherheitsgründen wird dabei der Inhalt mit einem MD5 hash key verschlüsselt. Der Prozess des Empfangens und Aktivierens des Agenten geschieht entsprechend in umgekehrter Reihenfolge.

Nach der Migration kann der Informations-Agent seine Anfrage an einen Wrapper-Agenten auf der Zielplattform richten (siehe Abbildung 2). In einem ersten Schritt übergibt der Informations-Agent dem Wrapper-Agenten eine Anfrage (request). Die Anfrage wird dabei in eine datenbankspezifische Anfrage umgesetzt und von der Datenbank bearbeitet. Das Ergebnis dieser Anfrage wird wiederum umgewandelt und dem Informations-Agenten zur weiteren Verarbeitung übergeben (reply). Die Anfrage des Informations-Agenten soll unabhängig von den Spezifika der Datenquelle sein, die vom angefragten Wrapper-Agenten eingehüllt wird. Im folgenden Abschnitt wird näher auf die semantische Ebene der Integration der Teilproduktmodelle eingegangen, die dieses Problem adressiert.

4 SEMANTISCHE MODELLINTEGRATION

Mithilfe der Agententechnologie konnte mit der oben vorgestellten Architektur die Ebene der Verteiltheit des Zugriffs auf die Datenquellen realisiert werden. Im Folgenden wird das Problem der semantischen Heterogenität der Datenquellen fokussiert.

Im Bauwesen gibt es neben zahlreichen (in der Regel inkompatiblen) Fachmodellen zur Speicherung von Planungsinformationen eine große Zahl von Anwendungen zur Verarbeitung dieser Informationen, die wiederum proprietäre Datenformate verwenden. Geht man von m Modellen und n Anwendungen aus, ist die Anzahl der theoretisch zu implementierenden Mappings⁵ n mal m (siehe Abbildung 3 (links)).

Durch die Formulierung eines globalen Schemas, über das die Anwendungen auf die verteilten Ressourcen zugreifen, reduziert sich die Komplexität auf n plus m (siehe Abbildung 3 (rechts)). Bisherige Ansätze, die ein übergreifendes Schema definieren, wie etwa die IFC, versuchen die komplette Bauplanung abzubilden und gehen davon aus, dass die Anbieter von Fachanwendungen Exportmodule zur Verfügung stellen, die dieses übergreifende Schema be-

⁴Agent-Communication-Language

⁵Mapping: Abbildung eines Schemas/Datenformats auf ein anderes

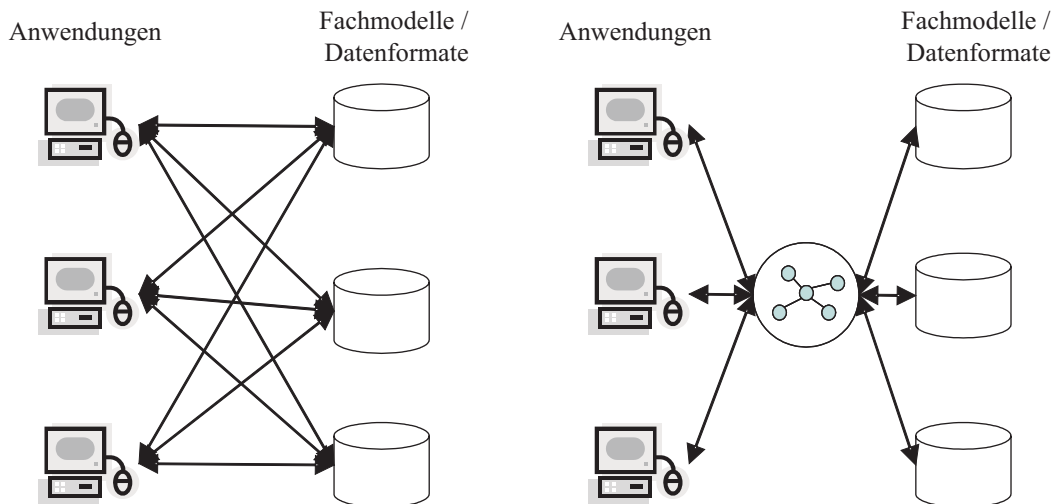


Abbildung 3: m mal n Mappings (links) und m plus n Mappings (rechts) bei m Fachmodellen/Formaten und n Anwendungen

dienen. In diesem Beitrag wird der Ansatz verfolgt, fachspezifische Schemata, also Sichten, die jeweils nur einen Teil der Bauplanung, hier der Brandschutzplanung, abbilden, zur Verfügung zu stellen. Diese Sichten werden immer im Moment der Anfrage erzeugt, so dass die Daten nicht in einem zusätzlichen Format zwischengespeichert werden müssen und so Inkonsistenzen vermieden werden.

Die beschriebene Methode der semantischen Integration besteht aus 3 wesentlichen Elementen (siehe Abbildung 4):

- einer *Domänenontologie* (hier der Domäne Brandschutz), auf deren Basis der Informations-Agent Anfragen stellt,
- den *Applikationsontologien*, die die Datenbankschemata der Fachmodelle widerspiegeln und
- einem Satz von *Abbildungsvorschriften*, die die Konzepte der Domänenontologie auf die Konzepte der Applikationsontologien abbilden.

Die *Domänenontologie* bildet die Konzepte der Fachdomäne und deren Beziehungen ab. Gegen diese Ontologie können Anfragen von anderen Agenten gestellt werden. Sie abstrahiert von den Schemata der einzelnen Teilmodelle und bildet eine brandschutzfachspezifische und modellübergreifende Sicht ab. In dieser Ontologie befinden sich Konzepte aus verschiedenen Teilmodellen. Beispielsweise enthält sie Konzepte mit geometrischen Eigenschaften, wie zum Beispiel *Wand*, die auf der Ebene der Fachmodelle zum Gebäudemodell gehören. Außerdem befinden sich Konzepte wie *Feuerwiderstandsklasse* in der Ontologie, die auf der Ebene der Fachmodelle zum Brandschutzmodell gehören.

Die *Applikationsontologien* spiegeln eindeutig die zugehörigen Datenbankschemata wider und können relativ einfach, mithilfe von Werkzeugen sogar automatisiert, aus den Datenbankschemata abgeleitet werden. Der Nutzen einer solchen Applikationsontologie liegt darin, dass die Domänenontologie nicht direkt auf das Datenbankschema abgebildet werden muss. In diesem Falle müssten datenbankspezifische Schnittstellen bei der Formulierung der Abbildungsvorschriften berücksichtigt werden. Durch die Einführung einer Applikationsontologie werden

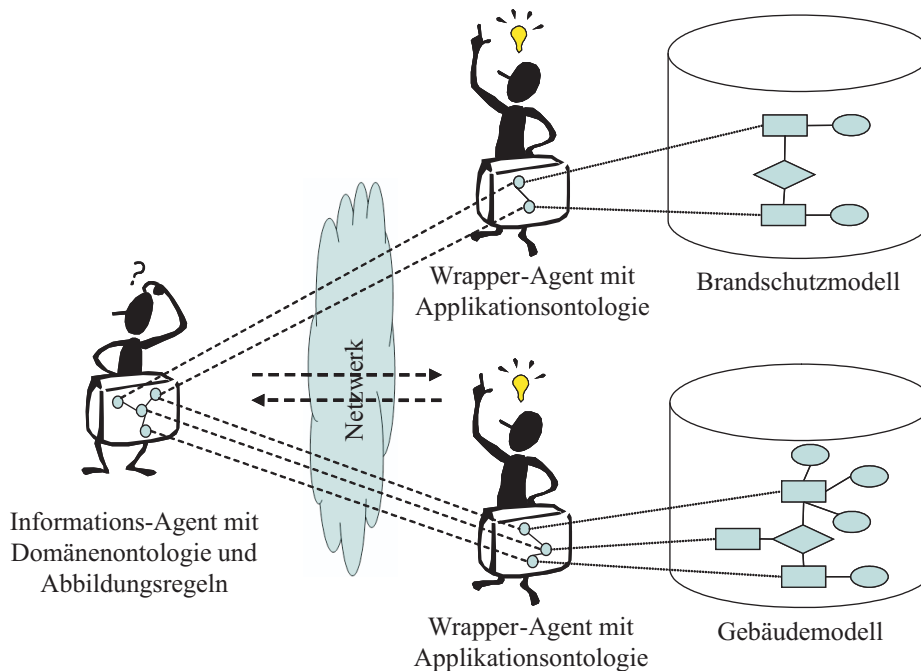


Abbildung 4: Domänen und Applikationsontologien

diese Spezifika des Zugriffs gekapselt. Die Abbildungsvorschriften abstrahieren dann von den Datenbankspezifika und beinhalten nur noch Regeln zur Abbildung der Konzepte.

Die *Abbildungsvorschriften* zwischen der Domänenontologie und der Applikationsontologie, die den Kern der Integration bilden, werden als Regeln formuliert [13]. Neben einfachen Abbildungsvorschriften, die Konzepte eins zu eins miteinander verknüpfen, können auch komplexe Vorschriften formuliert werden, die verteilt vorliegende Informationen aggregieren. Beispielsweise kann bei der Domänenontologie das Konzept *Rettungsweg* angefragt werden, das sowohl geometrische als auch brandschutztechnisch relevante Eigenschaften, wie die Unterteilung in Rauchabschnitte, enthält. Diese Informationen befinden sich physisch in zwei unterschiedlichen Datenbanken (Gebäudemodell DB und Brandschutzmodell DB). Im Moment der Regelauswertung werden diese Informationen aus den Modellen extrahiert, in das Konzept des *Rettungsweges* integriert und können als Ganzes weiterverarbeitet werden.

Auf der Basis dieser drei Komponenten (*Domänenontologie, Applikationsontologien und regelbasierte Abbildungsvorschriften*) wird eine Schnittstelle zur Verfügung gestellt, die Informationen aus verteilten und heterogenen Fachmodellen einheitlich anbietet und dabei die technischen und semantischen Spezifika der Datenhaltung kapselt.

5 ANWENDUNGSBEISPIEL

In diesem Kapitel soll das vorgestellte Konzept anhand von zwei Beispielen verdeutlicht werden. Im ersten Beispiel wird die vorgestellte Methode dazu genutzt, dem Fachplaner eine grafische Sicht auf den Stand der Brandschutzplanung zur Verfügung zu stellen, die Informationen aus mehreren Fachmodellen aggregiert. Mit dem vorgestellten Werkzeug können auf der Basis von SVG⁶ stockwerkbasierte 2D Ansichten für die Brandschutzplanung erzeugt werden.

⁶Scalable Vector Graphics (www.w3.org/graphics/svg)

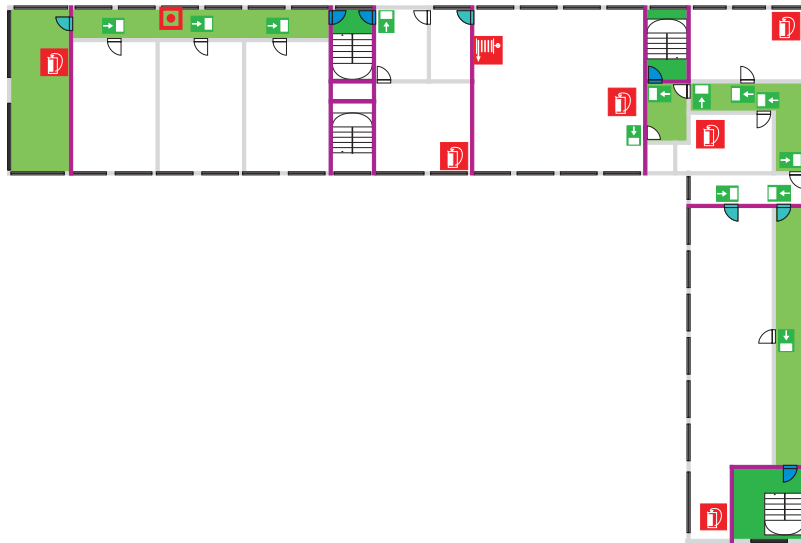


Abbildung 5: 2D Darstellung eines Stockwerks

Dazu genügt eine einzige Anfrage an den Informations-Agenten auf der Basis der Domänenontologie. Anhand der definierten Abbildungen der Domänenontologie auf die Applikationsontologien werden die zur Erzeugung der grafischen Darstellung notwendigen Informationen (zu Bauteilen, Räumen, Rettungswegen, Löschanlagen etc.) aus dem Gebäudemodell und dem Brandschutzmodell extrahiert, zusammengeführt und in der Folge in eine grafische Darstellung überführt. Abbildung 5 zeigt die erzeugte 2D Darstellung des Stockwerks mit Markierung der Fluchtwege und Positionen der Feuerlöscher.

Wie oben erwähnt sollen auf der Basis semantisch integrierter Teilmodelle auch Verarbeitungsmethoden zur Verfügung gestellt werden, die als zweites Anwendungsbeispiel vorgestellt werden. Zur Überprüfung der Konformität der Modelle mit den gültigen, den Brandschutz betreffenden Baurechtsnormen wurde der so genannte Brandschutz-Agent entwickelt [14]. Diese Überprüfung wird mithilfe des in den Agenten integrierten regelbasierten Schlussfolgerungssystems Jess [15] realisiert, das Regeln, welche die Baurechtsnormen abbilden, auf Fakten aus den Teilmodellen anwendet. Jess ist eines der meist genutzten regelbasierten Systeme, stellt die Referenzimplementierung der Java Rules Engine API dar und kann aufgrund seiner Java Schnittstelle direkt in einen Agenten des Jade Systems integriert werden.

Die Regeln müssen dabei computerverarbeitbar repräsentiert werden. Die Syntax der formulierten Regeln wird von der in Jess zur Anwendungen kommenden Regelsprache CLIPS vorgegeben. Die Semantik, d.h die Festlegung der Bedeutung der Konzepte, über die mithilfe einer Regel eine Aussage getroffen wird, ist in der vorgestellten Domänenontologie des Brandschutzes definiert: Das folgende Beispiel soll dies verdeutlichen. Die Regel *CheckWalls* überprüft die Wände eines Rettungsweges auf eine ausreichende Feuerwiderstandsklasse.

```
(defrule CheckWalls
  (Flur
   (ID ?FID)
   (Wandliste $? ?FWID $?)
  )
  (Wand
```



```

    (ID ?WID)
    (Feuerwiderstandsklasse ?WFWK)
  )
  (test (= ?FWID ?WID))
  (test (< ?WFWK 30))
=>
  (printout t "\Fehler: die Wand" ? WID "\ hat keine
  ausreichende Feuerwiderstandsklasse!" crlf)
)

```

Zunächst werden die Objektdefinitionen von *Flur* und *Wand* mit den Fakten der jeweiligen Objektinstanzen gefüllt. Diese werden als Fakten im Folgenden in die Test-Bedingung der Regel eingesetzt. Der erste Test identifiziert die zu dem Flur gehörenden Wände. Der zweite Test überprüft, ob die geplante Feuerwiderstandsklasse der Wände kleiner ist als die geforderte Feuerwiderstandsklasse. Ist der ermittelte Wert kleiner 30, entspricht die Instanz der Wand nicht den definierten Anforderungen und es wird eine entsprechende Warnung ausgegeben.

Die Regel ist auf der Basis von Begriffen aus der Domänenontologie formuliert (z.B. Flur, Wand, Feuerwiderstandsklasse). Die Formulierung der Regel ist damit unabhängig davon, in welchem Teilmodell diese Informationen zu finden sind, in welchen Datenbanken im verteilten Planungsverbund sich die entsprechenden Teilmodelle physikalisch befinden und wie die Datenbanken aufgebaut und deren Felder benannt sind. Diese Transparenz wird durch die oben vorgestellte Vorgehensweise ermöglicht, durch die die Verteiltheit und Heterogenität der Teilmodelle sauber gekapselt werden.

Mithilfe dieser automatisierten Überprüfung der Teilmodelle ist es jedem Fachplaner möglich, auf der Grundlage der geltenden Verordnungen und Richtlinien seine Planungen hinsichtlich des baulichen Brandschutzes effizient und qualitätsvoll zu überprüfen und zu korrigieren. Hierdurch können Fehler in den frühen Gebäudeplanungsphasen vermieden werden, deren Beseitigung zu einem späteren Zeitpunkt einen erheblichen Kostenaufwand bedeuten würde.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Zur Realisierung eines netzwerkbasierten Modellverbundes für die Bauplanung wurden in diesem Beitrag Ansätze zur Lösung der Probleme der Verteiltheit und Heterogenität der zu integrierenden Informationen dargestellt. Die Kombination von mobilen Software-Agenten zur Realisierung des verteilten Zugriffs und semantischen Technologien zur Überwindung des Problems der Heterogenität hat sich als sehr leistungsfähig erwiesen. Auf dieser Basis konnte ein flexibles und modulares System entwickelt werden, das die dynamische Integration von Ressourcen in den Planungsverbund zu jedem Zeitpunkt im Planungsprozess erlaubt und somit auf Änderungen in der Bauprojektorganisation reagieren kann. Auf dieser Basis wird die flexible Einbindung von Verarbeitungsmethoden in den Planungsverbund ermöglicht. Der Fachplaner kann mithilfe des beschriebenen Brandschutz-Agenten seine Planung zu jeder Zeit bezüglich der Brandschutzanforderungen überprüfen lassen. Dem Brandschutz-Agenten ist es möglich, durch die Verarbeitung der Informationen aus den Fachmodellen mit den Regeln der Baurechtsnormen Fehler und Inkonsistenzen aufzuzeigen, so dass der Fachplaner frühzeitig Planungsfehler erkennen und beseitigen kann.

LITERATUR

- [1] Ulrich Schneider, Ingenieurmethoden im baulichen Brandschutz. expert verlag, 2002.
- [2] Anke Löbber, Klaus D. Pohl, Klaus-Werner Thomas. Brandschutzplanung für Architekten und Ingenieure, 3. überarbeitete Aufl. Rudolf Müller, 2000.
- [3] Udo F. Meißner, Uwe Rüppel. Vernetzt-kooperative Planung mit Computern - Grundlagen und Methoden der Bauinformatik. *16. Internationales Kolloquium über Anwendungen der Informatik und Mathematik in Architektur und Bauwesen*, Weimar, Juni 2003.
- [4] Uwe Rüppel, Udo F. Meißner, Mirko Theiss. An Agent-based Platform for Collaborative Building Engineering. *9th International Conference on Computing in Civil & Building Engineering*, Taipei, Taiwan 2002.
- [5] Tom Barrett, David Jones, Jun Yuan, John Sawaya, Mike Uschold, Tom Adams, Deborah Folger. RDF Representation of Metadata for Semantic Integration of Corporate Information Resources. *International Workshop, Real World RDF and Semantic Web Applications*, Hawaii, 2002.
- [6] Udo F. Meißner, Uwe Rüppel, Steffen Greb, Mirko Theiß. Network-based Cooperation Processes for Fire Protection Planning. *CIB W78's 20th International Conference on Information Technology for Construction*, New Zealand 2003, April 2003.
- [7] Jade - Java Agent Development Framework, TiLab Italia, Turin, Italia. (jade.cselt.it)
- [8] The Foundation of Intelligent Physical Agents. (www.fipa.org)
- [9] M. Theiß, M. Lange. Integration von XML-basierten Fachinformationen in Multiagentensysteme. *Forum Bauinformatik 2003 - Junge Wissenschaftler forschen*, Hannover, 2003.
- [10] J. Bilek, D. Hartmann, D. Development of an Agent-based Workbench supporting Collaborative Structural Design. *CIB W78's 20th International Conference on Information Technology for Construction*, New Zealand, 2003.
- [11] D. Hartmann, U. F. Meissner, U. Rueppel, J. Bilek, M. Theiss. Integration of Product Model Databases into Multi-Agent Systems. *Xth International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE-X)*, Weimar, 2004.
- [12] U. F. Meissner, U. Rueppel, M. Theiss. Network-Based Fire Engineering Supported by Agents *Xth International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE-X)*, Weimar, 2004.
- [13] Dejing Dou, Paea LePendu. Ontology-based Integration for Relational Databases. *Annual ACM Symposium on Applied Computing, DBTTA Track*, Dijon, France, 2006.
- [14] U. Rueppel, U. F. Meissner, M. Theiss. Fire Protection Concepts With Mobile Agents. *9th International Workshop of the European Group for Intelligent Computing in Engineering (EG-ICE)*, Darmstadt, 2002.
- [15] E. Friedmann-Hill. Jess in action - Java rule-based systems. Greenwich. Manning Publications. 2003.