

# Dynamische Entscheidungsunterstützung in Computerbasierten Kooperativen Planungsumgebungen

Uwe Forgber

Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe (TH)

[uwe.forgber@ifib.uni-karlsruhe.de](mailto:uwe.forgber@ifib.uni-karlsruhe.de)

<http://www.ifib.uni-karlsruhe.de>

*Die persönliche Wissenserweiterung ist ein sehr dynamischer und individueller Prozeß, welcher in hohem Masse von der individuellen und professionellen Qualifikation eines Menschen abhängt. Dabei repräsentiert dieses persönliche Fachwissen keinen festgesetzten Wissensstandard, sondern unterliegt, unabhängig von der Domäne, einem permanenten Prozeß der Erweiterung und des Wechsels, vollzogen durch die verschiedensten Lernprozesse. Daher sind Personen, welche sich im Entscheidungsprozeß befinden, z.B. in der Bauplanung und Konstruktion aber auch jeder anderen Domäne welcher eine iterative Vorgehensweise zugrunde liegt, auf Hilfsmittel der interaktiven Entscheidungsunterstützung angewiesen. Traditionell erfolgt diese Unterstützung durch Printmedien, Referenzen oder Kontakten zu Personen oder Gruppen, welche mit der Problemdomäne vertraut sind.*

*Die im folgenden Artikel beschriebene Umgebung zur dynamischen Entscheidungsunterstützung basiert auf einer erweiterten Groupwareumgebung zur verteilten kooperativen Projektbearbeitung im Bauwesen, welche vom Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) im Rahmen des BMBF Projektes RETEx II / INTESOL sowie verschiedener Industrieprojekte entwickelt und erprobt wird. Grundsätzliche Anforderungen an die Integration von Trainings- und Weiterbildungsmodulen in eine heterogene Umgebung zur Entscheidungsunterstützung werden vorgestellt.*

# 1 Ausgangslage

Die Entwicklung von Lösungsansätzen in Teilbereichen eines Planungsprojektes erfolgt häufig im Kontext individueller Anstrengungen einzelner Planungsbeteiligter. Die Optimierung von Maßnahmen oder Komponenten wird dabei häufig nur unzureichend mit anderen, in direktem oder indirektem Bezug stehenden Planungsaktivitäten Dritter abgestimmt. Planungsergebnisse stellen sich daher typischerweise als die Kumulation hochausgereifter Einzelkomponenten dar, die allerdings häufig nur unzureichend den komplexen Anforderungen (wie zum Beispiel denjenigen an die Behaglichkeit von Räumen) entspricht, welche auf die konsequente Verknüpfung Verschiedener Aktivitäten (Licht, Heizung Lüftung, Material etc.) angewiesen sind.

Ein großes Potential zur Verbesserung dieser Situation liegt daher in der Verknüpfung einzelner, hochkompetenter Akteure oder Gruppen mit dem Ziel die individuelle Tätigkeit in den Gesamtzusammenhang zu stellen. Mit der Entwicklung netzbasierter Planungsumgebungen [1] entstehen in diesem Zusammenhang neue Möglichkeiten der Verknüpfung dieser Akteure oder Gruppen. Die Entwicklung der Informationstechnologie zur Unterstützung von Informations-, Kommunikations- und Kooperationsprozessen kann daher nicht mehr losgelöst von Fragen der Organisations- und Arbeitsmethodik gesehen werden.

Auch die zur Verfügung stehenden Werkzeuge zur Bearbeitung domänenspezifischer Problemstellungen (Simulation, Information, Berechnung) sind nicht darauf ausgelegt Grundlagen zur Entscheidung im Kontext des Gesamtprojektes zur Verfügung zu stellen. Der Grad der inhaltlichen Verknüpfung individueller Planungsanstrengungen wird daher allein vom interdisziplinären Bewußtsein der beteiligten Akteure bzw. der Qualität des Projektmanagements bestimmt [2].

Anstrengungen, die Verknüpfung einzelner Planungsaspekte zu verbessern und so eine integrale Vorgehensweise in der Planung zu unterstützen, sind daher sowohl im Bereich der Planungsmethodik und deren technischer Umsetzung erforderlich, als auch im Bereich der Entwicklung von Werkzeugen zur Bearbeitung von Planungsaufgaben und deren Einbindung in den methodischen Kontext der Vorgehensweise.

## 2 Struktur Kooperationsmethodik

Im Rahmen des Forschungsprojekts RETEx II / INTESOL [3] sowie verschiedener anderer Projekte unter Industriebeteiligung wurde vom Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) der Universität Karlsruhe (TH) eine Kooperationsmethodik entwickelt, welche die konsequente Verknüpfung verschiedener Planungsaspekte in allen Lebensphasen eines Planungsprojektes (Vorplanung bis Abriß des Gebäudes)

unterstützt. Kennzeichnend für diese Methodik ist die konsequente Projekt-, Ziel- und Ressourcenorientierung im Planungsvorgehen.

Aspekte einer umfassenden Computerunterstützung wurden bei der Entwicklung dieser Kooperationsmethodik von Anfang an mit einbezogen, um eine Verschmelzung von Kooperationsmethoden und unterstützenden Systemen in der sogenannten RETEx II / INTESOL-Planungsplattform zu ermöglichen.

Erkenntnisse geeigneter Organisations- und Managementmodelle (Projektorganisation, Management by Objectives, Regelkreismodelle) und Konzepte der virtuellen Organisationen wurden in die Methodik eingearbeitet [4]. Als Grundlage der Verknüpfung am Planungsprozeß beteiligter Akteure sind folgende Elemente zu nennen:

## **2.1 Containermodell**

Spezifische Objekte und Informationen werden flexibel in komplexe aber einheitliche Containerelemente abgelegt, welche die Möglichkeit bieten, zusätzliche Information (Metainformation) zum eigentlichen Containerinhalt zu verwalten. So erreicht man eine strukturierte Erfassung bei gleichzeitiger Offenheit des Systems. Die Eingabe der Metainformation kann sowohl manuell, als auch vom System selbst aus externen Informationssystemen erfolgen.

## **2.2 Metainformation**

Integrale Planung beruht stark auf der Einbeziehung möglichst umfangreicher Planungsinformation auch anderer Disziplinen. Um Zusammenhänge zu erkennen und die Interpretationsfähigkeit zu erhöhen, muß der eigentlichen Information speziell für die Teammitglieder aufbereitete Metainformation zugeordnet werden können. Speziell bei der aktiven Unterstützung durch wissenbasierte Systeme spielt dies als Aktionsgrundlage eine große Rolle.

## **2.3 Modellierung Wechselwirkungen/Beziehungen**

In starkem Zusammenhang zur eben erläuterten Metainformation ist auch die explizite Modellierung von Beziehungen zu sehen. Abhängigkeiten können sowohl auf Ebene der Projektstruktur (z.B. Kontextbereiche), als auch zwischen den verschiedenen Containerelementen flexibel definiert werden. Die Art der Beziehung kann - je nach Projektphase - dabei sowohl qualitativ als auch quantitativ sein. Ziel dabei ist, in frühen Phasen noch nicht quantitativ beschreibbare Abhängigkeiten zumindest qualitativ in semantischer Form zu beschreiben (Möglichkeit der Abbildung als Regel).

## 2.4 Kontextbereiche

Die bekannten Ansätze im Baubereich systematisieren den Planungsprozeß in Phasen und Gewerken. Diese sind aus den Anforderungen an verallgemeinerte Planungsobjekte abgeleitet und zeichnen sich sehr stark durch eine funktionsspezifische Sicht aus. Dies bedeutet eine Kooperation auf Basis sachlicher- oder technischer Elemente des Arbeitsprozesses, die zeitlich feste Vergabe von einzelnen Handlungen und die Inanspruchnahme externer Koordinationsleistung. Die Planer arbeiten isoliert und sehen nur die Schnittstellen, aber nie das Gesamte. Im Gegensatz dazu erfolgt bei einer integralen oder teamorientierten Planung die Kooperation aufgrund dynamisch ausgehandelter Regeln. Diese orientieren sich stärker an den Zielen und Aufgaben des spezifischen Planungsobjektes. Integrale Planungsleistung muß dabei immer im Kontext gesehen werden. Diese beiden Aspekte zusammen führten zur Idee der Kontextbereiche.

Ein Kontextbereich stellt keine einzelne Aktivität oder einen einzelnen Vorgang dar, sondern faßt beteiligte Personen, Zieldefinitionen, Aufgabendefinitionen, verschiedene Objekte wie z.B. Dokumente oder Werkzeuge, Referenzen auf Wissen und ggf. auch Arbeitsprozesse in einem Kontext zusammen.

Kontextbereiche erfordern aber eine unterschiedliche Sichtweise auf die Systematisierung des Planungsprozesses. Die folgende Abbildung soll den Unterschied verdeutlichen.

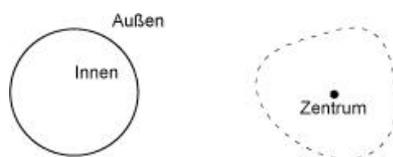


Abbildung 1: Bereichsdefinition

Der Kontextbereich ist nicht durch fest gezogene Grenzen, sondern durch seinen Mittelpunkt definiert. Links erfolgt die Definition eines Bereichs durch die explizite Angabe des Rands, rechts durch die Nähe zum definierenden Mittelpunkt.

Um entscheiden zu können, ob etwas im Bereich liegt, muß man im linken Beispiel apriori, explizit und eindeutig die Grenzen definieren. Dies ist z.B. bei der funktionsorientierten Vergabe von Aufgaben notwendig. Der Kontextbereich hingegen ist bestimmt durch eine Definition des „Mittelpunkts“. Sein Rand wird implizit durch die Elemente definiert, die sich um diesen Mittelpunkt gruppieren. Er besitzt somit einen nach allen Seiten offenen und flexiblen Rand. Nicht die Modellierung der Abgrenzung, sondern die der Integration ist Ziel dieses Ansatzes.

Als Kontextbereiche werden in diesem Zusammenhang Planungsaspekte, wie zum Beispiel Nutzung, *Gestaltung* oder Energie bezeichnet. Der Kontextbereich ist das zentrale organisatorische Element. Er ist von der Definition her offen, denn er wird durch seine Zieldefinition und durch seine beinhaltenden Objekte beschrieben. Er ermöglicht die zielgerichtete Integration von Ressourcen auf Projektebene, fokussiert auf einen spezifischen Planungsaspekt und kapselt so gleichzeitig die Komplexität für

die Planer. Jedem Kontextbereich zugeordnet ist ein Team von Planern, die dort unterschiedliche Rollen annehmen können. Obwohl die starken inhaltlichen Abhängigkeiten schon innerhalb eines Kontextbereiches explizit berücksichtigt werden, können auf Projektebene auch Kontextbereiche Wechselwirkungen untereinander haben (die Gestaltung eines Bauwerkes steht klar in Wechselbeziehung mit dessen energetischen Anforderungen und Eigenschaften). Diese Beziehungen werden qualitativ beschrieben und haben auf organisatorischer Ebene eine Zuordnung zu einer Person mit der speziellen Rolle des Kantenmoderators. Dieser ist in den in Beziehung stehenden Kontextbereichen als Planer involviert und ist für die Berücksichtigung der Abhängigkeiten verantwortlich. Weiterhin beinhaltet ein Kontextbereich die oben schon angesprochenen Containerelemente für Ziele, Anforderungen, Aufgaben, Werkzeuge und Information. Diese Elemente können wiederum untereinander verknüpft werden. So ordnet man z.B. der Information immer entsprechende Aufgaben und Werkzeuge zu, um geeignete Sichten zu ermöglichen. Auch Aufgaben untereinander können zueinander in Beziehung stehen. Diese Grundstruktur, beschrieben auch in [5], regelt die Arbeitsweise der beteiligten Akteure in der virtuellen Planungsumgebung und ist Entwicklungsgrundlage verschiedener, in das System integrierter Planungswerkzeuge zur Entscheidungsunterstützung.

### **3 Struktur Planungswerkzeuge**

Die bekannten Umgebungen der computerbasierten Entscheidungsunterstützung sowie formale Strategien der Wissensakquisition neigen dazu, domänenspezifisches Wissen als eine Kumulation logisch konsistenter Parameter zu betrachten. Allerdings weist die typischerweise iterative Vorgehensweise in Entscheidungsprozessen darauf hin, daß es sich bei Anforderungen und Zielen um dynamisch veränderliche Größen handelt. Die gezielte Selektion dieser Faktoren ist daher wichtiges Ziel einer effektiven Entscheidungsunterstützung. Dies erfordert jedoch eine Informationsgewinnung welche nicht auf dem klassische „broadcasting“ Prinzip beruht, bei welchem ein Sender vielen Empfängern pauschal Information zur Verfügung stellt, sondern einer bedarfsorientierten Informationsgewinnung bei welcher die Anforderungen an Art und Qualität durch den Informationssuchenden berücksichtigt werden.

Der Lösungsansatz komplexer Probleme erfordert daher eine Vorgehensweise, welche von der Problemlösung selbst und nicht einer apriori festgelegten Strategie dominiert wird. Es ist in diesem Zusammenhang vielmehr erforderlich, daß assistierende Ressourcen den Wissenshorizont erweitern, damit alternative Lösungsstrategien dynamisch vom Bearbeiter adaptiert werden können um so intuitive Situationen zu ermöglichen. Bei der Entwicklung computerbasierter Systeme, welche diesen Prozeß unterstützen, kommen in diesem Zusammenhang heuristische Regeln zum Einsatz, welche als Satz von Instruktionen in einem explorativen Prozeß ein unbekanntes Ziel

erreichen lassen. Diese Vorgehensweise ist ungewohnt, da sie im Gegensatz zur klassischen, Algorithmus basierten Vorgehensweise steht, bei welcher eine Anzahl von Instruktionen zur Erreichung eines bekannten, vollständig spezifizierten Zieles zum Einsatz kommen.

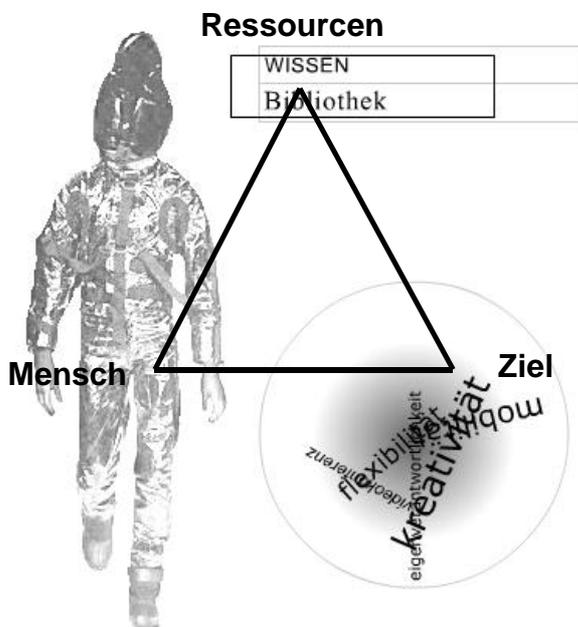


Abbildung 1: Informationsgewinnung

In diesem Zusammenhang sei daher nochmals darauf hingewiesen, daß der vorgestellte Ansatz nicht die mehr oder minder maschinengestützte Generation von Lösungen zum Ziel hat, sondern die übersichtliche Bereitstellung aller erforderlichen Entscheidungsgrundlagen.

Damit soll das innovative und intuitive Potential des Benutzers gefördert werden, was wiederum zu einem, im Bauwesen typischerweise geforderten individuellen Entscheidungsergebnis führt.

Folgende Klassen der Entscheidungsunterstützung werden durch den Ansatz Berücksichtigt:

- Kontextspezifisch
- Kontextspezifisch individuell
- Alle am Planungsprozeß beteiligten Akteure
- Domänenspezifisch

Der Ansatz der Entscheidungsunterstützung verfolgt zunächst die konsequente Bereitstellung von Information auf der Grundlage domänenspezifischer Heuristiken. Hierbei wird der Benutzer zunächst durch einen Abfrage Prozeß geleitet, in welchem das System im Dialog mit dem Benutzer fehlende Informationen der Problembeschreibung generiert [6]. Diese Informationen werden in der Planungsplattform nach einer speziellen Systematik ihrem Sachgehalt entsprechen gespeichert und stehen auch anderen Aktionen (Werkzeuge, etc.) zur Verfügung. Eine weitgehende Abbildung der Information entsprechend den Industrie Foundation Classes (IFC) wird dabei angestrebt.

Der Dialog mit dem Benutzer erlaubt gleichzeitig einen individuellen Trainings- und Weiterbildungsprozeß, ähnlich zu sogenannten „Computer-Based Trainig“ (CBT) Systemen. Im Unterschied zu diesen Systemen erfolgt der Lernprozeß allerdings mit direktem Problembezug und erlaubt eine Anpassung der Lern- und

Informationseinheiten an die individuellen Erfordernisse des Benutzers [7]. Durch die Implementierung des Systems auf der Grundlage von Internettechnologien ist die Integration aller erdenklichen Ressourcen möglich. Es ist in der Grundstruktur vorgesehen, domänenspezifische Ressourcen durch domänenspezifische Gruppen (Fachingenieure) als Dienstleistung vorzuhalten. Ähnlich bereits existierender kommerzieller Datenbanken (Materialien, Leistungen, etc. ) könnten in Zukunft Fachplaner ihr Wissen und ihre Kompetenz nicht nur als Planungsleitung zur Verfügung stellen, sondern in sozusagen hybrider Funktion direkt am Planungsprozeß teilnehmen und gleichzeitig mit der Bereitstellung domänenspezifischer Module andere Planungsbeteiligte in ihrer Arbeit unterstützen (siehe Abbildung 3).

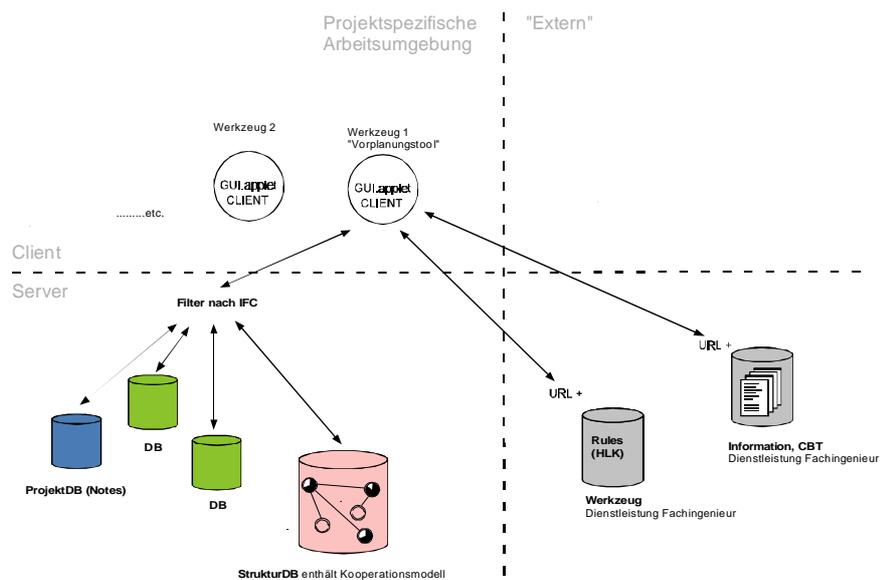


Abbildung 3: Szenario der integrierten Entscheidungsunterstützung

Um eine iterative Vorgehensweise zu ermöglichen [6] basiert die Vorgehensweise bei der Entscheidungsunterstützung dabei auf folgender Systematik:

- Erfassung des Problems
- Bestimmung der Ziele, die angestrebt werden
- Analyse des Ist-Zustandes
- Analyse der Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen
- Suche von Alternativen
- Bewertung und Auswahl einer Alternative

## 4 Zusammenfassung

Der vorliegende Artikel beschreibt die Implementierung einer Planungsplattform zur computerbasierten Integralen Planung. Die Planungsplattform wird mit der Benennung verschiedener Komponenten erläutert, welche die Integration des Planungsteams unterstützen. Besonderer Fokus gilt hierbei einer Grundstruktur zur Entscheidungsunterstützung in modularem Aufbau.

Die beschriebenen Komponenten wurden im Rahmen verschiedener Forschungsvorhaben des Instituts für Industrielle Bauproduktion (ifib), an der Universität Karlsruhe (TH) entwickelt und implementiert bzw. sind Gegenstand laufender Forschungsvorhaben.

## Literatur

- [1] Borghoff U., J. H. Schlichter (1995). „*Rechnergestützte Gruppenarbeit.*“ Springer Verlag, Berlin.
- [2] Newell A. (1990). "*Unified Theories of cognition.*" Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien.
- [3] <http://ifib41.ifib.uni-karlsruhe.de/Intesol>
- [4] Malik F. (1996). "*Strategie des Managemnts komplexer Systeme, Ein Beitrag zur Management-Kybenetik evolutionärer Systeme.*" Harvard University Press, Cambridge, MA.
- [5] Kohler, N. et. All. (1997). „Zwischenbericht des Projektes RETEx II / INTESOL für das Jahr 1997.“ Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe (TH).
- [6] Smith J.B. (1994). "*Collective Intelligence in Computer-Based Collaboration.*" Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New York.
- [7] Fitzpatrick, G. and Kaplan, S. and Mansfield, T. (1994). "*Physical spaces, virtual places and social worlds: A study of work in the virtual.*"
- [8] Schön D. (1983). "*The Reflective Practitioner, How Professionals Think in Action.*" Basic Books, Inc. Publishers, New York.