

Praxisforum Poster

14. ASIM – Symposium Simulationstechnik Hamburg, September 2000

Dietmar P. F. Möller (Hrsg.)

ARGESIM Report Nr. 18
ISBN 3-901608-18-4

ASIM Mitteilungen AMB 73



ARGESIM Report

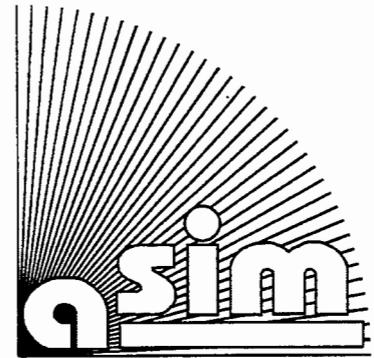


ARGESIM Report



ARGESIM Report





**Praxisforum
Poster**

**14. ASIM – Symposium
Simulationstechnik
Hamburg, September 2000**

Dietmar P. F. Möller (Hrsg.)

ARGESIM Report Nr. 18
ISBN 3-901608-18-4

ASIM Mitteilungen AMB 73

Reihe „ARGESIM Reports“
Reihenherausgeber: F. Breitenecker

ARGESIM Report Nr. 18
Herausgeber: D. P. F. Möller

Zusammenstellung, Druckvorbereitung :
S. Bergstedt (Universität Hamburg), S. Rahmi (TU Wien)

© 2000 ARGESIM
ARGE Simulation News (ARGESIM)
Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstraße 8-10
A-1040 Wien, Österreich
Tel.: +43-1-58801-11452
Fax: +43-1-58801-11499
Email: info@argesim.org
WWW: <http://www.argesim.org>

ISBN 3-901608-18-4

Vorwort

Die Simulationstechnik hat eine immer stärkere Bedeutung bei der Bewältigung der vielfältigen, in der Regel hochkomplexen Problemstellungen in Forschung, Entwicklung und Anwendung erfahren. Die schnelle Entwicklung auf dem Gebiet der Simulationstechnik macht es daher erforderlich, ständig den Entwicklungsstand in Forschung, industrieller Anwendung und akademischer sowie betrieblicher Ausbildung neu zu bestimmen und zu dokumentieren. Diesem Anliegen genügt auch die 14. Jahrestagung Simulationstechnik der deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Simulation (ASIM) in der Gesellschaft für Informatik (GI), steht doch hier die Förderung des Informations- und Erfahrungsaustausches zwischen Fachleuten, die auf dem Gebiet Modellbildung und Simulation in Industrie, Forschung und Lehre tätig sind, im Vordergrund. Methoden und Anwendungen der Simulationstechnik spiegeln damit die Berandungen der thematischen Breite wieder. Die Breite der Anwendungen ist einerseits durch die beteiligten Disziplinen gegeben, die Ingenieurwissenschaften, die Naturwissenschaften, die Wirtschaftswissenschaften, die Sozial- und Geisteswissenschaften, etc. und andererseits durch die aus diesen resultierende thematische Breite, die von der Planung und Auslegung technischer Systeme, der Beantwortung betriebswirtschaftlicher Fragestellungen, der Simulation von Logistik- und Produktionsprozessen, der Unterstützung umweltepidemiologischer Untersuchungen, der Modellierung mechatronischer Systeme mit VHDL-AMS, dem Training komplexen Handelns in Simulatoren bis hin zu Anwendungen in Biologie, Chemie, Medizin, Physik, etc. reicht.

Ziel der 14. ASIM Jahrestagung Simulation, welche vom 25. bis 28. September 2000 im Geomatikum der Universität Hamburg stattfindet, ist es, ein wissenschaftliches Forum für Wissenschaftler und Anwender zu bilden, auf dem man sich umfassend über die Möglichkeiten und Grenzen der Simulation, ihre Einsatzfelder und Nutzungspotentiale informieren kann. Dazu werden sowohl neuere Entwicklungen zu Modellierungs- und Simulationsmethoden als auch Simulationswerkzeuge sowie vielfältige Anwendungen vorgestellt und diskutiert. Erstmals wird die ASIM Jahrestagung gemeinsam mit der ESS der SCS-Europe durchgeführt als ASIM 2000/ESS 2000 Joint Conference. Die ESS 2000 findet vom 28. bis 30. September 2000 ebenfalls im Geomatikum der Universität Hamburg statt, und ist das 12. European Symposium for Simulation and Exhibition. Durch die zeitliche Zusammenlegung beider Tagungen wird den Teilnehmern der ASIM die Möglichkeit gegeben, den Erfahrungsaustausch auch im internationalen Rahmen am selben Ort durchzuführen. Die Gelegenheit dazu haben viele Teilnehmer der ASIM Jahrestagung genutzt, denn auf der ASIM 2000 und der ESS 2000 werden zusammen rund 250 angenommene Vorträge und 9 eingeladene Übersichtsvorträge gehalten. Hinzu kommen Workshops, Industrieforen, User Group Meetings, Tutorials, Exkursionen, etc.

Das vorliegende Supplementum enthält im einzelnen folgende Beiträge:

- Hauptvortrag Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik
- Vorträge zu den Industrieforen Java und Steuer- und Regelgeräte im KFZ
- Vorträge zu parallelen Sitzungen
- Vorträge zu den Workshops
- Posterbeiträge

Prof. Dr.-Ing. Dietmar P. F. Möller

Hamburg, im September 2000

Inhaltsverzeichnis

Plenarvortrag

S. Wenzel, Dortmund Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik	1
--	---

Industrieforen

Java

Organisation: R. Kosnetzow, Sun Microsystems, Hamburg

J. Trapp, C. Gonzales Java3D	11
---------------------------------------	----

J. Trapp Jini TM - Ein Überblick	17
--	----

Steuer- und Regelgeräte im Kraftfahrzeug

Organisation: E. Hessel, Lippstadt

P. Brangs Modulares Gesamtfahrzeug für den HiL-Einsatz – entworfen im MSR-Projekt	23
--	----

Parallelsitzungen

Sitzung Simulation technischer Systeme II

G. Petuelli, U. Müller, J. Pushmann simKSS – grafische Oberfläche zum Modellieren und Simulieren von Kühlschmierstoffkreisläufen	29
--	----

Sitzung Virtuelle und erweiterte Realität

G. Reik, C. Zemke Simulation und GIS - Strategien zur verknüpfenden Analyse	35
--	----

Sitzung Simulation in der Medizin

J. Overweg, G. Thiessen Einsatz der Simulationstechnik in der Entwicklung neuer medizintechnischer Produkte	41
---	----

Workshop Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften I

Organisation: J. Wittmann, Rostock

A. Gnauck

Entscheidungsmodelle zum Wassergütemanagement in Flussgebieten.....47

Sitzung Simulationsmethoden und Werkzeuge IV

H. Westphal

Modellbildung und Simulationsmethoden - von einer synergetischen

Betrachtung zur Projektdefinition.....53

Postersitzung

B. Kesper, D. P. F. Möller, E. Godehardt

Rekonstruktion und Visualisierung des Neandertalers61

D. P. F. Möller

Verteilte Web-basierte Internet Applets: Modellierungs-Framework und GUI

Entwurf67

M. Frank, T. Hanschke, M. Kramer, I. Meents, H. Zisgen

Die EPOS Indexblätter.....71

M. Frank, T. Hanschke, M. Kramer, I. Meents, H. Zisgen

Integrierte Simulation.....73

M. Frank, T. Hanschke, M. Kramer, I. Meents, H. Zisgen

Integrierte Simulation mit EPOS.....75

J. Wöckl, F. Breitenecker

Modelle für Abwasserreinigung - Modellarten, Implementierungen, Vergleich77

S. Rahmi, B. Pototschnig, E. Hajrizi

Process oriented Modelling (ARENA 3.5) vs Atom / Event - Oriented Modelling

Approach (Taylor 2.0) - Case Study based on ARGESIM Comparison C2

"Flexible Assembly System"79

E. Hajrizi, F. Breitenecker

INTSCHED - ein intelligentes Softwaremodul für simulationsbasiertes optimales

Scheduling in flexiblen Fertigungssystemen.....81

W. Garn, S. Wassertheurer, F. Breitenecker

Modelling, Simulation and Analysis of Computer Networks using OPNET83

ASIM Publikationen

Buchreihen "Fortschritte in der Simulationstechnik - Advances in Simulation"

und "Fortschrittsberichte Simulation - Frontiers in Simulation",

ARGESIM Reports, ASIM - Mitteilungen, SNE Simulation News Europe.....87

Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik

Dr.-Ing. Sigrid Wenzel
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4
44227 Dortmund
Tel.: 0231- 9743-237 / Fax.: 0231 9743-234
Email: wenzel@iml.fhg.de

Zusammenfassung

In Ergänzung zu den klassischen Modellierungskonzepten werden heute für die Simulation in Produktion und Logistik verstärkt Referenzmodelle entwickelt, um Erfahrungswissen zu dokumentieren, zu kommunizieren und den Aufwand für die Erstellung von Simulationsmodellen zu reduzieren. Die Modelle sollen wiederkehrende und wiederverwendbare Strukturen und Prozesse in den Anwendungen systematisch beschreiben und damit diese für die Simulation einfacher zugänglich und effektiver umsetzbar machen. Der vorliegende Beitrag diskutiert den Referenzmodellbegriff für die Simulation, zeigt ein Klassifikationsschema auf und stellt beispielhaft einige Referenzmodelle hinsichtlich Inhalt und Aufbau, Verwendungszweck sowie Nutzen aus der Sicht der Anwendung vor. Die Gedanken zur konsequenten Nutzung der Referenzmodelle in bezug auf die heute existierenden Bestrebungen hinsichtlich verteilter Anwendungen werden in einem abschließenden Kapitel weitergeführt. Der vorliegende Beitrag stützt sich auf die Ergebnisse des 1996 konstituierten Arbeitskreises *Referenzmodelle* der ASIM-Fachgruppe *Simulation in Produktion und Logistik* und orientiert sich in seinen Inhalten an das in diesem Zusammenhang im März 2000 erschienene Buch *Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik* [1].

1 Das Referenzmodell – eine Begriffsdefinition

Die verschiedenen in der Literatur anzutreffenden Verwendungsformen des Begriffes *Referenzmodell* (vgl. z. B. [2] - [12]) reichen von einer eher umgangssprachlichen Nutzung, abgeleitet aus dem Wort Referenz als eine Empfehlung oder eine Auskunftsperson, auf die man sich zu seiner Empfehlung beruft, bis hin zum Referenzmodell als Referenz-Vorgehensmodell, Referenz-Architekturmodell, Referenz-Bewertungsschema oder als Referenz-Organisationsmodell [13]. Die Bandbreite der Begriffsdefinitionen und die Unterschiedlichkeit in der jeweiligen inhaltlichen Ausprägung weisen auf die Notwendigkeit einer eigenen Definition für die Simulation in Produktion und Logistik hin. Bei der hier im Fokus

stehenden Zielsetzung sind allerdings weder die Betrachtung unterschiedlicher Architekturen von Simulationswerkzeugen noch die Aufarbeitung von Vorgehensmodellen für die Einführung der Simulation in Unternehmen oder für die Durchführung von Simulationsstudien von Bedeutung. Betrachtungsgegenstand hinsichtlich des hier verwendeten Begriffs Referenzmodell für die Simulation in Produktion und Logistik ist ausschließlich der Modellbildungsprozess und der damit in engem Zusammenhang stehende Wunsch der Vereinfachung dieses Prozesses durch die Vorgabe von vordefinierten, anwendungsorientierten Modellen. Die in dem Arbeitskreis *Referenzmodelle* der ASIM-Fachgruppe *Simulation in Produktion und Logistik* erarbeitete Definition zielt damit auf eine Verwendung des Begriffs als Referenz-Anwendungssystemmodell (vgl. [12]) ab. „Ein Referenzmodell umfasst eine systematische und allgemeingültige Beschreibung eines definierten Bereichs der Realität mit den für eine vorgegebene Aufgabenstellung relevanten charakteristischen Eigenschaften und legt das zugehörige Modellierungskonzept fest. Im Bereich der Simulation dienen Referenzmodelle als Konstruktionsschemata für den Entwurf von aufgabenbezogenen Simulationsmodellen.“ (vgl. [13], S. 13). Wesentlich in diesem Zusammenhang sind die grundsätzlichen Zielrichtungen, mit denen Referenzmodelle entwickelt werden, und ihre Positionierung neben anderen Modellbegriffen. „Ein Referenzmodell [...] betrachtet vorrangig die Semantik und nicht die Syntax, so dass von der Syntax „abstrahiert“ wird. Es werden semantische Gemeinsamkeiten in den Modellen konstruiert, um sie im Referenzmodell „abbilden“ zu können.“ [12], S. 72. Im Gegensatz zum Referenzmodell beschreibt ein *Metamodell* zu einem Modell die Syntax des Modellsystems und abstrahiert von der Semantik. Somit steht ein Referenzmodell nach diesem Begriffsverständnis auf der gleichen semantischen Stufe wie das Modell, das mit ihm abgebildet wird, besitzt allerdings folgende charakteristische Merkmale (vgl. auch [13]):

- Vorlagencharakter, d. h. sie dienen als Vorlage für die Erstellung eines konkreten anwendungsspezifischen Modells,
- einen gewissen Grad an Allgemeingültigkeit im Rahmen der Aufgabenstellung, so dass er die Offenheit bietet, Modelle für unterschiedliche reale Systeme ableiten zu können,
- Übertragbarkeit und leichte Anpassbarkeit an die jeweiligen systemspezifischen Anforderungen; jedoch sind Referenzmodelle als beispielhafte Gesamtlösungen nie vollständig wiederverwendbar, da kein Unternehmen dem anderen genau gleicht,
- modularen Aufbau und damit leichte Erweiterbarkeit,
- Unabhängigkeit von der eigentlichen Implementierungssoftware, d. h. sie besitzen eine simulator-unabhängige Beschreibung,

- starker inhaltlicher Bezug zum Erfahrungswissen der **Anwendung**,
- eine leichte Verständlichkeit und einheitliche Begriffswelt,
- Möglichkeit zur Erstellung von Implementierungsmodellen mit reduziertem Aufwand.

Mit diesen Charakteristika lehnen sich Simulationsreferenzmodelle an die Eigenschaften der in anderen Anwendungsbereichen verwendeten Referenzmodelle an, berücksichtigen aber die spezifischen Rahmenbedingungen der Simulation.

2 Klassifikation von Referenzmodellen und Einordnung in bestehende Modellierungskonzepte

In der Literatur gibt es verschiedene Ansätze zur Klassifikation von Referenzmodellen. Eine auch für die Simulation durchaus tragfähige Differenzierung erfolgt in [12] nach dem Adressaten (Nutzer) und dem damit verbundenen Zweck der eigentlichen Modellnutzung; dies führt zu einer Unterscheidung von Referenzmodellen nach *Referenz-Anwendungssystemmodellen* (vgl. SAP R/3-Referenzmodell [4]) und nach *Referenz-Organisationsmodellen*, wie sie zum Beispiel in der Betriebswirtschaft zu finden sind. Nach [12] handelt es sich bei den Referenzmodellen für die Simulation um Referenz-Anwendungssystemmodelle, die allerdings für die Simulation in Produktion und Logistik weiter zu konkretisieren sind.

In Anlehnung an das Forschungsprojekt GiPP *Geschäftsprozessgestaltung mit integrierten Prozess- und Produktmodellen* des BMBF im Rahmenkonzept Produktion 2000 [7, 14] ist auch für Referenzmodelle in der Simulation eine Unterteilung nach Referenzmodelltypen unter dem *Abbildungsfokus* zweckmäßig. Die Differenzierung ist damit weitaus detaillierter als die in [12] beschriebene, da sie die branchen-, funktions-, prozess- und strukturspezifischen Sachverhalte, die bei der Erstellung von Simulationsmodellen relevant sein können, einbezieht. In diesem Kontext sind mindestens die folgenden Differenzierungen notwendig, um eine konsistente Klassifikation der Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik zu erhalten:

Branchenbezogene Referenzmodelle orientieren sich an den für eine Branche typischen Abläufen, Strukturen und charakteristischen Merkmale und beinhalten das Erfahrungswissen dieser Branchen. Sie sind dann notwendig, wenn sich für eine Branche einzigartige Charakteristika herauskristallisieren (z. B. in der Halbleiterindustrie). *Referenzmodelle für eine bestimmte betriebliche Teilfunktion* fokussieren sich auf untergeordnete Teilfunktionen einzelner Organisationsbereiche wie Beschaffung, Fertigung oder Umschlag / Kommissionierung. Die Abbildung der unternehmensinternen Strukturen und Abläufe erfolgt allerdings nicht im Hinblick auf die Organisation, sondern betrachtet den Organisationsbereich als Anwendungssystem. Auch für bestimmte *Einzelprozesse* wie z. B. für chemische Prozesse bei der Filmentwicklung oder für einzelne *Systemkomponenten* wie z. B. spezielle Maschinen

oder Transportmittel können Referenzmodelle entwickelt werden, die im allgemeinen einen recht hohen Detaillierungsgrad besitzen. Im Gegensatz hierzu stehen die *Referenzmodelle für übergeordnete Prozesse oder Strukturen*, die weder den Gegebenheiten einer Geschäftsbranche noch einer Unternehmensfunktion unterliegen, sondern einen allgemeinen Sachverhalt wie beispielsweise prinzipielle Entscheidungsvorgänge oder Qualitätsmerkmale modellieren.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass begründet durch die Tatsache des subjektgeprägten Modellbildungsprozesses durchaus auch Referenzmodelle denkbar sind, die sich nicht dieser Klassifikation unterwerfen und verschiedene Teilaspekte der einzelnen Kategorien in Kombination vereinen.

Hinsichtlich der Einordnung in die für die Simulation bereits existierenden *Modellierungskonzepte* [15] sind Referenzmodelle begründet durch ihre semantische Applikationsnähe oberhalb der applikationsorientierten Modellierungskonzepte einzuordnen. Eine Nutzung weiterer – z. B. generischer oder theoretischer – Modellierungskonzepte ist dabei gewünscht, wenn nicht sogar zwingend notwendig.

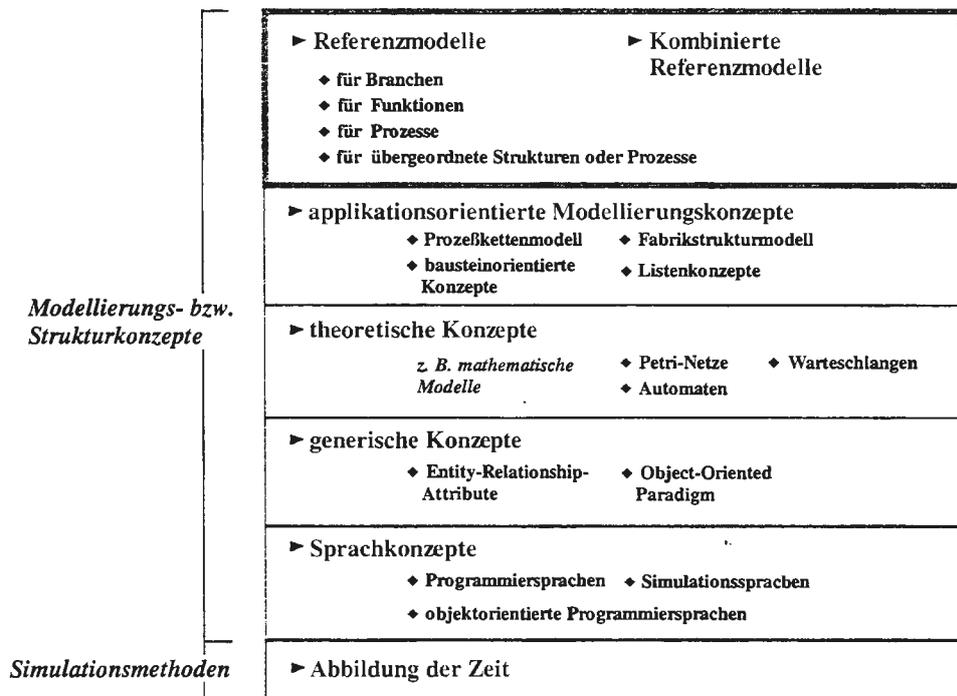


Bild 1: Positionierung der Referenzmodelle innerhalb der Modellierungskonzepte für Simulation (angelehnt an [16], S. 38)

Ein einziges Referenzmodell muss allerdings nicht zwangsläufig die alleinige Vorlage für ein zu entwickelndes Modell darstellen. Der Simulationsfachmann sollte je nach Fragestellung ggf. auf *mehrere* für den Sachverhalt notwendige Referenzmodelle zurückgreifen können.

3 Beispiele für Referenzmodelle

Der Nutzen der Referenzmodelle bei der Modellbildung in der Simulation ist insgesamt unumstritten: Erwartet werden Reduktionen von Aufwand und Kosten bei der Modellierung und damit Verkürzungen der Dauer einer Simulationsstudie bei gleichzeitiger Verringerung von Modellierungsfehlern durch die Verwendung vordefinierter Modellstrukturen. In [1] zeigen die Arbeiten von zehn nationalen Autorengruppen aus Industrie und Forschung die Bandbreite der heutigen Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik auf und verdeutlichen den aktuellen Entwicklungsstand für Referenzmodelle im Bereich der Simulation in Produktion und Logistik in Deutschland. Zum besseren Verständnis für den Leser seien an dieser Stelle je ein typische Vertreter der in Kapitel 2 beschriebenen Kategorien vorgestellt (vgl. tabellarische Zusammenstellung in Bild 3). Weiterführende Aussagen zu den einzelnen Referenzmodelle bzw. zu weiteren Referenzmodelle sind in [1] zu finden. Es sei an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass die potentiellen Anwendungen von Simulationsmodellen in Produktion und Logistik – aufgespannt durch die Dimensionen *Unternehmensbereich*, *Untersuchungsgegenstand*, *Anlagenlebenszyklus* (vgl. Bild 2) und zusätzlich beschrieben durch die *Abbildungstiefe* – über die hier vorgestellten Referenzmodelle nur zu einem Bruchteil abgedeckt sind.

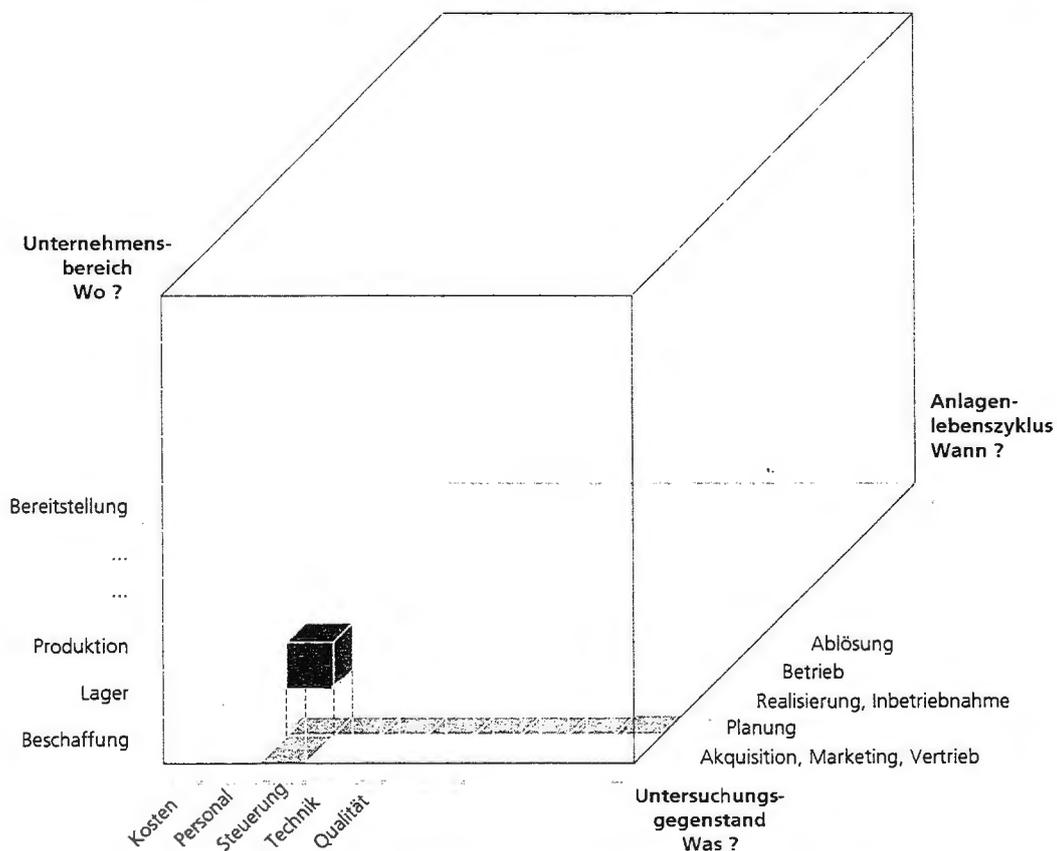


Bild 2: Bandbreite der Anwendungen (vgl. [1], S. 258)

Referenzmodell	Kategorie	Inhalt und Aufbau	Verwendungszweck	Nutzen aus der Sicht der Anwendung
<p><i>Automobilrohbau und -lackiererei [17]</i></p>	<p>Branche</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Grundelemente für die Anlagen- und Fördertechnik des Rohbaus und der Lackiererei auf verschiedenen Detaillierungsebenen (z. B. Shuttleanlagenbereiche, Prüfplätze, EHB-Haltestelle, Verteilwagen, Hubtische) - typische Steuerungsabläufe (z. B. in Farbsortier- oder Leerziehspeichern) - bewegliche Elemente (z. B. Karossen, Aufträge, Verteilwagen) - übergeordnete Modellparameter wie Anlagen- und Störparameter - Statistiken mit den branchentypischen Kennzahlen (z. B. Füllstandskennlinien, Verwirbelungskennzahlen) 	<ul style="list-style-type: none"> - durchgängige Unterstützung des Planungsprozesses vom Konzept bis zum laufenden Betrieb auf verschiedenen Detaillierungsstufen in Bezug auf die Anlagen- und Fördertechnik der Branche 	<ul style="list-style-type: none"> - einfachere und kostengünstige Modellierung von Systemen dieser Branche - Unterstützung der Mikro- und Makrosimulation - durchgängige Modellnutzung - Anpassung an die Bedarfe der Automobilindustrie
<p><i>Umschlag und Kommissionierung [18]</i></p>	<p>betriebliche Teilfunktion</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vordefinierte Prozessabläufe des Umschlagens und Kommissionierens - Trennung in die Beschreibung der Aufbaustrukturen (Anzahl von Regalen, Position, Anordnung, Zonung), Ablaufstrukturen wie Kommissionierstrategien (z. B. ein- oder zweistufig, seriell oder parallel) und Kommunikationsstrukturen (z. B. mit und ohne Beleg) - Ressourcenklassen für Personal, Fläche/Raum, Arbeitsmittel, Arbeitshilfsmittel, Organisationsmittel, Bestände - produktneutrale Abbildung von physischen und informationellen Gütern - systemneutrale Beschreibung von Systemlasten auf der Basis von Aufträgen - Trennung in eine Bereichs-, System-, Komponenten- und Grundfunktionsebene - spezifische Rahmen-, Produktivitäts-/Kosten- und Qualitätskennzahlen 	<ul style="list-style-type: none"> - zielgerichtete Analysierbarkeit von Umschlag- und Kommissioniersystemen unter Berücksichtigung der typischen Wettbewerbsrestriktionen dieses Bereiches (Auffächerung des Artikelspektrums, hohe Lieferbereitschaft und Liefertermintreue, hohe Fehlerfreiheit, hohe Flexibilität, kurze Auftragsdurchlaufzeiten) 	<ul style="list-style-type: none"> - Abdeckung sämtlicher Charakteristika von Umschlag- und Kommissioniersystemen - Schaffung von analysierbarer Transparenz hinsichtlich der potentiellen Gestaltungsvielfalt - einfache Bewertung der Systemleistungsfähigkeit hinsichtlich der typischen Kennzahlen

Referenzmodell	Kategorie	Inhalt und Aufbau	Verwendungszweck	Nutzen aus der Sicht der Anwendung
<i>Chargenprozesse</i> [19]	Einzelprozess	<ul style="list-style-type: none"> - aufbauend auf dem Prozessmodell der internationalen Norm DIN IEC 65A zur Beschreibung von Mehrproduktanlagen - Trennung des Produktionsprozesses in eine Beschreibung der Anlage und der Rezepte (Folge von Arbeitsschritten) sowie Hierarchisierung dieser Elemente - Formulierung von Prozessen als Folge von chemischen, physikalischen oder biologischen Aktivitäten für die Umwandlung, den Transport oder die Speicherung von Material oder Energie - Rezeptdarstellung über Funktionspläne - simulatorneutrale Beschreibung der zeitdynamischen Abläufe zur Aktivierung von Rezeptschritten unter Berücksichtigung einer hybriden Zeitsteuerung - Anlagendarstellung über Geräte und technische Funktionen (Rollen, die von den Geräten eingenommen werden können) 	<ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung der Begriffe und Strukturen der Vorgänge innerhalb rezeptgesteuerter Mehrproduktanlagen - Formulierung des Aufbaus der Rezipiente und der Anlage sowie deren Beziehung mit dem Ziel der Übertragbarkeit von Rezepten auf verschiedene Anlagenteile - Unterstützung der Ingenieure während der Anlagenplanung und des Betriebs 	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung der interdisziplinären Entwicklung von Rezepten durch Chemiker, Verfahrenstechniker und Automatisierungstechniker - gemeinsame Verständnisbasis für alle an der Rezeptentwicklung beteiligten Personengruppen
<i>Strategien</i> [20]	übergeordnete Strukturen und Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung der Struktur des Vorgehens bei der Entscheidungsfindung / -umsetzung über eine Trennung in Strategieaufbau, eigentliche Strategie und Strategieausführung - Regeln, die in Abhängigkeit von Bedingungen bestimmte Ausführungsanordnungen ausgeben, die ihrerseits Basis der Ausführung einer Handlungsalternative bestehend aus mehreren auch zeitverzögerten Aktionen sein können - Strukturierung auch in hierarchische Strategien und Strategieklassen - Unabhängigkeit von dem eigentlich zu lösenden Problem - sehr hohes Abstraktionsniveau 	<ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung der Modellierung von reaktiven und deliberativen Strategien 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausnutzung der Strukturähnlichkeit von Modell und realem System - Modularisierung bei der Modellbeschreibung - übersichtliche Gestaltung der Modellbeschreibung bei der Verwendung alternativer Strategien - Vermeidung von Redundanzen bei der Modellbeschreibung - Unterstützung des Anwenders durch Kategorienbildung

Bild 3: Referenzmodelle im Überblick – Beispiele

4 Möglichkeiten und Chancen von Referenzmodellen

Mit Referenzmodellen werden erstmals konsequent für die Simulationstechnik die Grundlagen zur Systematisierung der Anwendungen geschaffen und hierbei begründet durch die geforderte Unabhängigkeit von der späteren Implementierungsform, d. h. dem verwendeten Simulator, die werkzeugspezifischen Belange ausgeklammert. Dieses Vorgehen erlaubt die Beschreibung von anwendungsspezifischen Strukturen, Prinzipien und Funktionsweisen unter Berücksichtigung zeitvarianter Aspekte, ohne einen Simulator zu kennen und zu nutzen. Insbesondere ermöglicht dieses Vorgehen auch die Verwendung ein und desselben Referenzmodells für unterschiedliche Implementierungsformen.

Allerdings reichen die bisherigen Bestrebungen bei weitem nicht aus, um den zukünftigen Nutzungspotentialen der Simulation in Produktion und Logistik in ausreichendem Maße zu begegnen. Beispielsweise unterliegt der traditionelle Prozess der Anlagenplanung und -realisierung einem Veränderungsprozess, der sich durch ein verstärktes Arbeiten in *verteilten* interdisziplinären Teams, in dem die Partner, die in einem späteren Stadium des Projektes die Ausführung übernehmen, bereits in der Entwurfsphase ihre spezifische Expertise liefern, kennzeichnet. Vorteile dieser Arbeitsweise sind darin zu sehen, dass die Kenntnisse und Erfahrungen aller Partner im Sinne eines tatsächlichen Concurrent Engineering zusammengeführt werden. Die Planungs- und Realisierungsphasen können aufgrund der Vermeidung von Reibungsverlusten und Informationsdefiziten entscheidend verkürzt werden. Die Simulation als *das* Kommunikationswerkzeug zwischen dem Auftraggeber, den Anlagenlieferanten und deren Zulieferern schafft ein qualitativ hochwertiges Projektergebnis. Mittelfristig werden damit die Modelle nicht mehr von einer Hand erstellt, sondern von den im Team Verantwortlichen bereit gestellt. Anlagenlieferanten werden ihr Angebot um die entsprechenden Modellen ergänzen; sie selbst werden die Komponenten ihrer Zulieferer nutzen. Modelle werden über den gesamten Anlagenlebenszyklus verwendbar. Um dieses zu erreichen, ist jedoch weit mehr notwendig, als mit den technologie-orientierten Bestrebungen der Kopplung von Simulationsmodellen und -werkzeugen über Interfaces oder Adaptoren (z. B. auf der Basis der High Level Architecture) zur Zeit erzielt wird. Um eine verteilte Nutzbarkeit und Kopplung der Modelle und Komponenten über mehrere Instanzen zu erreichen, muss bezüglich des betrachteten Anwendungsfeldes eine gemeinsame Terminologie und eine einheitliche Strukturierung vorliegen und verwendet werden.

An dieser Stelle greifen die Referenzmodelle: Sie sind die Basis, um semantische Bezüge in einem verteilten Modell herzustellen; sie schaffen eine gemeinsame Begrifflichkeit und erlauben damit eine gezielte Austauschbarkeit und/oder Kopplung von Modellen; sie stellen die Basis effizienten Modellierens dar.

Der zukünftig in der Praxis zu erzielende Nutzen wird jedoch stark bestimmt sein von der *Qualität* der Referenzmodelle selbst. Dies umfasst nicht nur die Eignung des Referenzmodells für die aktuelle Fragestellung, sondern insbesondere ihre *Validität*. Hier gibt es heute keine Mechanismen und Vorgehensmodelle zur Überprüfung derselben. Auch fehlen *Vorgehensmodelle*, die eine korrekte und ordnungsgemäße Referenzmodellerstellung unterstützen. Die systematische Herangehensweise zur *allgemeingültigen Beschreibung eines definierten Bereichs der Realität*, wie die Definition es fordert, wird im positiven Sinne unterstellt, ohne hierfür eine Systematik vorzugeben. Weitere Fragen stellen sich auch in bezug auf die spätere *Verwaltung* einmal entwickelter Referenzmodelle: Welche Retrieval-Mechanismen müssen zur Verfügung stehen, um die Inhalte eines Referenzmodells tatsächlich effizient und effektiv zu nutzen?

Das Potential von Referenzmodellen liegt nicht nur in der Entwicklung und Anwendung *eigener* Modelle, sondern in der öffentlichen Verbreitung der Ergebnisse und in der Möglichkeit der Verwendung *anderer* Modelle im Kontext der eigenen Beschreibung. Die Kooperation aller an der Schaffung von Referenzmodellen beteiligten Personen spielt damit für die zukünftige praktische Nutzbarkeit der Referenzmodelle eine nicht zu unterschätzende Rolle. Erst mit dieser Erkenntnis werden auch die angestrebten Entwicklungen in Richtung eines verteilten kooperativen Modellierens langfristig tragfähig. Allerdings sind für die operative Umsetzung im täglichen Umgang zusätzliche organisatorische Rahmenbedingungen zu schaffen; letztendlich muss eine übergeordnete Instanz die ordnungsgemäße Erstellung, die systematische Verwaltung und die sachgerechte Nutzung der Referenzmodelle koordinieren und gewährleisten.

5 Literatur

- [1] Wenzel, S. (Hrsg.): *Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik*. Frontiers In Simulation, FS 5, SCS-Europe BVBA, Ghent, 2000.
- [2] Becker, J.; Rosenbaum, M.; Schütte, R.: *Referenzmodellierung*. Physica, Heidelberg, 1999.
- [3] DZ-SIMPROLOG: *Statusbericht – Der Nutzen der Referenzmodelle, Projekt Demonstrationszentrum Simulation in Produktion und Logistik*. Interner Bericht der Fraunhofer Gesellschaft, 1996.
- [4] GMO Consulting: *GMO Lexikon online – SAP-Referenzmodell*. <http://www.gmo.de/htmlpages/s.htm#SAP-Referenzmodell>, Hamburg, recherchiert im Januar 2000.
- [5] Heib, R.; Daneva, M.; Scheer, A.-W.: ARIS-based Reference Model for Benchmarking. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.): *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik*, Heft 131, Saarbrücken, 1996.

- [6] Hezel, H.; Kulow, B.; Gehr, F.; Braun, J.: Integriertes Rahmenkonzept zur kooperativen Logistikplanung. In: *Ergebnisbericht zum Forschungsprojekt GiPP – Geschäftsprozessgestaltung mit integrierten Prozess- und Produktmodellen*, 1998.
- [7] Klabunde, S.; Wittmann, M.: *Referenzmodelle und -bibliotheken. Thesenpapier im Rahmen des Forschungsverbundprojektes „GiPP: Geschäftsprozessgestaltung mit integrierten Prozess- und Produktmodellen“*. IWI – Institut für Wirtschaftsinformatik an der Universität des Saarlandes; Saarbrücken, 1997.
- [8] Wittmann, M.; Kodweiß, A.: Ableitung von Referenzmodellen aus den Fachkonzepten der Produkt- und Prozessmodelle. In: *Ergebnisbericht zum Forschungsprojekt GiPP – Geschäftsprozessgestaltung mit integrierten Prozess- und Produktmodellen*, 1998.
- [9] Kruse, C.: *Referenzmodellgestütztes Geschäftsprozessmanagement*. Wiesbaden, 1995.
- [10] Marent, Ch.: Branchenspezifische Referenzmodelle für betriebswirtschaftliche IV-Anwendungsbereiche. In: *Wirtschaftsinformatik*, 37, Heft 3, 1995, S. 303-313.
- [11] Scheer, A.-W.: *Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*. 6. Auflage, Springer, Berlin, 1995.
- [12] Schütte, R.: *Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung – Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle*. Dissertation, Gabler, Wiesbaden, 1998.
- [13] Klinger, A.; Wenzel, S.: Referenzmodelle – Begriffsbestimmung und Klassifikation. In: Wenzel, S. (Hrsg.): *Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik*. Frontiers In Simulation, FS 5, SCS-Europe BVBA, Ghent, 2000, S. 13-29.
- [14] *Ergebnisbericht zum Forschungsprojekt GiPP – Geschäftsprozessgestaltung mit integrierten Prozess- und Produktmodellen*. 1998;
siehe auch http://www.siemens.de/zt_pp/ergebnis/index.html recherchiert Januar 2000.
- [15] Wenzel, S.: Modellbildung in der Simulation logistischer Systeme. In: *industrie management*, 16, Heft 3, 2000, S. 28-32.
- [16] Wenzel, S.: *Verbesserung der Informationsgestaltung in der Simulationstechnik unter Nutzung autonomer Visualisierungswerkzeuge*. Dissertation, Reihe Unternehmenslogistik, Praxiswissen GmbH, Dortmund, 1998.
- [17] Fechteler, T.; Spieckermann, S.: Referenzmodelle für Automobilrohbau und -lackiererei. In: Wenzel, S. (Hrsg.): *Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik*. Frontiers In Simulation, FS 5, SCS-Europe BVBA, Ghent, 2000, S. 189-209.
- [18] Scholz, I.: Referenzmodell für Umschlag und Kommissionierung. In: Wenzel, S. (Hrsg.): *Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik*. Frontiers In Simulation, FS 5, SCS-Europe BVBA, Ghent, 2000, S. 211-231.
- [19] Engell, S.; Fritz, M.; Löhl, T.: Referenzmodell für Chargenprozesse. In: Wenzel, S. (Hrsg.): *Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik*. Frontiers In Simulation, FS 5, SCS-Europe BVBA, Ghent, 2000, S. 171-188.
- [20] Klinger, A.: Referenzmodell für Strategien. In: Wenzel, S. (Hrsg.): *Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik*. Frontiers In Simulation, FS 5, SCS-Europe BVBA, Ghent, 2000, S. 55-70.

Java 3D

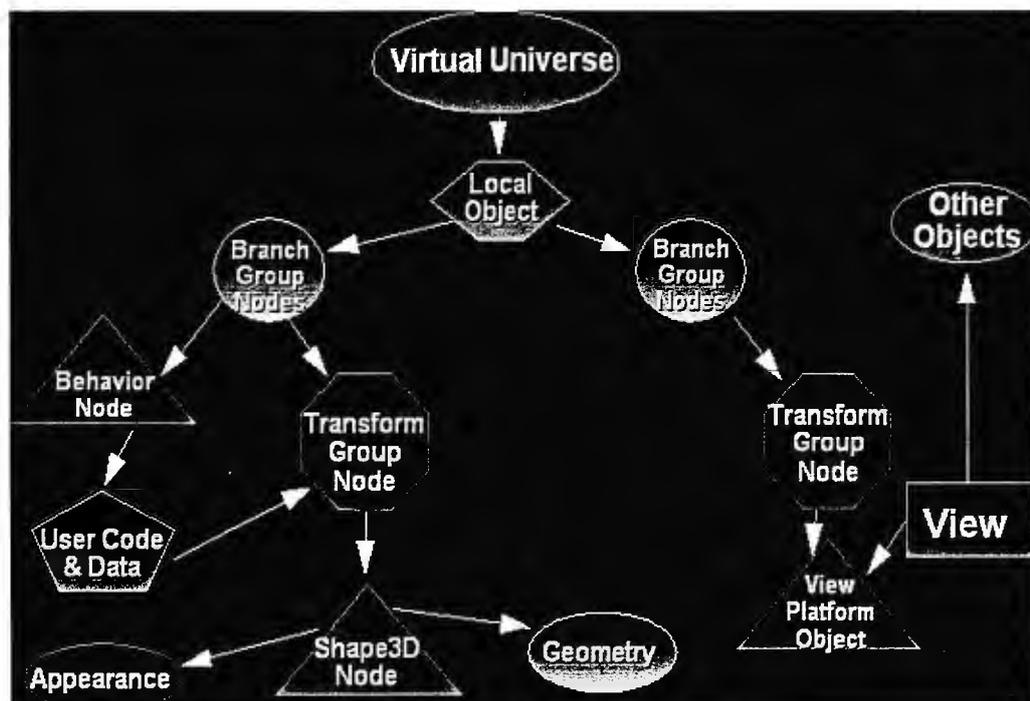
Jens Trapp, Constantin Gonzales
Jens.Trapp@Sun.com

Die Java-Technologie hat nicht nur das Internet revolutioniert, sondern wird auch in vielen herkömmlichen Projekten verwendet, die nicht vorrangig mit dem Internet zu tun haben. Neben vielen weiteren positiven Eigenschaften hat nicht zuletzt die Plattformunabhängigkeit für diesen großen Erfolg gesorgt. Um diese Plattformunabhängigkeit in voller Breite zu erfüllen, müssen viele Funktionalitäten, die für andere Programmiersprachen über Jahre entstanden sind, für Java als standardisierte Bibliotheken zur Verfügung gestellt werden. Die Java3D-API ist ein Beispiel für eine solche Bibliothek. Dabei hat man für die Realisierung neue Technologien und Trends in der Computergraphik berücksichtigt. Daraus ist eine einfach zu programmierende, aber extrem leistungsstarke Bibliothek entstanden. Hiermit können performante, netzwerkfähige und qualitativ hochwertige 3D-Graphikanwendungen entwickelt werden. Typische 3D-Anwendungen können somit in Java realisiert werden. Auf der anderen Seite können hiermit aber auch Java Programme um 3D-Graphik erweitert und damit in ihrer Funktion aufgewertet werden.

Einfach

Zum einen ist die Programmiersprache Java selbst sehr einfach zu lernen. Viele potentielle Fehlerquellen anderer Programmiersprachen (z.B. Zeiger) wurden in Java ausgeschlossen. Durch objektorientierte Programmierung bleiben die Programme modular, wodurch die einzelnen Programmteile leserlich bleiben und wiederverwendbar sind. Der objektorientierte Gedanke fließt auch in die Programmierung der Graphik ein. Eine komplexe dreidimensionale Szene wird in ihre Komponenten zerlegt, so dass ein Baum graphischer Objekte, der sogenannte *Scene Graph* entsteht. Ein Entwickler bildet diesen Szenengraphen in Java ab, wobei die Objekte in der Regel aus vorgefertigten Komponenten bestehen, die beispielsweise mit CAD-Werkzeugen erstellt wurden.

Abbildung 1 Klassenabhängigkeiten des Scene Graphs



Die Sicht des Anwenders und die Lichtquellen werden ebenfalls als Objekte im Darstellungsgraphen eingebaut (Siehe Abbildung 1). Zeitraubende Optimierungen oder das immer wieder neu Erfinden von Rädern gehört der Vergangenheit an, denn das ist nun die Aufgabe von Java 3D.

Durch die einfache Programmierung profitieren Programmierer von kürzeren Entwicklungszeiten und Anwender von stabileren Anwendungen. Für Anbieter solcher Applikationen bedeutet dies vor allem einen kürzeren Time-to-Market, denn er kann ohne unnötigen Ballast schneller zum Ergebnis kommen. Er kann sich voll auf die eigenen Ideen konzentrieren, die er mit 3D-Graphik umsetzen möchte.

Graphik für das Netzwerk

In Java sind leistungsstarke Klassen implementiert, die die Kommunikation über das Netzwerk sehr einfach machen. Es macht in Java kaum einen Unterschied, ob eine Datei von der Platte oder vom Netzwerk geladen wird. Auch für ein Miteinander von verteilten Programm-Objekten im Netzwerk liefert Java alle nötigen Werkzeuge. Dies läßt sich auch im 3D-Bereich nutzen. Beispielsweise können Entwickler an verschiedenen Orten gemeinsam an einem 3D-Modell arbeiten, es angucken und es verändern. Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist der Einsatz in Netzwerkspielen, so daß es nicht überrascht, daß aus diesem Bereich großes Interesse an Java3D besteht.

Skalierbare Performance

Nicht jeder Entwickler verfügt heutzutage über eine High-End Visualisierungsmaschine. Durch Ausnutzung von Level-of-Detail (LOD) Technologien und dadurch, daß die Performance-Optimierung nicht mehr in der Hand des Entwicklers, sondern vielmehr beim Hersteller selbst liegt, läuft Java 3D auf jeder Plattform optimal, vom Laptop zur CAD-Workstation, von der High-End Workstation zum Supercomputer.

Der Baum der graphischen Objekte eignet sich hervorragend für eine parallele Bearbeitung der einzelnen Äste. Dies wird in Java 3D massiv ausgenutzt, so daß eine Applikation automatisch mit der Anzahl der Prozessoren skaliert. Werden mehrere Graphik-Pipes zur Darstellung einer Szene verwendet, kümmert sich Java 3D um die Aufteilung der Szene auf die verschiedenen Ausgänge. Ohne eine einzige Änderung bleibt die Anwendung auf einem Laptop lauffähig, wo je nach Leistungsfähigkeit automatisch auf Details verzichtet wird, damit das Bilddateien nicht "ruckelt".

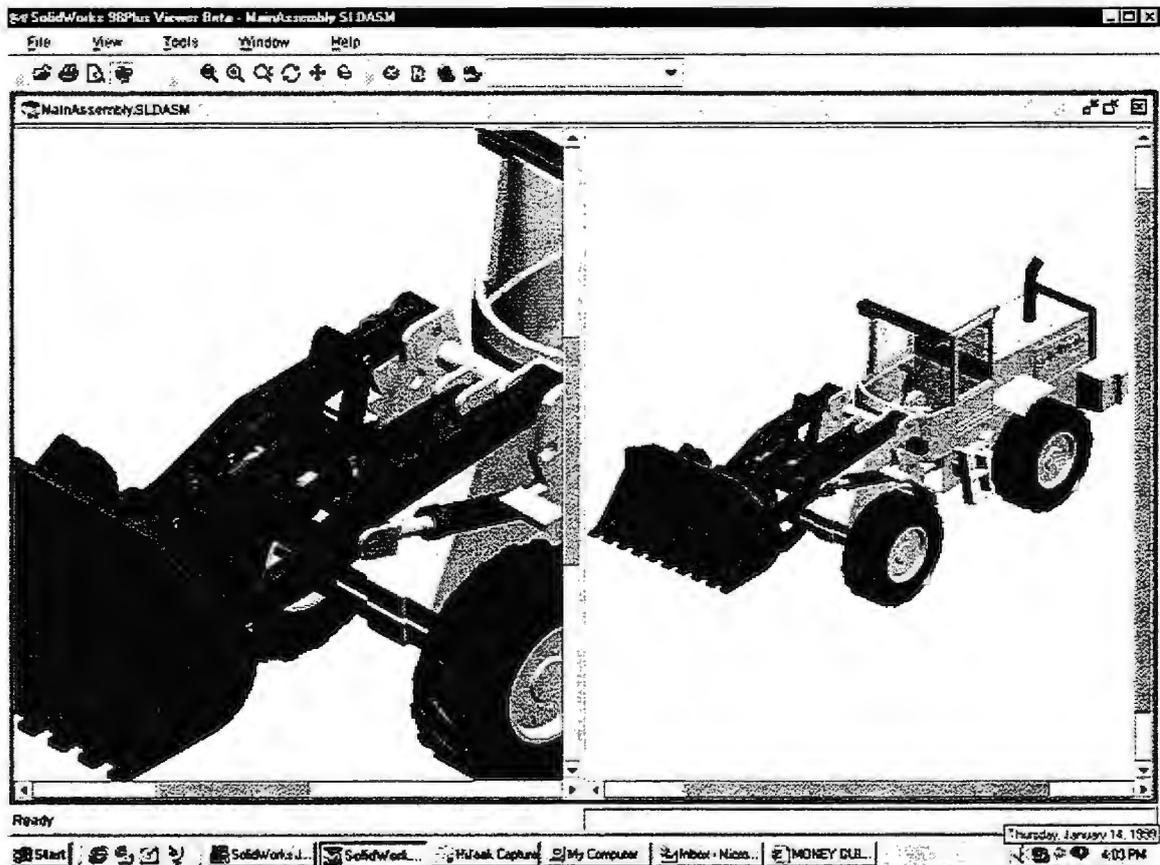
Um eine maximale Performance zu erreichen wird das „Rendern“ nicht auf der CPU, sondern auf der Graphikkarte durchgeführt. Java 3D kann je nach Anwender auf unterschiedlichen Graphikpaketen aufsetzen. Dies bleibt dem Entwickler vollkommen verborgen, so daß die Plattformunabhängigkeit gewährleistet bleibt. Bei Solaris setzt Java 3D auf OpenGL auf, das von der Graphikkarte in Hardware unterstützt wird.

Erweiterbar

Gerade in letzter Zeit hat es eine Reihe neuer Ein- und Ausgabegeräte aus dem Spiele- und VR-Markt gegeben. Datenhandschuh und Shutter-Brille gehören hier noch zu den gängigeren Varianten. Java ist sehr gut geeignet diese Neuerungen zu integrieren. Die objektorientierte Struktur von Java erleichtert die Definition von Schnittstellen und Komponenten. Das gibt dem Entwickler und Benutzer ein Arsenal von fertig programmierten Komponenten, auf die er zurückgreifen kann.

Java 3D verpackt das Wissen um verschiedene Datenformate wie Wavefront, 3D Studio Max, VRML. Für viele andere Formate existieren bereits sogenannte „Loader“, die man sich aus dem Internet herunterladen kann. Die Anwendung muß also nicht mehr wissen, wie diese Formate aufgebaut sind, sondern importiert die 3D-Objekte, ohne sich um die heutzutage verwirrende Anzahl an 3D-Dateiformaten zu kümmern.

Abbildung 2 Beispiel für eine komplexe Anwendung. Die Firma Solidworks hat in kurzer Zeit einen CAD-Viewer mit Java3D realisiert.



Geometry Compression

Ähnlich wie Bilder im JPEG-Format sehr viel weniger Speicherplatz beanspruchen, wie ihre ursprünglichen Darstellungen als Pixel-Wüsten, können auch 3D-Objekte effizient komprimiert werden. Die neue *Compressed Geometry Technologie*, die von Sun entwickelt wurde, ermöglicht eine Datenreduktion auf ein Sechstel bis ein Zehntel der ursprünglichen Datenmenge. Neben der offensichtlichen Ersparnis auf der Platte, hat das noch weitere Vorteile:

- Große Datenmengen können schneller geladen werden. Ein großer Flugzeugbauer braucht z.B. eine dreiviertel Stunde, um ein Modell zu laden. Mit Geometry Compression braucht er weniger als 10 Minuten auf sein Modell zu warten.
- Vernetzte Anwendungen werden schneller, da sie weniger Daten über das Netzwerk schicken müssen. Was JPEG zur Verbreitung des World Wide Web beigetragen hat, kann Java 3D mit Geometry Compression für 3D Daten im Web tun.
- Zukünftige Graphikkarten werden dieses Format hardware-basierend auspacken können, so daß auch der Flaschenhals zwischen Hauptspeicher, CPU und Graphikkarte effizienter genutzt werden kann und der Aufbau der Graphik auf dem Bildschirm enorm beschleunigt wird.

Enthalten in Java 3D sind Werkzeuge zum Konvertieren von beliebigen anderen Formaten in das komprimierte Format und umgekehrt sowie ein Beispielprogramm, das ein solches Objekt lädt und anzeigt.

Weitere Java API's

Java 3D ist nur ein Teil einer ganzen Familie von Java API's, die für den Technisch / Wissenschaftlichen Bereich interessant sind. Die gesammelten API's sind unter <http://java.sun.com/products/java-media/>, zu finden. Hier ein kurzer Überblick

Java2D.

Diese API bietet die Grundlage für komplexe, zweidimensionalen Graphikaufgaben: Laden und Speichern von 2D Graphik, der plattformunabhängige Umgang mit Farben, Formen, Linien und Texten sowie das Zusammenspiel und die Darstellung dieser Elemente in hoher Qualität.

Java Advanced Imaging

Insbesondere die hohen Anforderungen an die Bildverarbeitung für die Astronomie, die Medizin und die Geowissenschaften werden durch diese API erfüllt. Mit JAI kann Java nun *unbegrenzt* große Bilddateien laden, speichern und weiterverarbeiten.

Java Media Framework

Das JMF beschäftigt sich mit Objekten, die sich mit der Zeit ändern, also "Time-based Media", sprich Audio und Video für Java. Der objekt-orientierte Ansatz schafft es auch hier, den Programmierer von den vielen gebräuchlichen Formaten (MPEG, Quicktime, AVI, GSM, WAV, AIFF, MP3, MIDI etc.) loszulösen, so daß er sich seiner eigentlichen Aufgabe widmen kann, nämlich dem Schreiben von Multimedia-Anwendungen.

Diese API unterstützt ihn dabei mit Klassen, die Medien aufnehmen, abspielen, konvertieren und über das Netzwerk verschicken (Stichwort "streaming") können. Ähnlich den "Loadern" in Java 3D gibt es hier "Pluggable Codecs", die den Zugang zur verwirrenden Multi-Format-Welt herstellen und diese zuweilen recht komplizierte Arbeit abnehmen.

Java Sound

Der Mund und die Ohren von Java werden über die Java Sound API realisiert. Als Bestandteil der Media API gibt sie die Möglichkeit, Audio aufzunehmen, abzuspeichern, zu laden und wieder abzuspielen.

Java Speech

Auch vor künstlicher Sprache und Spracherkennung macht Java nicht halt. In naher Zukunft wird solche Software leistungsfähig genug sein, unsere natürliche Sprache zu verstehen und ebenso natürlich zu antworten. Mit dieser API gibt es auch die passende Schnittstelle zu Java.

Zusätzlich hat die Entwicklergruppe um Java Speech eine plattformunabhängige Sprache zur Kommunikation mit Sprachsynthesizern ins Leben gerufen, die Java Speech Markup Language (JSML). Diese auf XML basierende Sprache erleichtert und standardisiert das Programmieren

solcher Synthesizer eine wichtige Voraussetzung, um die sprachgesteuerte Welt von morgen Wirklichkeit werden zu lassen.

Zusammenfassung

Die standardisierten Bibliotheken vereinfachen die Programmierung enorm und sind ein unschätzbare Gewinn für die Java-Technologie. Dabei werden die Bibliotheken auf Grundlage der besten Technologien und mit kompetenten Partnern ausgearbeitet und bieten vollkommen neue Möglichkeiten. Java 3D und die anderen hier angesprochenen Bibliotheken werden hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten und Anwendungen ermöglichen, die es so bisher noch nicht gab.

Referenzen

Bücher zu Java 3D

Sowizral, Rushforth, Deering: The Java 3D API Specification (Java Series), ISBN 0-201-32576-4

Brown, Petersen: Ready-to-Run Java 3D, with plug-and-play code, ISBN 0-471-31702-0

Webseiten

<http://java.sun.com/products/java-media/> (Java Media APIs)

<http://java.sun.com/products/java-media/3D/index.html> (Java 3D)

JiniTM - Ein Überblick

Jens Trapp, Sun Microsystems GmbH
Jens.Trapp@Sun.com

Mit der Jini-Technologie steht ein neues Konzept zur Verfügung, mit dem die Vernetzung von Computern und den von ihnen angebotenen Diensten vereinfacht wird. Bei Diensten wird hier nicht zwischen Software und Hardware unterschieden. Beispielsweise kann die Ausgabe eines Textes auf einem Drucker oder aber das Anfordern einer Telefonnummer als Dienst betrachtet werden. Um auf solche Dienste zuzugreifen, muß sich der Anwender bei der Verwendung vom *Jini-Framework* nicht um die Art der Netzwerkverbindung, die Lage des Dienstes im Netz oder um zusätzliche Software kümmern.

Die *Jini-Community* ist ein verteiltes System, mit dem die Idee des *Service-Driven-Networks* verwirklicht werden soll. Beim *Service-Driven-Network* steht nicht die Computer-Hardware, sondern die auf ihr angebotenen Dienste im Vordergrund. Die Bereitstellung von Diensten innerhalb dieses Netzwerks ist auf eine einheitliche Weise geregelt, die es für Nutzer und Anbieter von Diensten leicht macht, sich gegenseitig zu finden und miteinander zu kommunizieren. Auf Dienste kann auch in einem sich stetig wandelnden Netzwerk zugegriffen werden, denn die Dienste sind in der Lage, selbstständig auf Änderungen im Netzwerk zu reagieren.

Mit diesem neuen Konzept bleibt der Administrationsaufwand gering und wird im wesentlichen von der Jini-Infrastruktur abgedeckt. Geräte lassen sich ohne manuelle Konfiguration in dieses System einfügen. Beispielsweise entfällt die heutzutage notwendige Installation von Treibern oder Benutzerschnittstellen auf den Klientensystemen. Mit der Möglichkeit, auf einfachste Weise Dienste in der *Jini-Community* anzumelden oder aus ihr zu entfernen, wird das Netzwerk zu einer dynamischen Komponente gemacht, die besser geeignet ist, den stetigen Wandel innerhalb von Rechnergruppen zu entsprechen.

Mit der Jini-Technologie wird der objekt-orientierte Gedanke aus der JavaTM-Welt auf verteilte Rechner- und Gerätegruppen erweitert und ermöglicht eine einfache Bereitstellung von herkömmlichen und vollkommen neuen Dienstleistungen. Das Jini-System löst eine Reihe verschiedener Problemstellungen aus unterschiedlichen Bereichen:

- Bereitstellung von Diensten und Ressourcen über das Netzwerk.
- Einfache Erreichbarkeit von Ressourcen, auch bei möglichen Veränderung im Netzwerk.
- Vereinfachung vom Aufbau, Pflege und Änderung eines Netzwerkes von Geräten, Programmen und Benutzern.
- Reaktion auf Veränderungen der Netzwerkstruktur.
- Plattformunabhängigkeit
- Portabilität

Ein Beispiel

An folgendem Beispiel soll der Nutzen von Jini gezeigt werden: Heutzutage gibt es in großen Unternehmen in der Regel eine Reihe von netzwerkfähigen Druckern. Wenn es sich um Geräte unterschiedlicher Leistungsdaten oder Hersteller handelt, muß zu jedem Drucker ein Treiber auf jedem Clienten installiert werden. Unterschiedliche Betriebssysteme erfordern zudem unterschiedliche Treiber. Wenn ein neuer Drucker beschafft wird, muß dieser wiederum neu installiert werden, was aber voraussetzt, das dem Anwender bekannt ist, das ein neuer Drucker existiert und wie er zu erreichen ist.

Mit Jini vereinfacht sich dieses Szenario deutlich. Es müssen keine Druckertreiber von Hand installiert werden. Will ein Benutzer einen Text drucken, kann je nach Anforderung der nächste Drucker automatisch oder ein Drucker mit bestimmten Eigenschaften abgefragt werden. Es werden die Drucker angeboten, die zu diesem Zeitpunkt tatsächlich zur Verfügung stehen und zu dem der Benutzer Zugriff hat. Diese Abfrage ist für den Anwender im Regelfall transparent, d.h. die Anwendung, welche den Druckauftrag erteilt, nimmt selbstständig Kontakt mit der zentralen Registrierung auf. Als Ergebnis dieser Anfrage wird eine direkte Verbindung zwischen Anwendung und Drucker aufgebaut.

Je nach Art des Druckes kann die Eingabe weiterer Parameter notwendig sein. Welche Parameter dies sind, ist von Druckertyp zu Druckertyp verschieden. Darum bietet ein Jini-fähiger Drucker die Benutzerschnittstelle, die die Eingabe der für ihn wichtigen Daten ermöglicht, selber an. In unserem Beispiel würde diese Benutzerschnittstelle automatisch vom Drucker heruntergeladen und auf dem Klienten ausgeführt werden.

Ermöglicht wird diese dynamische Vorgehensweise durch die Java-Technologie, mit der Applikationen plattformunabhängig zur Verfügung gestellt werden können. Das gleiche Prinzip wird auch für eventuell benötigte Treiber angewendet, die notwendig sind, um den Text auf den Drucker auszugeben.

Jini ist aber nicht auf Hardware-Dienste beschränkt. Dies wird deutlich, wenn man einen Brief als E-Mail versendet, anstatt ihn auf den Drucker auszugeben, oder wenn man eine HTML-Seite auf einen Webserver veröffentlicht. Beides kann über den gleichen Mechanismus abgedeckt werden, sofern diese Dienste einer einheitlichen Schnittstellendefinition folgen.

Ein großer Vorteil, den Jini bietet, ist die Fähigkeit auf Ereignisse zu reagieren. Sollte aus irgendeinem Grund zeitweise kein Drucker verfügbar sein, könnte die Anwendung entsprechend reagieren. Durch ein *Event*-Modell kann die Anwendung benachrichtigt werden, sobald wieder ein Drucker zur Verfügung steht. Mit dem gleichen Prinzip würde eine *offline* bearbeitete Mail verschickt werden, sobald der Rechner mit dem Netz verbunden wird.

Was bedeutet es das ein Drucker Jini-fähig ist? Jini basiert auf dem Java-Programmiermodell. Dienste und ihre Nutzer müssen über eine *Java Virtual Machine* (JVM) verfügen. Was macht man aber, wenn man einen Drucker hat, der keine virtuelle Maschine beherbergt. Für diesen Fall gibt es sogenannte *Proxies*. Dies sind Geräte, die einen Dienst stellvertretend für Andere anbieten. Im diesem Beispiel würde beispielsweise ein Rechner innerhalb des Netzwerkes diese Funktion übernehmen und die notwendigen Schnittstellen bereitstellen. Für die Benutzung der Dienste entsteht dabei keine Einschränkung.

Architektur

In Bild 1 ist die Jini-Architektur zu sehen. Im mittleren Bereich des Bildes ist die Basis-Technologie für Jini zu sehen. Sie ermöglicht die transparente Zuordnung von Geräten und Diensten. Ein Jini-System besteht aus den folgenden Teilen:

- Eine Reihe von Komponenten, die die Infrastruktur zur Verfügung stellen, um Dienste in einem verteilten System zusammenzufassen
- Ein Programmiermodell, das die Erstellung von zuverlässigen, verteilten Diensten ermöglicht
- Dienste, die im verbundenen Jini-System bereitgestellt werden

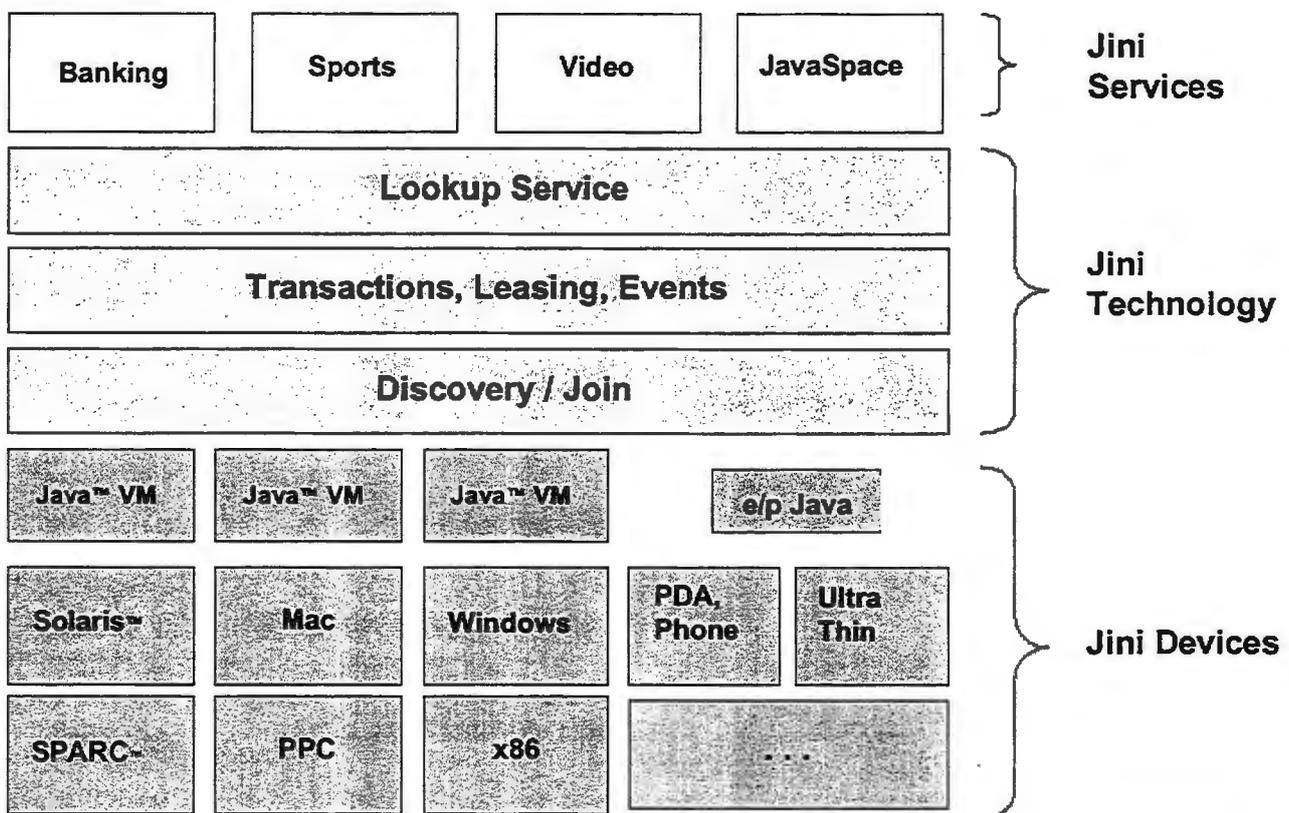


Bild 1. Die Jini-Technologie definiert die Schnittstelle, über die Dienste transparent im Netzwerk angebunden werden können. Beispielsweise sind hier Dienste einige Dienste aufgeführt (siehe auch Abschnitt Services)

Diese Unterteilung ist nicht ganz scharf. So gehört beispielsweise der *Lookup-Service* sowohl zur Infrastruktur, obwohl er ein Dienst anbietet. Während die ersten beiden Teile fest stehen, wird natürlich der Bereich der Dienste in Zukunft stark wachsen.

Jeder Dienst benötigt eine Schnittstelle, in der festgelegt ist, wie man auf den Dienst zugreifen kann. Damit Dienste austauschbar werden, müssen sich die Anbieter einer gleichartigen Dienstleistung auf einen Standard in Form einer Schnittstellenbeschreibung einigen. Auf diese Weise sind die Dienste innerhalb des Jini-Netzwerks einfach auffindbar. Anwender von diesen Diensten brauchen sich nur an die Schnittstelle halten und müssen sich nicht um Implementierungsdetails kümmern.

Das Jini-System erweitert die Java-Applikationsumgebung, in der eine einzelne Virtuellen Maschine arbeitet, auf ein Netzwerk von Maschinen. Die Java-Programmiersprache bietet

eine gute Grundlage für verteiltes Rechnen, da sowohl der Programm-Code als auch die Daten durch ihre Plattformunabhängigkeit von Maschine zu Maschine wandern können. Eingebaute Sicherheitsmechanismen machen die Ausführung fremder Java-Programme auf dem eigenen Rechner unbedenklich und regeln den Zugriff auf Geräte und Dienste. Weiterhin bietet die Java-Umgebung die Möglichkeit, zur Ausführungszeit weitere, neue Programmteile (genauer: Klassen) einzubinden. Damit ist es in der Lage, dynamisch Dinge miteinander zu verbinden, die aus unterschiedlichen Quellen kommen. Die Klassen, die dynamisch hinzugeladen werden, müssen weder zur Compilierungszeit, noch zum Programmstart bekannt sein. Das Ergebnis ist ein System in dem das Netzwerk eine, sich ständig ändernde Konfiguration, von sich im Bedarfsfall im Netz bewegendem Objekten ist.

die Bewegung von Objekten innerhalb des gesamten Netzwerks vereinfachen. Die Jini-Die Jini-Architektur erweitert die Eigenschaft der Java-Umgebung, komplexe Applikationen für verteilte Systeme zu entwickeln. Sie fügt Mechanismen hinzu, die Infrastruktur stellt Funktionen bereit, mit denen sich Geräte, Dienste und Benutzer im System an- und abmelden können. Der Aufbau oder der Verlust einer Netzwerkverbindung sind einfache und natürliche, oftmals automatisierte Vorgänge. Jini-Systeme sind viel flexibler als es heutzutage in vernetzten Gruppen, bei denen die Konfiguration des Netzwerks üblicherweise von Hand vorgenommen werden muß, üblich ist.

Die Jini-Umgebung

Ein Jini-System verbindet Computer und Geräte in ein System, das für den Benutzer als einheitliches System erscheint. Dazu ist zwischen den beteiligten Komponenten ein Netzwerk mit hinreichendem Durchsatz notwendig. Was in diesem Zusammenhang als hinreichend anzusehen ist, hängt von der Anwendung ab. Einige Geräte oder Dienste benötigen hohe Bandbreiten, wogegen andere mit sehr wenig Bandbreite und einer dementsprechenden Netzwerkanbindung auskommen.

Ein Jini-fähiges Gerät benötigt die Fähigkeit, die *Java Virtual Machine* ablaufen zu lassen. Die Architektur zieht einen Großteil ihrer Einfachheit aus der Annahme, das die Java-Programmiersprache die in der Komponente implementierte Programmiersprache ist. Geräte, die dies nicht erfüllen, können über Umwege angebunden werden. Dafür wird dann ein *Proxy* eingeführt, der das Gerät im Jini-System repräsentiert. Der Proxy übernimmt dann alle Aufgaben die mit dem Jini-System zusammenhängen anstelle des Gerätes, das eingebunden werden soll. Auf diese Weise lassen sich beliebige netzwerkfähige Komponenten integrieren.

Lookup Service - Zentrale Suche und Verwaltung für Dienste

Damit dieses Konzept funktionieren kann, müssen die Ressourcen des Systems an zentraler Stelle verwaltet werden. Diese Aufgabe übernimmt der *Lookup-Service*. Um einen Dienst in Anspruch zu nehmen, muß sich der Anwender an den Lookup-Service wenden. Der *Lookup-Service* bildet Schnittstellen, die die Funktionalität des Dienstes beschreiben, auf die Objekte ab, die den Dienst zur Verfügung stellen. Für Dienste, die speziell von Anwendern und nicht von Programmen benutzt werden erleichtert eine zusätzliche Beschreibung in menschenlesbarer Form die Auswahl der Dienste.

Dienste können selbst auf andere Dienste zurückgreifen, die sie selbst auch über den

Lookup-Service suchen können. Außerdem ist es möglich von einem *Lookup-Service* einen weiteren *Lookup-Service* in Anspruch zu nehmen, der sich beispielsweise in einem anderen Netz befinden kann. Auf diese Weise lassen sich komplexe Netzwerke auf einfache Weise verwalten.

Die Objekte oder Ressourcen sind selbstständig für die An- und Abmeldung beim *Lookup-Service* zuständig. Dafür gibt es eine spezielle Suchfunktion (*Discovery Protokoll*), die den *Lookup-Service* im Jini-System ausfindig macht. Im wesentlichen wird dazu eine sogenannte *Multicast-Anfrage* ins Netz gestellt, auf die der *Lookup-Service* antwortet. Bild 2 beschreibt diesen Vorgang.

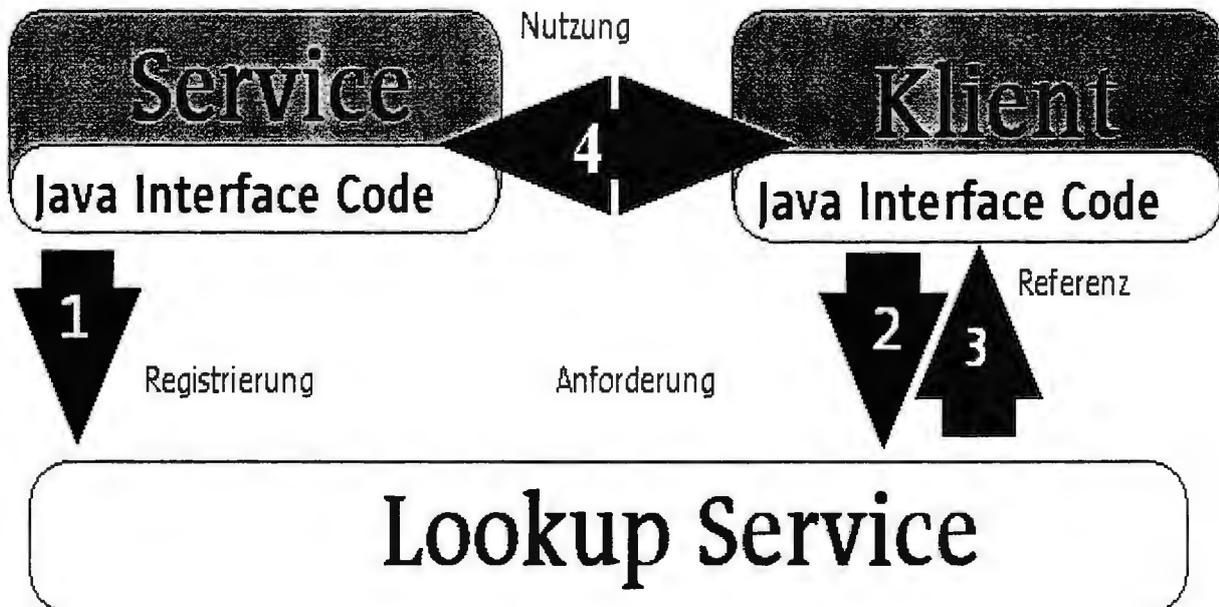


Bild 2: Bevor ein Dienst genutzt werden kann, muß er sich beim *Lookup-Service* registrieren (1). Der Klient nimmt Verbindung mit dem *Lookup-Service* auf, wenn er einen Dienst anfordert (2) und erhält die Referenz auf den Dienst zurück (3). Die Nutzung des Dienstes (4) erfolgt dann direkt zwischen Anbieter und Klient.

Programmiermodell

Innerhalb des Programmiermodells sind neben den Anbindungen an den *Lookup-Service* einige Schnittstellen definiert. Beispielsweise gibt es

- die *Leasing-Schnittstelle*, über die die Allokierung und Freigabe von Ressourcen auf Basis eines erneuerbaren, zeitlich-basierenden Modells realisiert wird. Hiermit wird einem Dienst für eine bestimmte Zeit eine Ressource reserviert.
- die *Event- und Notification-Schnittstelle* für die ereignisgesteuerte Kommunikation in verteilten Systemen zwischen den verschiedenen Diensten.
- die *Transactions-Schnittstelle* für die Zusammenfassung von Operationen innerhalb des verteilten Systems zu atomaren Einheiten. Dies ist notwendig, wenn mehrere Schritte in einem verteilten System voneinander abhängen. Tritt bei einer der späteren Operationen innerhalb der Transaktion ein Fehler auf, so wird die gesamte Transaktion rückgängig gemacht. Auf diese Weise wird das System vor inkonsistenten Daten geschützt.

Beispiele für Dienste:

- Ein Druckdienst, mit dem aus Java-Applikationen und bestehenden Anwendungen gedruckt werden kann. Dabei sind unterschiedliche Dienstleistungen denkbar. Neben dem echten Druck kann auch die Druckvorschau als eine weitere Dienstleistung angeboten werden. Auch kann ein Faxgerät auf die gleiche Art eingebunden werden wie ein Drucker.
- *JavaSpaces* - Dienst für einfache Kommunikation und für speicherrelevante Gruppen von Objekten. Dieser Dienst ermöglicht beispielsweise anderen Diensten transparent auf systemweit verteilte Daten zuzugreifen. Damit erfüllt es ähnliche Aufgaben wie eine Datenbank, ist aber in verteilten Systemen flexibler einzusetzen. Weiterhin kann hiermit der Fluß von Objekten zwischen verschiedenen Systemen gesteuert werden. Mit diesen Eigenschaften bieten die *JavaSpaces* die Grundlage für viele andere Dienste.

Zusammenfassung

Mit Jini wird aus einer Gruppe von Computern und Geräten ein einheitliches System, in dem alle Anwender auf einfache, einheitliche und transparente Art auf die zur Verfügung gestellten Ressourcen und Dienste zugreifen können. Dieses System ist unanfällig gegen Änderungen und Neuerungen, da es sich dynamisch anpassen kann.

Die Jini-Technologie erweitert damit die Stärken von Java, indem es das Netzwerkmanagement vereinfacht und dabei die dynamische Struktur berücksichtigt. Dienste kommunizieren zwischen beliebigen Orten innerhalb des Systems miteinander. Kompatibilität ist durch das System gewährleistet. Ein Jini-fähiges Gerät bildet automatisch und spontan ein Netzwerk mit anderen Jini-fähigen Geräten. Damit ist Jini der nächste Schritt im Bereich vom *Network Computing*.

Modulares Gesamtfahrzeugmodell für den HiL-Einsatz

Peter Brangs

Peter.Brangs@bmw.de

BMW Group, 80788 München

Zusammenfassung

Zur Verbesserung des Steuergerätenentwicklungsprozesses zwischen Zulieferer und Hersteller wurde 1992 das Konsortium MSR (ehemals Messen Steuern Regeln heute Manufacturer-Supplier-Relationship) gegründet. Im Rahmen der MSR-Aktivitäten wurde u.a. eine Arbeitsgruppe (AG) Modellstruktur/Modellschnittstellen gegründet. Zielsetzung war eine Modellstruktur zu entwickeln, um echtzeitfähige modulare Fahrzeugmodelle bzw. Modellkomponenten sowie Sensor- und Aktuatormodelle zwischen Fahrzeugherstellern und Zulieferern auszutauschen. Hintergrundgedanke ist es gewesen, für die Entwicklung und das Testen von Steuergeräten geeignete, möglichst einheitliche - "normierte"- Modellkomponenten, incl. Modellschnittstellen zu definieren und eine modulare hierarchische Modellstruktur festzulegen.

1 Einführung

1.1 Umfeld

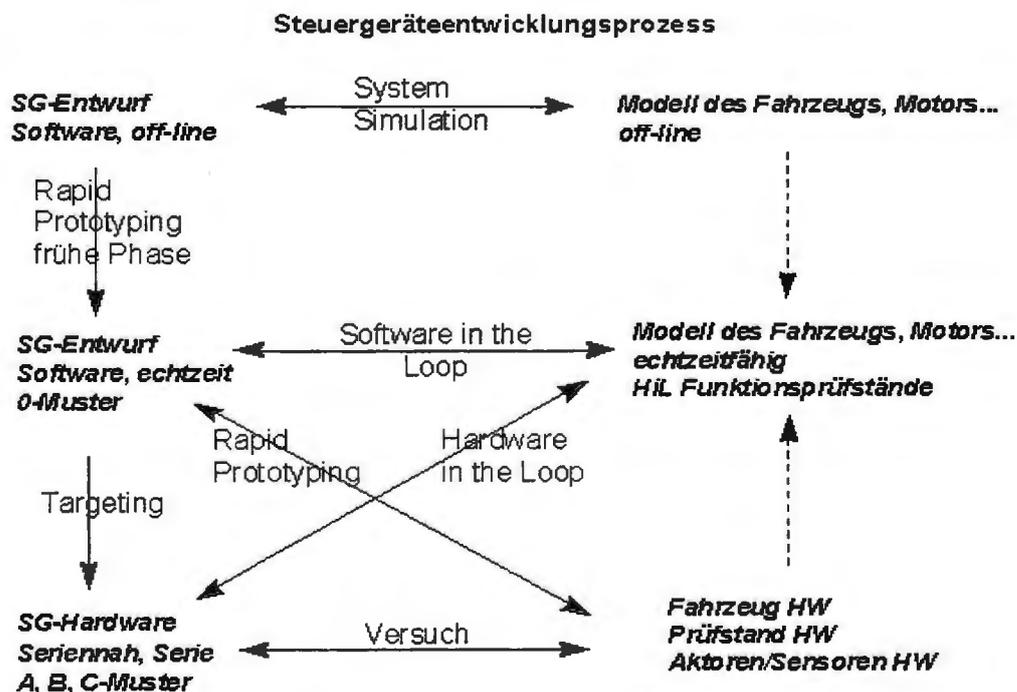


Bild 1: Steuergeräteentwicklungsprozess

Aus der Sicht der Fahrzeughersteller und Zulieferer ist die Definition einer integrierten Entwicklungsumgebung für das Steuergeräte-Design innerhalb der Automobilindustrie ein erklärtes Ziel.

Ein wichtiger Teilaspekt hierbei ist eine einheitliche (Gesamtfahrzeug-) Modellvorstellung, sowohl für die - off-line - "Software in the Loop" (SiL) als auch für die - realtime - "Hardware in the Loop" (HiL) Simulation.

Ziel sollte sein, eine hierarische Struktur für ein Fahrzeugmodell zu definieren, sowie möglichst "universelle" Schnittstellen für die einzelnen Teilmodelle festzulegen. Die Ergebnisse dieser Struktur, die Schnittstellendefinition sowie Signalflusspläne für eine mögliche Verknüpfung der Teilmodelle sind im Rahmen des MSR veröffentlicht worden.

1.2 Istzustand

Zur Zeit existieren bei den verschiedenen Fahrzeugherstellern bzw. Zulieferern die unterschiedlichsten Fahrzeugmodelle bzw. Modellkomponenten auf den unterschiedlichsten Hard- und Softwareplattformen.

Ein Austausch von Modellen oder Modellteilen ist daher zur Zeit sehr aufwendig oder gar unmöglich, da die Modellvorstellungen in etwa grob übereinstimmen, aber die Modellstrukturen und -schnittstellen in der Regel nicht zusammenpassen.

2 Modellaustausch

o Ziel

- * integrierte Entwicklungsumgebung für einen durchgängigen Steuergeräteentwicklungsprozess
- * Austausch von Modellen bzw. Modellteilen zwischen Zulieferer und Hersteller
- * Auslieferung von Sensor-/Aktuatormodellen bei der Entwicklung der entsprechenden Komponenten in Hardware
- * möglichst normierte Modellbeschreibung für einen effizienten Modellaustausch
- * toolunabhängige Beschreibung der Modellkomponenten
- * einheitliche Beschreibungssprache für die mechanischen, elektrischen, hydraulischen und regelungstechnischen Komponenten

→ Bildung der MSR Arbeitsgruppe Modellschnittstellen 1993

o **MSR Aktivitäten 1993 - 1996**

- * es wurde eine modulare hierarchische (5 Ebenen) Gesamtfahrzeugstruktur entwickelt
- * die unterste Ebene wird als Basisblock bezeichnet, welche die physikalische Beschreibung enthält
- * die Basisblöcke sind beispielhaft in einer Signalflussplandarstellung strukturiert worden
- * eine Verifikation der Modellstruktur hat teilweise stattgefunden (Pilotanwendung worden 1995 über die Fa. Etas auf Basis von MatrixX)
- * es wurde eine Dokumentation erstellt, welche die Basisblöcke beschreibt:
 - kurze verbale Beschreibung
 - Inputs/Outputs
 - Rechenraster

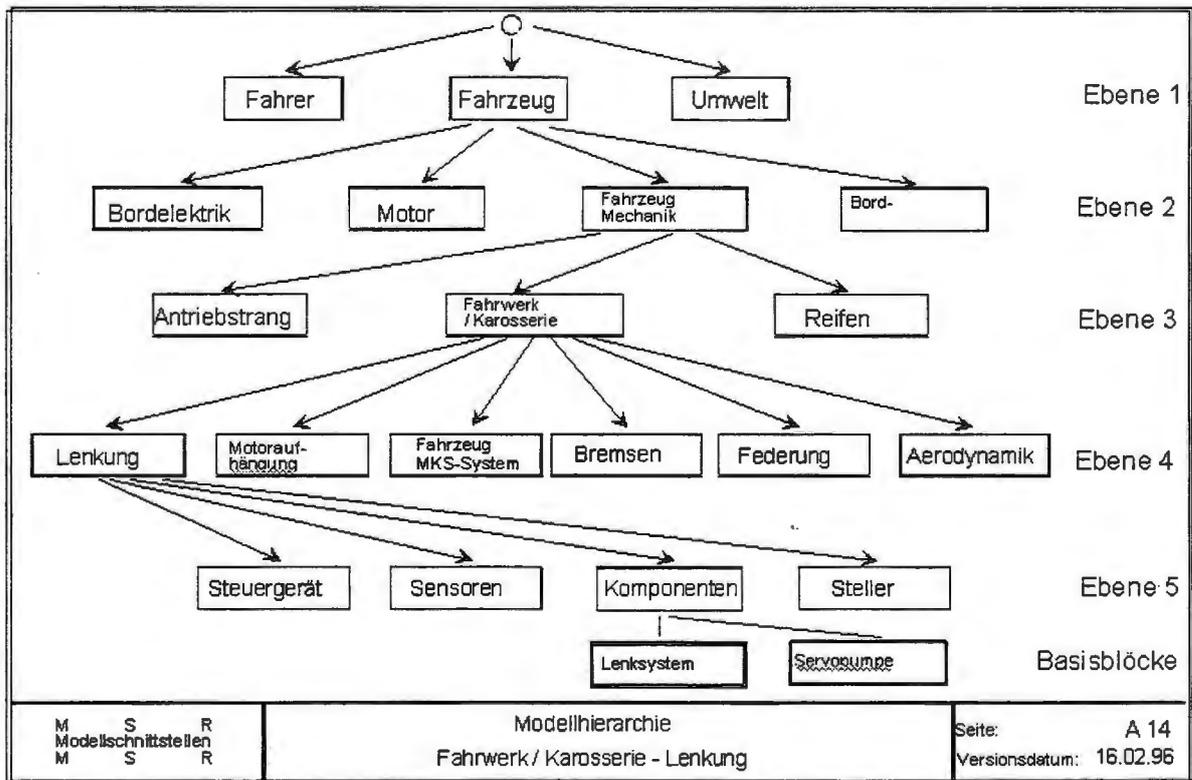


Bild 2: Beispiel für eine hierarchisches Strukturdiagramm

B1 → Vollanströmung

→ Rechentakt: → kontinuierlich →

→ Symbol: → AEROS

→ Verfasser: → Brangs -- BMW-AG

→

→ Beschreibung:

→ Aerodynamik-stationäre-Strömung

→ Berechnung-der-stationären-Strömungszustände-bei-Vollanströmung-des-Fahrzeugs

Eingangsgrößen: ...	Quelle
$x_{WIND_AEROS_B}$	UMGEB	Windgeschwin. in x-Richtung
$y_{WIND_AEROS_B}$	UMGEB	Windgeschwin. in y-Richtung
$x_{FZGSWF_AEROS_B}$	FZGMKS	Geschwin. Fzg-SWP in X-Richtung
$y_{FZGSWF_AEROS_A}$	FZGMKS	Geschwin. Fzg-SWP in X-Richtung
...Ausgangsgrößen: ...	Ziel
$F_{LUFTR_AEROS_A}$	FZGMKS	Luftwiderstand
$F_{LUFTR_AEROS_A}$	FZGMKS	Seitenkraft
$F_{AUFR_AEROS_A}$	FZGMKS	Auftrieb
$M_{ABOX_AEROS_A}$	FZGMKS	Moment um x-Achse
$M_{ABOY_AEROS_A}$	FZGMKS	Moment um y-Achse
$M_{ABOZ_AEROS_A}$	FZGMKS	Moment um z-Achse

Bild 3: Beispiel für die Dokumentation der Basisblöcke

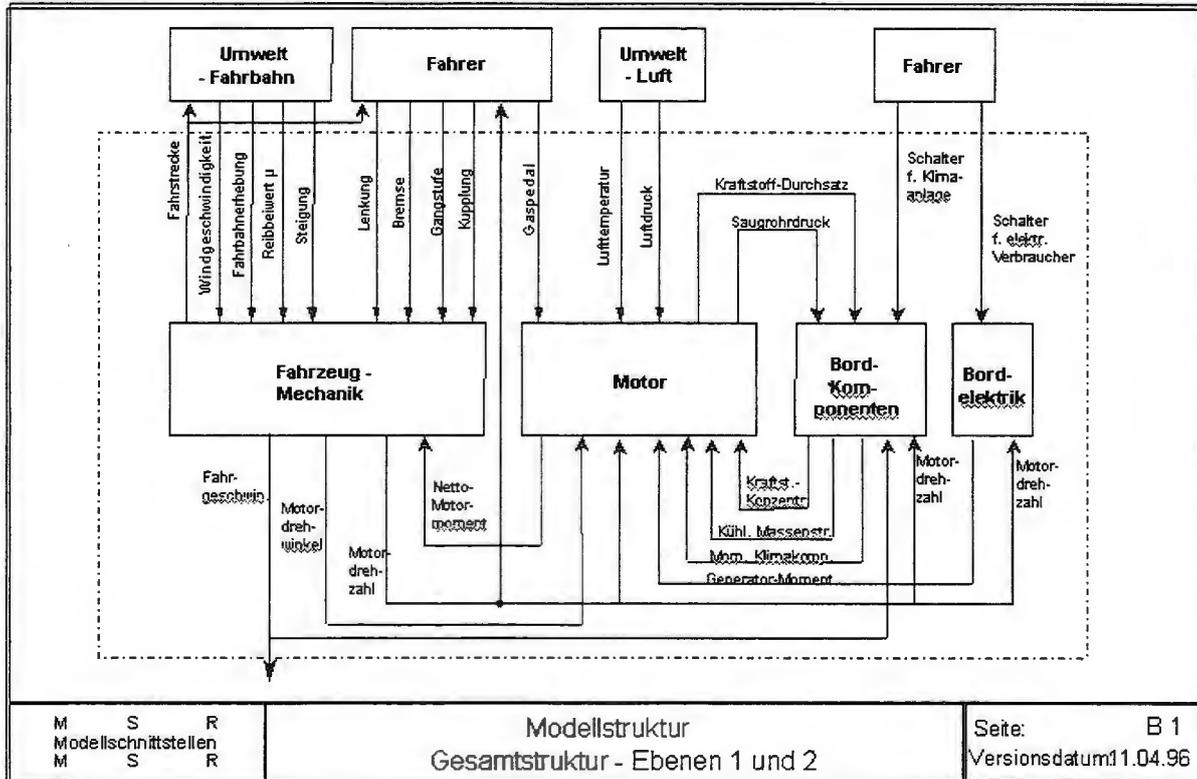


Bild 4: Beispiel für einen Signalflussplan

- ein Austausch von Modellteilen ist heute leichter als vor 4 Jahren, zumeist sind *rechtliche Probleme* die Hauptschwierigkeit
- ein *automatischer Modellaustausch* wird schwierig bleiben wird, da die vorgestellten Schnittstellen sehr stark von ihrer Modellierungskomplexität abhängen
- ein klarer Vorteil eines hierarchisch graphisch orientierten Streckenmodells liegt aber eindeutig in der *guten Verständlichkeit und Anwendbarkeit* für Ingenieure

3.2 Ausblick

- die Erfahrungen aus der MSR AG Modellstruktur sollte als Basis für weitergehende Aktivitäten im Bereich Modellaustausch verwendet werden.
- das Problem der Modellinhalte bleibt mit den einzelnen Firmen zu klären
- das Problem der Modellkomplexität bleibt vorerst offen. Eine automatische Reduktion eines komplexen mechanischen, hydraulischen oder elektrischen Systems auf ein vereinfachtes Verhaltensmodell ist noch ungeklärt.
- eine Wiederaufnahme bzw. Fortführung der Aktivitäten sollte allerdings nur angegangen werden, wenn auch eine (Pilot-) Realisierung auf einer Sprache bzw. Tool geklärt ist.
- als ein mögliches Austauschformat könnte sich VHDL-AMS anbieten
- insbesondere die neue MSR Arbeitsgruppe VHDL-AMS möchte die Ergebnisse als Basis für einen Test der VHDL-AMS Mächtigkeit benutzen
- insbesondere die neue MSR Arbeitsgruppe VHDL-AMS möchte die Ergebnisse als Basis für einen Test der VHDL-AMS Mächtigkeit benutzen
- die Stellung der Toolhersteller zu einem gemeinsamen Austauschformat wie z.B., VHDL-AMS bleibt zu klären.

Literatur

[1] MSR AG Modellschnittstellen, Abschlussdokumentation 1996

[2] MSR AG Modellschnittstellen, Signalflusspläne 1996

[3] MSR AG Modellschnittstellen, Hierarchiebeschreibung 1996

Die vollständigen Dokumente sind über das MSR Konsortium zu beziehen.

SimKSS – grafische Oberfläche zum Modellieren und Simulieren von Kühlschmierstoffkreisläufen

G. Petuelli, U. Müller, J. Puschmann
Universität-GH Paderborn, Abt. Soest
Werkzeugmaschinen und Vorrichtungen
Lübecker Ring 2, 59494 Soest
petuelli@mailso.uni-paderborn.de

Zusammenfassung

Da aus technologischer Sicht nicht in allen Fertigungsprozessen und Fertigungsstufen auf den Einsatz von Kühlschmierstoffen (KSS) verzichtet werden kann, wird ein System erarbeitet, mit dem die von den Produktionseinrichtungen ausgehenden Umweltbelastungen simuliert und Schwachstellen aufgedeckt werden können. Das modulare Simulationssystem ermöglicht die Analyse alternativer Strukturen und deren Wirkungen auf die Umwelt, um Lösungswege für ökologisch und ökonomisch optimierte Fertigungsstätten zu erarbeiten. Das System besteht aus mehreren Komponenten, die über eine grafische Oberfläche verknüpft sind. Diese Struktur wurde am Beispiel realer Fertigungsstätten entwickelt, für die entsprechende Lösungen erarbeitet und in einen modularen Lösungskatalog integriert werden.

1. Einleitung

Gesetze und Verordnungen zum Umweltschutz erfordern ein Umdenken in den Unternehmen zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit ihrer Produktionseinrichtungen, um ein nachhaltiges Wachstum durch ressourcenschonendes Wirtschaften in kreislaufoptimierten Produktionsprozesse zu erreichen [1]. Dabei treten zunehmend die Zerspanungsprozesse in den Vordergrund der Analysen, da sie nicht nur im Hinblick auf die Leistungsoptimierung sondern auch hinsichtlich des ökologischen Gefährdungspotentials zu bewerten und gegebenenfalls zu optimieren sind. In diesem Zusammenhang kommt den Kühlschmierstoffen (KSS) eine zunehmend größere Bedeutung zu, da neben den Kosten für die Beschaffung, Handhabung und Entsorgung auch die Umweltbelastungen durch z.B. unkontrollierbare Verluste in die Arbeitsumgebung und damit die Umwelt zu betrachten sind. Vor diesem Hintergrund, und unter Beachtung der mit dem Einsatz von KSS verbundenen Problemen, wurden verschiedene Arbeiten zur Trockenbearbeitung bzw. dem Bearbeiten unter Einsatz der Minimalmengenkühlschmierung (MMKS) durchgeführt, die auch zeigten, dass eine wirtschaftlich vertretbare Trockenbearbeitung nicht in allen Bereichen der spanenden Fertigung realisierbar ist [2,3,4,5,6].

Speziell für die Fertigungsbereiche, in denen der Verzicht auf die Vollstrahlkühlung nicht möglich oder aus technischen Gründen nicht machbar ist, sind neue Konzepte zur Minderung

der KSS-Emissionen und der Rückstände zu entwickeln. Hierzu ist der KSS- und Schmiermittelfluss in den Unternehmen zu erfassen und mit geeigneten Bewertungsmethoden und Bewertungssystemen im Hinblick auf Verbesserungspotentiale zu untersuchen, was z.B. von Kühlschmierstoffmanager nicht geleistet wird [7]. Zum Erfassen der Ausgangsdaten der Analysen über umweltrelevante Prozesse und Belastungen stellt das Öko-Audit-Verfahren oder ein Umweltmanagementsystems nach ISO14001 zwar Hilfsmittel bereit, sie bieten jedoch keine Hilfe bei der wirtschaftlichen und ökologischen Bewertung der Alternativen in der Produktionstechnik und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt [8,9].

Die Beurteilung einzelner Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltsituation in Produktionsbetrieben wird erschwert durch die Wechselwirkung der einzelnen Elemente miteinander. Aufgrund der Komplexität sind ein "manuelles" Erarbeiten und die Bewertung von Verbesserungsmaßnahmen der Systeme kaum möglich, hier setzt die Simulationstechnik als Hilfsmittel an [10].

2. Struktur des Simulationssystems

Das Simulationssystem zum Analysieren und Erarbeiten von Lösungen zum Optimieren einer umwelt- und ressourcenschonenden Produktionstechnik besteht im wesentlichen aus den 4 Modulen *Simulation*, *Datenbank*, *Auswertung* und *Lösungskatalog*, die über eine Windows-basierte Oberfläche verknüpft sind (Bild 1). Es ermöglicht den Aufbau unterschiedlicher Si-

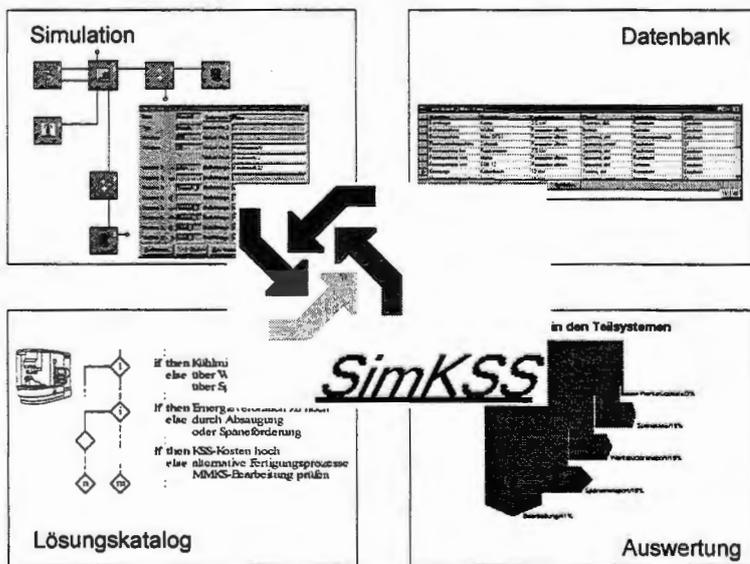


Bild 1: Struktur und Komponenten des Simulationssystems

mulationsmodelle zum Beschreiben des KSS- und Schmierstoffkreislaufs im Unternehmen sowie die Bewertung unterschiedlicher Maßnahmen und Komponenten zur Minderung der Emissionen unter Berücksichtigung der ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkte. Damit können die aus den Produktionsstrukturen resultierenden Umweltbelastungen sowie die damit verbundenen Kosten transparent gemacht und ökologische sowie wirtschaftliche Schwachstellen

aufgedeckt werden. Mit den durch die Simulation gewonnenen Daten werden die Änderungen an Teilsystemen bewertbar. Somit liefert die Simulation Handlungsanweisungen zur Umstrukturierung der Produktionseinrichtungen.

Das Programm ist unter Windows '95/'98 und NT lauffähig, die einzelnen Komponenten werden aus der Oberfläche *SimKSS* heraus gestartet und sind hierüber verknüpft.

2.1 Oberfläche zum Erzeugen des Simulationsmodells

Im ersten Schritt einer Analyse ist immer ein neues Projekt zu generieren, hierzu stehen in der Startoberfläche des Systems die entsprechenden Menü-Auswahlfunktionen zur Verfügung. Die Auswahl des Punktes *Neues Projekt* initiiert zunächst einen leeren Bildschirm, wobei am

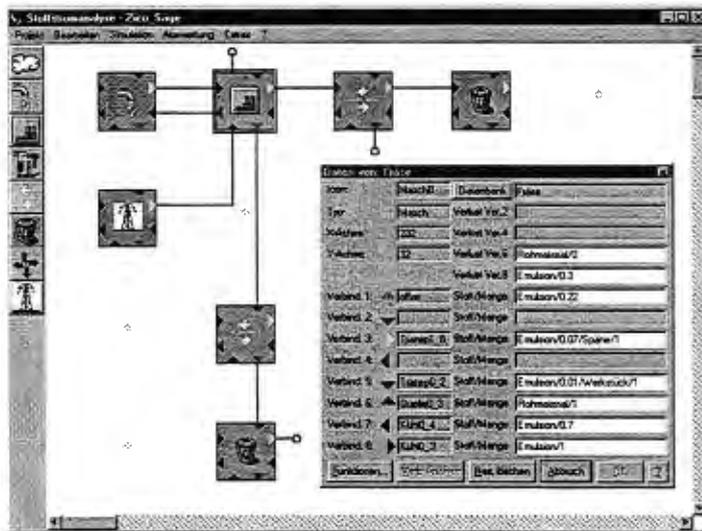


Bild 2: Oberfläche zum Erstellen eines Simulationsmodells.

linken Rand derzeit 8 Werkzeuge zum Generieren eines Modells angeboten werden, bei Bedarf kann diese Liste erweitert werden. Neben den Ressourcen und Komponenten zum Beschreiben des Materialflusses in der Fertigung, z.B. Maschinen, Transporteinrichtungen, Speicher, Sammel- und Verteilknoten, sind Anlagenteile und Geräte zum Sichern der Kühlschmierstoffversorgung und -entsorgung, wie Kühlschmiermittel, Absaugung, Speicher, vorgesehen. Diese können durch drag & drop entsprechend

dem Energie- und Materialfluss auf dem Bildschirm platziert und über Verbindungslinien miteinander verknüpft werden (Bild 2).

Jedes Element bzw. jede Systemkomponente kann über je 4 Ein- und Ausgänge mit vor- bzw. nachgeordneten Teilen verknüpft werden. Diesen einzelnen Komponenten sind verallgemeinerte Masken hinterlegt, mit denen spezifische Elemente und Ressourcen definiert werden. Beim Aktivieren eines Elementes wird die Maske geöffnet und durch Belegen der entsprechenden Eingabebereiche können dann die Eigenschaften der z.B. Ressource spezifiziert werden. Wie im Bild 2 an einem sehr vereinfachten Modell zu erkennen, sind Eingaben immer nur in den Feldern möglich, die zu den aktivierten Verbindungen gehören. Hier wird dann beispielsweise eingegeben, was und in welcher Menge über die Verbindung fließt. Dieser Fluss und sein Zeitverlauf wird über geeignete Funktionen beschrieben. Die einheitliche Beschreibung der Ressourcen gewährleistet den Austausch einzelner Module im Simulationsmodell. Damit ist dann auch der Aufwand zum Modellieren alternativer Abläufe zur Analyse und Simulation gering. Diese Daten werden dann unter einem charakteristischen Namen in der Access-Datenbank gespeichert und stehen damit als komponentenspezifisches Modul einer Variante zur beliebigen Wiederverwendung zur Verfügung.

2.2 Datenbank

Mit den auf der Modellierungsebene des Simulationsmodells erzeugten Verbindungen und ihren Beschreibungen ist die Wechselwirkung zwischen den Anlagenteilen erfasst und in der

Datenbank gesichert. Die Eigenschaften der Komponenten selbst werden in einer weiteren Maske definiert (Bild 3). Diese wird geöffnet, wenn in der Modellmaske der aktivierten Komponente die Datenbank gewählt wird (Bild 2). Dabei wird jeweils nur der Teil geöffnet und zum Bearbeiten freigegeben, der den Typ der Komponente enthält, die bearbeitet werden soll, in diesem Fall die Maschinen. Über diese Maske kann dann dem Simulationsmodell eine

Maschine	Bezeichnung	Leistungswert	Prozess	Werkstück	KSS
Bandsäge	Kasto	3,5 kW	Trennen, del	Rundstahl	Emulsion
Bohrmaschine	Wölnl	Parameter öffnen	Bohren	Scheibe	Emulsion
Drehmaschine	Niles DFS1	Parameter öffnen	Spanend, del	Rotationsmatrloch	Emulsion
Flachscheiemeschine	Schlaudt	Parameter öffnen	Spanend, undel	Flachstahl	Öl
Fräsmaschine hor.	Reckermann	7,5 kW	Spanend, del	Flachstahl	Emulsion
Fräsmaschine vert.	Maho	Parameter öffnen	Spanend, del	Rundstahl	Emulsion
Fräsmaschine vert.	SSB 12	Parameter öffnen	Spanend, del	Scheibe	Emulsion
Kreissäge	Kaltenbach	12 kW	Trenne, del	Rundstahl	Emulsion
Messschleifmaschine	Swobbe	18 kW	Spanend, undel	Messst.	Öl

alternative Komponente zugeordnet werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass unterschiedliche Maschinen unterschiedliche Ausstattungsmerkmale haben können, wie beispielsweise Antriebsleistung, KSS-Versorgung und -Entsorgung sowie Späne-Entsorgung.

Bild 3: Aufbau der Ressourcen- und Systemdatenbank

Es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass die erforderlichen Produktionsprozesse mit der Alternative realisierbar sind. Dies beinhaltet auch die Untersuchung der unterschiedlichen Möglichkeiten zum Erfüllen definierter Funktionen im KSS-Kreislauf, ihre Beschreibung und Interaktion mit vor- und nachgelagerten Abläufen und Prozessen.

Wichtiger ist zunächst jedoch, dass die Eigenschaften dieser Komponenten, insbesondere unter ökologischen Gesichtspunkten, über verschiedene Oberbegriffe definiert werden, wie Leistungsdaten, Prozess, Werkstück oder KSS. Die beschreibenden Parameter werden beim Aktivieren des entsprechenden Fensters zum Bearbeiten freigegeben. Durch die funktionale Verknüpfung der Daten werden dann die umweltrelevanten Größen berechnet. Beispielsweise stellen die Prozessdaten zur Werkstückbearbeitung die Ausgangsgrößen zum Berechnen des Energieverbrauchs oder des Zerspanungsvolumens dar. Aus dem dabei anfallenden Spännevolumen und der Werkstückgeometrie sind beispielsweise die Ausschleppverluste über Späne und Werkstück bestimmbar. Dabei ist dann auch das Kühlschmiermittel und seine Eigenschaften zu berücksichtigen, wie beispielsweise die Konzentration der Emulsion oder die Viskosität des Öls.

Die für die Berechnungen relevanten funktionalen Zusammenhänge der Größen und ihre Abhängigkeiten wurden in Laborversuchen und in Zusammenarbeit mit verschiedenen Industrieunternehmen der Metallverarbeitung erarbeitet, die Datenbasis wird im weiteren Projektverlauf erweitert.

2.3 Simulator

Zum Simulieren der Kühlschmierstoff- sowie Energie- und Materialflusskreisläufe wird AweSim! eingesetzt, wobei im Wesentlichen seine Event-Management-Funktionen genutzt werden. Die spezifischen Funktionalitäten, die für diesen Anwendungsfall zum Aufbau der Simulationsmodelle benötigt werden, wurden in VB programmiert. Im Hinblick auf die erforderlichen Simulationsläufe, mit unterschiedlichen Modellen zum Testen alternativer Produktionsstrukturen mit beispielsweise unterschiedlichen Aggregaten zur KSS-Versorgung,

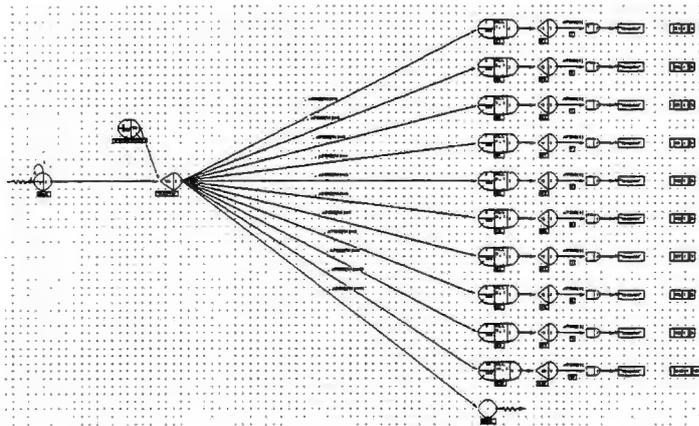


Bild 4: Verallgemeinerter Netzplan des Simulationssystems

wurde ein verallgemeinerter Netzplan erarbeitet, der in seinem Umfang modular erweitert werden kann (Bild 4). Demzufolge erfordert die Nutzung von SimKSS keine speziellen Kenntnisse in der Handhabung und Anwendung von AweSim!, da aus den mit Hilfe der beschriebenen Werkzeuge erstellten Simulationsmodellen automatisch der Code für das Simulationssystem erzeugt wird (Bild 5). Mit diesem

Code wird dann der verallgemeinerte AweSim!-Netzplan konfiguriert, so dass ein anwendungsspezifisches Simulationsmodell gegeben ist. Dies Vorgehensweise vereinfacht und erleichtert die Analyse alternativer Systeme in erheblichem Umfang.

2.4 Auswertmodul und Lösungskatalog

Zum Auswerten der Simulationsdaten stehen einerseits die AweSim!-spezifischen Möglichkeiten zur Verfügung. Darüber hinaus wurden Hilfsmittel zur grafischen Aufbereitung der Ergebnisse erarbeitet [11]. Damit kann die Vielzahl der Daten, die üblicherweise während eines Simulationslauf generiert wird, kondensiert, veranschaulicht und damit einer vereinfachten Auswertung zugänglich gemacht werden. In Bild 6 ist beispielhaft ein automatisch erzeugtes Sankey-Diagramm dargestellt. Gezeigt sind die KSS-Verluste und ihre prozentuale Aufteilung, die in den verschiedenen Teilsystemen einer Produktionseinheit auftreten. Für weitere

Analysen besteht z.B. die Möglichkeit, einzelne Größen, die Maschinen oder Geräten zuzuordnen sind, in Gantt-Diagramm zu präsentieren, und diese mit den üblichen Hilfsmitteln der Cursor- und Zoom-Technik detaillierter zu betrachten.

Hierauf aufbauend werden dann Lösungen zum Mindern der umweltrelevanten Emissionen erarbeitet. Diese werden vorab mit Hilfe eines modifizierten Modells simulationsgestützt auf die zu erwartende Wirkung analysiert und nach erfolgreicher industrieller Erprobung in verallgemeinerter Form in einen Lösungskatalog eingebracht.

```

AweSimSIMKSS - BASECASE (Code)
[Allgemein] [Deklarationen]
Public Sub VSEVENT(code As Long, Ent As VSEntity)
  Dim Nrcy As VSEntity, x As Integer
  ' Events bearbeiten
  Select Case code
  Case 99
    'Entities erzeugen
    If Ent.XNum = b(Zeile) Or Ent.XNum = 1 Then
      For x = 1 To b(Zeile)
        Set Ent = Ent.Clone(0)
        Ent.ATTRIB(2) = a(Zeile)
        Ent.ATTRIB(91) = 1
        Set Nrcy = VS.FILEM(99, Ent)
      Next x
      Zeile = Zeile + 1
    End If
    'Attribut 1 zuweisen
    If Ent.ATTRIB(91) = 0 Then
      Ent.ATTRIB(91) = 1
      Ent.ATTRIB(2) = a(Zeile)
    End If
    'Welches Werkstück wird bearbeitet
    If Ent.ATTRIB(2) = 1 Then
      'Zeit für Werkstück 1
      Ent.ATTRIB(1) = 110
    ElseIf Ent.ATTRIB(2) = 2 Then
      'Zeit für Werkstück 2
      Ent.ATTRIB(1) = 120
    End If
    'Kühlschmierstoffbehälter auffüllen
  
```

Bild 5: Aus dem grafischen Simulationsmodell erstellter Beispiel-Code

KSS - Verluste in den Teilsystemen

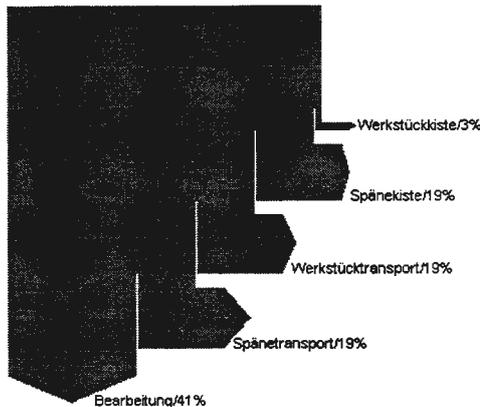


Bild 6: Beispiel zur Auswertung eines Simulationsexperimentes

3. Zusammenfassung

Es wurde ein System zur grafikunterstützten Modellierung von Produktionseinrichtungen mit besonderer Berücksichtigung des Kühlmittelkreislaufs und der zur Realisierung erforderlichen Komponenten vorgestellt. Das System ermöglicht die Simulation alternativer Fertigungsstrukturen mit dem Ziel, Schwachstellen aufzuzeigen und Lösungen zu erarbeiten, um die Umweltbelastungen durch die Produktionseinrichtungen zu minimieren. Das System wird in

Zusammenarbeit mit verschiedenen Industriepartnern erprobt und verifiziert.

Danksagung

Die Arbeiten werden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) unterstützt und in Zusammenarbeit mit den Firmen Wilhelm Becker GmbH / Remscheid, Metallziehtechnik Gustav Imhäuser GmbH / Olpe und ZICO Zimmermann GmbH / Remscheid durchgeführt. Für die Förderung und Unterstützung möchten sich die Autoren bedanken.

Literatur

- [1] H.-J. Warnecke, B.-D. Becker: *Strategien für die Produktion, Standortsicherung im 21. Jahrhundert, Ein Überblick*, Dr. Josef Raabe Verlag-GmbH, 1994.
- [2] NN: *Auf dem Weg zur Trockenbearbeitung, Herausforderung an die Fertigungstechnik*, VDI Berichte 1240, VDI Verlag, Düsseldorf 1996.
- [3] NN: *Praxis der Trockenbearbeitung*, VDI Berichte 1458, VDI Verlag, Düsseldorf 1999.
- [4] NN: *Trockenbearbeitung prismatischer Werkstücke*, VDI-Bericht 1375, VDI-Verlag, Düsseldorf 1998.
- [5] G. Petuelli, G. Blum: *Minimalmengenschmierung beim Bohren und Gewindebohren in Messing*, Abschlussbericht zum DBU-Forschungsprojekt DBU-Az 09416, 1999.
- [6] G. Petuelli, G. Blum: *Gewindefurchen ohne Kühlschmierstoff*, Abschlußbericht zum BMB+F-Forschungsprojekt AiF-FKZ 1706996, 1998.
- [7] NN: *Bedienerhandbuch zum Kühlschmierstoffmanager*, NSG, 1999.
- [8] EG-Öko-Audit-Verordnung 1836/93-95.
- [9] DIN EN ISO 14001: *Umweltmanagementsystem*, Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung, 1996.
- [10] VDI Richtlinie 3336: *Simulation von Logistik-, Materialfluß und Produktionssystemen*, 1993.
- [11] J. Puschmann: *Erstellung einer benutzerfreundlichen Bedieneroberfläche und eines grafischen Auswertemoduls zur ereignisorientierten Planung des Werkzeugflusses*, Diplomarbeit, Universität-GH Paderborn, Abt. Soest, 2000.

Simulation und GIS – Strategien zur verknüpfenden Analyse

Gerhard Reik, Christian Zemke

Technische Universität Clausthal, IGP, Abt. Ingenieurgeologie
Leibnizstraße 10, D-38678 Clausthal-Zellerfeld
{inggeo, zemke}@geologie.tu-clausthal.de

Hamburg 2000

1 Zusammenfassung

Auf dem Gebiet der angewandten Geowissenschaften gewinnt der Einsatz computergestützter Informations- und Managementsysteme auf der Grundlage moderner Visualisierungs- und Datenbanktechnologien zunehmend an Bedeutung. Die Simulation und Führung des Ablaufs anthropogen beeinflusster Vorgänge in Geosystemen ist für viele geologische, geotechnische und bautechnische Arbeitsfelder von großer wirtschaftlicher, ökologischer und sicherheitstechnischer Bedeutung.

Im Baugrund des Absperrbauwerks der Talsperre Leibis/Lichte soll durch Simulation des Durchströmungsverhaltens eine Optimierung von Injektionsmaßnahmen untersucht werden. Trotz langjähriger Erfahrungen mit Injektionstechniken liegen diesem Verfahren im wesentlichen heuristische Argumente zugrunde. Durch Einsatz moderner informationstechnischer Werkzeuge wird ein deutlich besseres Verständnis der Vorgänge bei Injektionsmaßnahmen, und eine Optimierung des Verfahrens unter Qualitäts- und Kostengesichtspunkten erwartet.

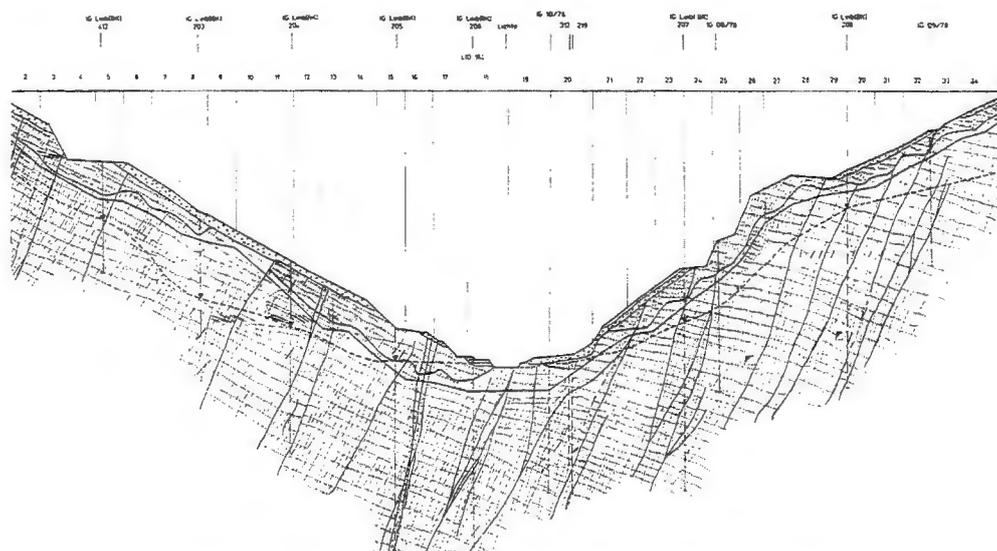


Abb. 1: Baugrund und geplantes Absperrbauwerk

2 Durchströmungsverhalten und Injektionsmaßnahmen

Bei der Planung, Errichtung und Überwachung von Stauanlagen sind das Durchströmungsverhalten des Gebirges und dessen Injektionsfähigkeit wichtige Teilaspekte, die sicherheitstechnisch, ökonomisch und ökologisch relevant sind.

Trotz langjähriger Erfahrungen mit Injektionstechniken sind deren theoretische Grundlagen mathematisch nicht realitätsnah zu beschreiben. Ein adäquates Modell der Prozeßdynamik beim Injizieren muß die Abhängigkeiten der Wegsamkeiten im Kluftflächennetz von den variierenden Fließeigenschaften natürlicher und injizierter Medien bei unterschiedlichen hydraulischen Verhältnissen beschreiben. Bestimmende Systemparameter sind zum einen die Einflußfaktoren, die das rheologische und ggf. das Erstarrungsverhalten des injizierten Mediums beeinflussen, und zum anderen die Geometrie und Kapazität des Kluftraumgefüges und dessen Verformungsparameter.

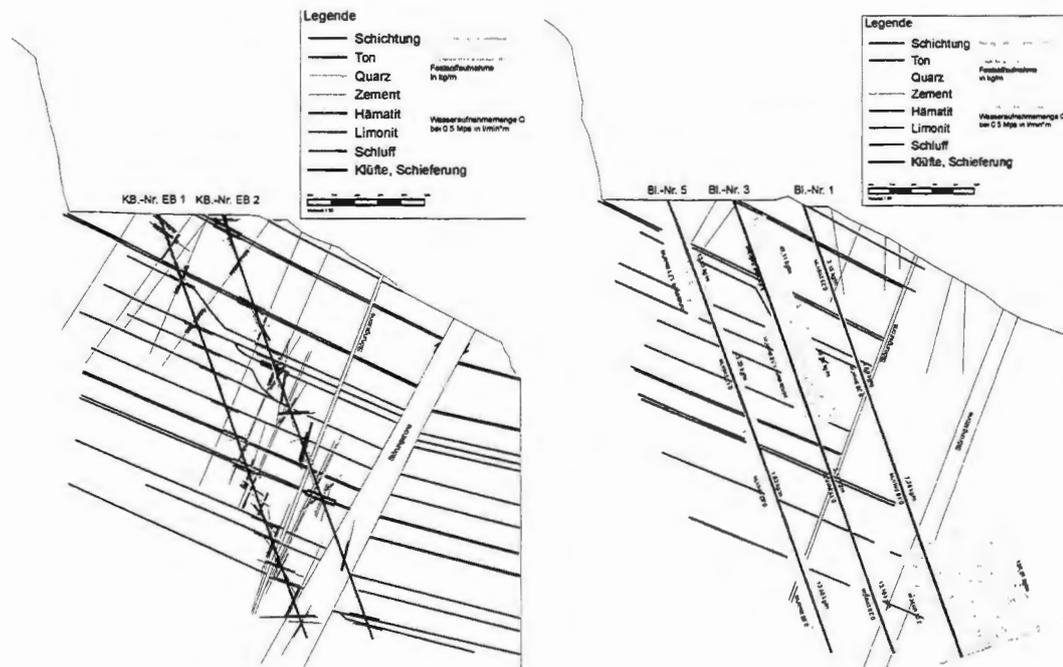


Abb. 2: Kluftflächennetz und Kluftraumkapazitäten

Die Effektivität der Maßnahmen ist abhängig von der interaktiven Durchführung von Feldarbeit, geologisch-hydrogeologischer Modellbildung, der darauf aufsetzenden mechanischen und hydraulischen Berechnungen und der Planung und Durchführung der Injektionsmaßnahmen. Zur Beurteilung der Standsicherheit eines Absperrbauwerks und der Abschätzung der Sickerwasserverluste müssen die Daten der umfangreichen Untersuchungen zur Erstellung eines vollständigen geologisch-geotechnischen Modells zusammengeführt werden.

3 Ingenieurgeologische Strukturmodelle

Ziel ist es daher, die realitätsnahe Nachbildung der Realwelt in einem abstrakten Modell zu erreichen, das die Eigenschaften der hochkomplexen geologischen,

geohydraulischen, geophysikalischen und geochemischen Gegebenheiten exakte erfaßt. Die Integration der durch geowissenschaftliche Datengewinnung (Fernerkundung, Photogrammetrie, Seismik, Bohrungen, Messungen etc.) vorliegenden heterogenen Informationen und deren Aufbereitung zur zielgerichteten Analyse und Auswertung erfordern neue Konzepte der Verwaltung und Visualisierung räumlich-zeitlicher Modelle. Untersuchungen haben ergeben, daß die Gewinnung von Daten und deren Integration in einem Modell die meiste Zeit beansprucht und damit die höchsten Kosten verursacht. Probleme ergeben sich dabei einerseits aus der inhärenten Komplexität des geologischen Untergrundes und den vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den Modellkomponenten.

Spezieller Berechnungs-, Analyse- und Statistikverfahren werden nutzbringend bei der Dateneingabe und Konstruktion des Modells einbezogen. Dabei werden Systeme zur semi-automatischen Generierung komplexer Untergrundmodelle auf der Basis von Modellhypothesen und unter Ausnutzung statistisch ausgewerteter Meßdaten eingesetzt. Darüber hinaus können Interpolationen, Extrapolationen und Approximationen von Daten den Benutzer bei der Erstellung eines Anfangsmodells zur Seite gestellt werden, das dann interaktiv verfeinert wird.

Ein wichtiges Kriterium bei der Modellbildung bildet die ständige Überwachung und Überprüfung des eingegebenen oder generierten Modells auf Konsistenz und Plausibilität, etwa ob die Lagerung von Schichten nachvollzogen werden kann oder räumliche Geo-Objekte überschneidungsfrei im Raum plaziert sind. Moderne Datenbanksysteme bieten hier erste Ansätze aktiver Constraint-Checks auf der Grundlage von Regelwerken und Trigger-Mechanismen.

4 Dynamische Virtual Reality Modelle

Die Interpretation gewonnener Ergebnisse ist entscheidend für deren Aussagekraft. Dazu ist deren anwendungsgerechte und realitätsnahe Aufbereitung essentiell.

Die Methodik der Virtual Reality hat ihren Ursprung in der Computer Grafik (CG) und integriert Verfahren zur Bildverarbeitung, Modellierung und realitätsnahen Darstellung eines Ausschnitts der Realwelt bei gleichzeitiger Interaktion mit dem virtuellen Modell. Voraussetzung sind echtzeitfähige Visualisierungsalgorithmen, die dem Anwender die freie Bewegung im Raum ermöglichen. Grundsätzlich müssen dabei die Gesichtspunkte der Genauigkeit, Interpretierbarkeit und Aktualität der repräsentierten Daten berücksichtigt werden.

Bisherige Anwendungen aus dem Automobilbau, der Architektur oder der Einsatz in Flug- und Fahrzeugsimulatoren basieren im wesentlichen auf *statischen* Modellen, die lediglich die Bewegung des Anwenders bzw. zu simulierender statischer Objekte im Raum als Interaktionskomponente integrieren.

Durch die Zusammenführung von Virtual Reality Konzepten und Geo-Informationssystemen werden nun *dynamische* Virtual Reality Modelle als Ansatz zur

Visualisierung und Simulation der unterhalb des Absperrbauwerks auftretenden geohydraulischen Verhältnisse untersucht.

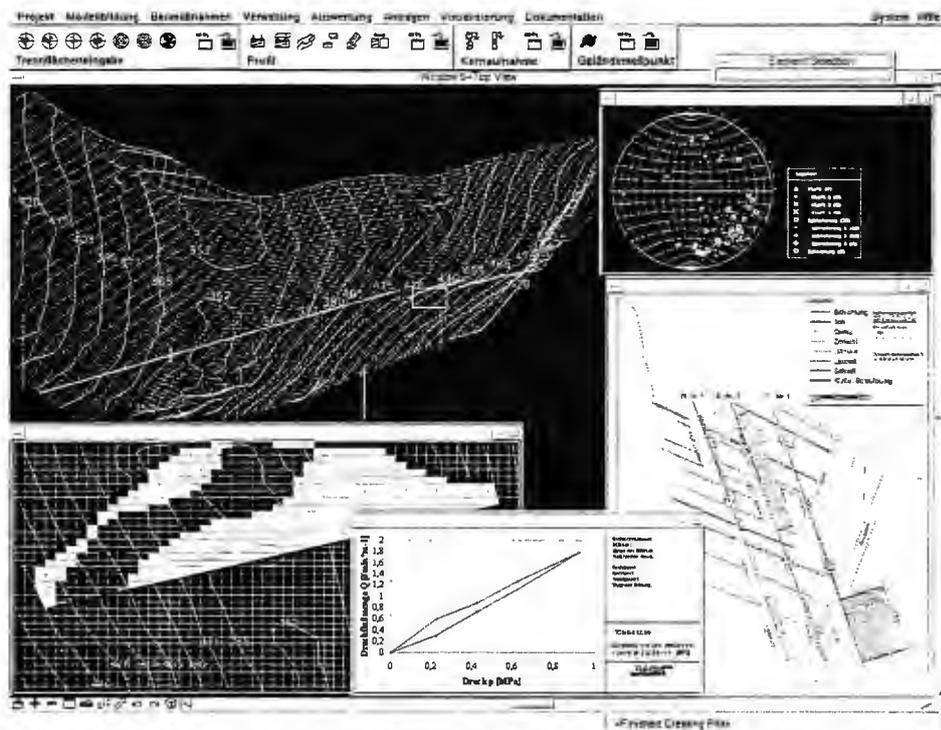


Abb. 3: Virtual Reality Geo-Informationssystem

Zu diesem Zweck werden moderne Virtual Reality-Konzepte mit bisherigen Komponenten zur Modellierung und Visualisierung geologischer, baugelogeischer und bautechnischer Informationen gekoppelt und speziell auf den Anwendungsbereich angepaßt (MÖLLER, 1998). Das Ziel ist, eine anwendergerechte Abstimmung zwischen Realität und virtuellem Modell auf der Basis realistischer 3D-Untergrundmodelle zu erreichen. VR-Geräte, wie Head-Mounted Displays und Cyber-Gloves, werden dabei als der menschlichen Perzeption angepaßte Ein- und Ausgabemedien in das System integriert und für die Anwendung optimiert.

5 Simulation von Parametermodellen

Da eine mathematische Beschreibung des geologisch-geotechnischen Anwendungssystems mit allen Wechselwirkungen in geschlossener Form in den seltensten Fällen aufgestellt werden kann, bedient man sich der Simulation unter Zuhilfenahme von Diskretisierung und Abstraktion. Zur Darstellung von flächen- oder volumenhaften Objekten werden dabei zumeist Finite Elemente (FE) als Homogenbereiche innerhalb des untersuchten Modells identifiziert. Dabei ist eine flexible Anpaßbarkeit der Elemente und ein dem Modell angepaßter Detaillierungsgrad von entscheidender Bedeutung für den Erfolg der späteren Simulation, wobei jedoch eine Erhöhung des Detaillierungsgrades eine exponentielle Vervielfachung der Datenmenge und somit der Berechnungsdauer nach sich zieht. Die Simulation des gebirgsmechanischen, hydrodynamischen und auch bauwerksphysikalischen

Systemverhaltens mittels FE Methoden ist im Talsperrenbau obligat. Die zugrundegelegten Randbedingungen und Materialparameter sind jedoch oft unzureichende Abstraktionen des zu bewertenden realen Systems. Ausgehend von einem bereits realisierten System (BAGIS, BRINGEMEIER, REIK, BUSCH, MÖLLER, 1997) zur Darstellung des geologischen Untergrundes und technischer Körper auf der Basis eines thematische, topologische und metrische Aspekte beschreibenden Modells wird zunächst eine weitere Dimension zur Repräsentation der intrinsischen Prozeßdynamik von Geosystemen entwickelt. Darauf aufsetzend sind zwei Modellsichten zu realisieren, die dieselbe Datenbasis in Abhängigkeit der gewünschten Operationen widerspiegeln: Die erste Sicht beschreibt das detaillierte Modell des Bauwerks und des Untergrundes, wobei dem Benutzer alle Informationen im vollen Umfang zur Verfügung stehen, dargestellt und abgefragt werden können. Es dient darüber hinaus der Dokumentation und Qualitätskontrolle und soll als Instrument für die Durchführung geologisch-geotechnischer Untersuchungen eingesetzt werden. In dieser Sicht ist jedoch keine Simulation oder dynamische Prozeßanalyse möglich. Hierfür ist vielmehr die zweite, abstrakte Sicht des Modells notwendig, die ausgehend von der detailgenauen Beschreibung homogene Bereiche mit gleichen statischen und dynamischen Eigenschaften identifiziert (Abb. 4).

Anhand dieses abstrahierten Modells kann somit eine Überführung des Zustandsmodells in ein Parametermodell im System integriert werden, auf dessen Grundlage die Prozesse dynamisch simuliert, interpretiert und aufbereitet werden können. Dabei sollen B-Spline-Techniken als flexible Modellierungsstrukturen eingesetzt werden. Insbesondere Non Uniform Rational B-Splines (NURBS) bieten eine effiziente Datenstruktur zur Speicherung, Manipulation und Analyse von komplexen 3D Strukturen. Mit dieser Datenstruktur können Freiformkurven und -flächen auf einer einheitlichen mathematischen Basis beschrieben, und durch boolesche Operationen miteinander in Beziehung gesetzt werden. Die Verknüpfung eines Informationssystems mit Werkzeugen zur Simulation soll zu einer optimierten Bewertungen der Teilsysteme führen.

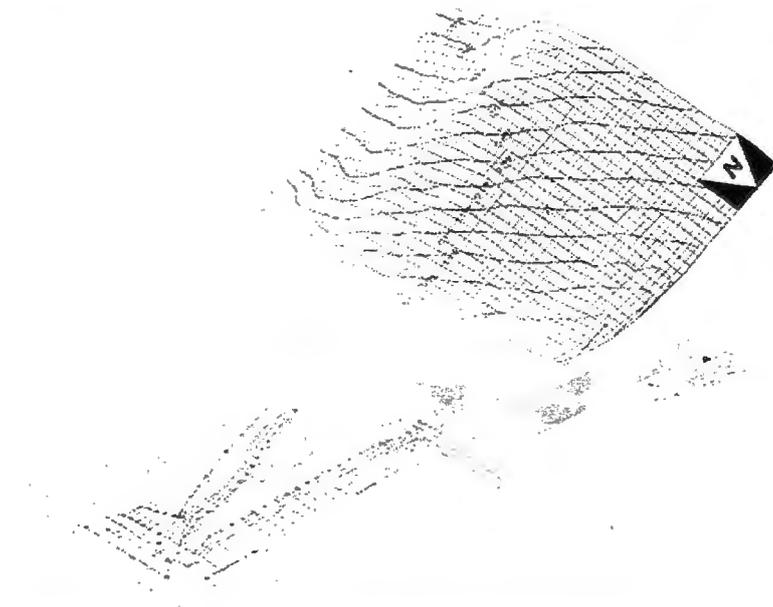


Abb. 4: Parameterdarstellung des Talsperrengebietes

Die Ergebnisse rechnergestützter Simulationen können jedoch nur dann über die Zeit gewinnbringend eingesetzt werden, wenn in der Evaluationsphase des Systems ein Abgleich zwischen den Ergebniswerten der Simulation und den in der Realität gemessenen Werten durchgeführt wird. Auf der Basis der so gewonnenen Erkenntnisse können die eingesetzten Simulationsverfahren optimiert und an die gegebenen Parameter angepaßt werden.

Die realitätsnahe Simulation der Prozesse in den äußerst komplexen Geosystemen trägt dabei nicht nur zu deren Verständnis bei, sondern ist auch für die Steuerung geotechnologischer Verfahrensabläufe sowie deren Optimierung und Qualitätskontrolle von ausschlaggebender Bedeutung. Wichtig ist die möglichst gesamtheitliche Nutzung der für die Fragestellung relevanten Informationen aus allen Phasen der Projektentwicklung. Daten, die von Analysen unterschiedlichster Modellierungswerkzeuge, Expertensystemen und Echtzeitaufnahmen stammen, kann erst der volle Informationsgehalt entnommen werden, wenn sie intelligent integriert und interaktiv visualisiert werden. Mit der Methodik der Virtual Reality steht hierfür ein geeignetes Konzept zur Verfügung.

6 Literatur

- BRINGEMEIER, D.; REIK, G.; BUSCH, W.; MÖLLER, D.P.F. (1997): *BAGIS – Ein Informationssystem für den Tunnelbau*; in J. Gosler, W.J. Hinkel, W. Schubert (Hrsg.): *Tunnel für Menschen*, Proceedings World Tunnel Congress '97, Balkema.
- KESPER, B. (1997): *Das Geo-Datenmodell GeoCORE*; in Ch. Eckert, Th. Polle, T. Stülten (Hrsg.): *Kurzfassungen 9. Workshop „Grundlagen von Datenbanken“*, Königslutter, Universität Dortmund, Forschungsbericht Nr. 643.
- MÖLLER, D.P.F.; KESPER, B. (1999B): *Virtual Reality: A Methodology for Advanced Simulation in Geoscience*. In: Proceedings SCSC 99, pp. 645-649. Eds.: M-S.Obaidat, A.Nisanci, B.Sadoun. SCS Publication, San Diego, 1999
- REIK, G.; ZEMKE, C.; MÖLLER, D.P.F.; KESPER, B. (1999): *Realisierung und Einsatzmöglichkeiten des Geoinformationssystems BAGIS*. In: W. Lempp, G. Reik (Hrsg.): *Berichte von der 12. Nationalen Tagung für Ingenieurgeologie (Halle/Saale)*.

Einsatz der Simulationstechnik in der Entwicklung neuer medizintechnischer Produkte

Johan Overweg¹, Georg. H. Thiessen²,

¹ Philips Medical Systems, Research Division, Technical Systems,
Röntgenstrasse 24, 22335 Hamburg.

Johan.Overweg@philips.com

²imtc GmbH,

Steckelhörn 9, D-20457 Hamburg

ght@imtc-hamburg.de

Hamburg 2000

1. Abstract

This overview describes simulation activities related to the development of critical components of a of Magnetic Resonance Imaging system. These are:

1. The main-field magnet: in state-of-the art MR scanners a superconducting electromagnet generating a very uniform magnetic field with a strength typically 1.5 tesla
2. The gradient coil system: a set of coils to generate a magnetic field which is zero in the centre of the imaging volume and increases approximately linearly in one direction. The amplitude and direction of the resulting gradient are rapidly switched during the acquisition of an MR image
3. The RF transmit coil: a transmit antenna to generate a uniform radio frequency field to excite the nuclear spins
4. The RF receive coils: detection coils to pick up the signals from the nuclear spins.

The development of these components involves a lot of simulation activities. Many simulation activities involve magnetic fields. Some of the tasks can be done using commercially available EM simulation tools, but in many cases we need very dedicated design tools which are developed in house. Simulation is also done at system level: the

combined effects of the above components is used to accurately predict intensity distribution and distortion of images well before any of the system components has been built.

Questions to be answered by simulation are:

Will it work?

Will it be safe?

What will it cost?

What will be the interaction with the environment?

Below, the main components of an MRI scanner will be dealt with in more detail. Other classes of MRI systems, for example with resistive or permanent magnets are not discussed here.

2. Superconducting magnet

The basic shape of such a magnet is a large solenoid, generating a magnetic field in the direction of the axis. The patient is located in the bore of the magnet. The magnetic field has to have a very high homogeneity in a large volume (typically a sphere of about 500 mm in diameter) in the centre of the system. Optimisation of the current distribution in the solenoid in order to achieve this kind of uniformity is something no commercial EM analysis package can do.

In state of the art magnets, the external field of the magnet is cancelled to a large extent by additional coils of the magnet system (active shielding). Many boundary conditions have to be satisfied during the optimisation. For example, the characteristics of the superconducting wire to be used to manufacture the magnet affect the operating current density and the maximum magnetic field on the conductor.

A lot of further simulation has to be performed in the further engineering of a magnet. Simulation of the effect of coil positioning errors and the correction of such errors (shimming) is an important task. Straightforward mechanical engineering, sometimes

with unusual material properties and load patterns, is required to make sure that the magnet structure can sustain the loads acting on it. For example, the resulting stress in the coil windings is composed of a pre-stress during coil winding, the effect of differential thermal contraction during cool-down to operating temperature (4 Kelvin) and the magnetic forces. A thermal model is used to minimise the total heat load on the cold mass.

Extensive simulation is needed to make sure that the magnet is not damaged and nobody is endangered in the event that the magnet would cease to be superconducting (called a quench).

3. Gradient coil

The gradient coil is a cylindrical structure fitting inside the bore of the superconducting magnet, with three sets of coils of an air- or water-cooled copper conductor. Very dedicated design tools are needed to shape the windings of these coils. Requirements to be satisfied are:

- The field inside the coil system must have an approximately linear dependence on position
- The external field of the gradient coils must be small. The reason for this is that otherwise large currents will be induced in the metallic structures of the superconducting magnet, which will then contribute to the net magnetic field in the imaging volume
- The stored magnetic energy of the coil system must be minimised. The gradient fields are typically switched on and off in a time scale from 0.1 to 1 ms; a large stored energy implies a large peak power of the amplifier driving the coil. State of the art gradient systems require amplifiers in the 100kW-1MW range and these are very expensive.
- The amplitude of the time-varying magnetic fields must be kept below the allowed patient safety limits.

The winding patterns resulting from the field optimisation have a very intricate shape, which must be produced with high precision. For this reason, the simulation results are

automatically converted to CAD formats and used to control CNC manufacturing equipment.

A particular problem with the gradient system is the emission of acoustic noise. Mechanical analysis is performed to minimise the amplitude of vibration resulting from the large Lorentz forces on the coil.

The design of gradient coils also involves thermal modelling, to make sure the dissipated heat does not lead to overheating.

4. RF transmit coil

Similar to the main magnet and the gradient coil, the design of the RF transmit coil starts with a magnetic model. Initially, a quasi-static model can be built, using similar design tools as being used for the main magnet and the gradient coils. The resulting conductor configuration then has to be converted into a structure which is resonant at the desired operating frequency (64 MHz for a 1.5 tesla scanner).

The fine tuning of the design must take into account the electro-magnetic properties of the patient. This analysis is done with commercially available simulation tools; the main problems here are the accurate modelling of a human body and the enormous size of the resulting models, which leads to long computation times. This kind of modelling is not only required to optimise the image quality but also to make sure that the RF radiation load on the patient does not exceed the allowed limits.

5. RF receive coils

For optimum image quality, modern MR scanners use arrays of small coils which simultaneously receive the signal from the patient. The optimisation of the sensitivity profiles of these coil elements again involves modelling of the electro-magnetic fields of

the coils in combination with the patient. The interaction between the individual coils and with the transmit coil must also be taken into account.

6. System Level simulation

A very dedicated simulation tool is the “virtual MR scanner”. It contains models of all the sub-systems described above. It can be used to simulate, for each voxel in the useful volume of the scanner, how much nuclear polarisation is generated by a transmit pulse, how this polarisation evolves in time due to the switched fields of the gradient coils and the imperfections in the main magnet and what the contribution to the output signal of the receive coils would be.

This can be done for all voxels in a certain volume and the result can be processed into a synthetic image. These simulation results can be used to optimise the design of a new scanner and to assist in solving image quality problems for existing systems.

7. Summary

Extensive simulations techniques and tools are used for development of a complex system such as the MRI imaging device. This needs a detailed development of simulation tools starting with existing commercial programmes.

Entscheidungsmodelle zum Wassergütemanagement in Flussgebieten

Albrecht Gnauck

Lehrstuhl für Ökosysteme und Umweltinformatik, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Postfach 10 13 44, 03013 Cottbus, Tel. (0355) 692713, Fax: (0355) 692743, E-Mail: Albrecht.Gnauck@tu-cottbus.de

Zusammenfassung

Die nachhaltige Nutzung von Fließgewässern für die menschliche Gesellschaft hat nicht nur zur Veränderung der aquatischen Ökosysteme geführt, sondern auch zur Änderung der menschlichen Aktivitäten in den Einzugsgebieten der Gewässer. Der Beitrag gibt einen Überblick über aktuelle Entwicklungen zum Wassergütemanagement in Flussgebieten unter Anwendung von Entscheidungsmodellen.

1 Einleitung

Das Nachdenken über die Komplexität von Wechselwirkungen zwischen biotischen und abiotischen Elementen ökologischer Systeme, insbesondere von Flusseinzugsgebieten, führte Anfang der siebziger Jahre des letzten Jahrhunderts zur Entwicklung von mathematischen Simulationsmodellen, mit deren Hilfe weitere Kenntnisse über den Zustand und die Veränderungen dieser Systeme abgeleitet werden können. Durch Beobachtung von natürlichen und anthropogen beeinflussten Prozessen und deren systemtheoretischer Analyse wird versucht eine Erklärung der Änderungen in deren Struktur und Funktionsweise auf Grund natürlicher interner und künstlicher externer Steuerungen zu geben. Das Ziel der auf der Basis von Evolutionsprinzipien wirkenden und im wesentlichen auf zufälligen Änderungen (Mutation) und Auslese (Selektion) beruhenden internen Steuerungen in Ökosystemen ist die Sicherung seines Überlebens. Die anthropogen bedingten Aktivitäten sind als künstliche externe Steuerungen anzusehen. Sie dienen zur Aufrechterhaltung der Funktionsweise der Ökosysteme bei einer nachhaltigen Nutzung. Die Steuerung von Ökosystemen impliziert Entscheidungssituationen, die durch mehrfache, oft kontradiktorische Zielsetzungen sowie unterschiedliche Wertmaßstäbe und Bewertungen gekennzeichnet sind. Die Zielsetzungen werden durch die beteiligten biotischen Ökosystemkomponenten und durch die anthropogenen Eingriffe in Ökosysteme definiert. Eine Klärung von Entscheidungssituationen erfolgt mit Entscheidungsmodellen, deren Ergebnisse meist nicht-eindeutige Lösungen von mehrkriteriellen Optimierungsaufgaben darstellen. Das Ziel der Anwendung solcher Entscheidungsmethoden besteht darin, solche Werte der Steuergrößen einzustellen, dass

che Werte der Steuergrößen einzustellen, dass möglichst alle Zielfunktionale in einem gewissen Zielbereich liegen. Entscheidungsmodelle zum Wassergütemanagement in Flussgebieten sind seit den achtziger Jahren bekannt. Während zu Beginn dieser Entwicklung wasserwirtschaftliche Entscheidungen auf der Grundlage von Lösungen mehrkriterieller Optimierungsaufgaben getroffen wurden, liegt gegenwärtig der Schwerpunkt der Entscheidungsmodellierung in der Kombination von mit Simulationsmodellen erarbeiteten Szenarios und deren Visualisierung mittels GIS. Praktische Konsequenzen für das Gewässermanagement sind durch Untersuchungen verschiedener Bewirtschaftungsvarianten (Szenarios) für Planungs- und Entscheidungsebenen, durch Quantifizierung wassergütwirtschaftlicher Prozesse, durch exakte Formulierungen der Managementziele sowie durch die Gestaltung von Nutzungsprozessen im Einzugsgebiet der Gewässer gegeben. Im Beitrag wird eine Übersicht über die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Entscheidungsmodellierung zum Wassergütemanagement in Flussgebieten gegeben.

2 Steuerungskonzepte zum Wassergütemanagement

Im Mittelpunkt der wasserwirtschaftlicher Aktivitäten stehen Maßnahmen zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der Ressource Wasser. Für die direkten und indirekten Nutzungen eines Gewässers und zur Vermeidung volkswirtschaftlicher Schäden liefern rechnergestützte Informations- und Steuerungsprozesse die erforderlichen Aussagen. Die Informationsgewinnung erfolgt dabei nach zwei Zielen:

1. Detektion raum-zeitlicher Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den wesentlichen Einflußgrößen.
2. Datenauswertungen, Modellierung und Simulation zur Ableitung von Strategien des Gewässermanagements.

Hydrologische und hydraulische Unterschiede bewirken die Abhängigkeit der Stoffkonzentrationen in Fließgewässern vom Abfluss. Stoffbilanzen gehören deshalb zum Arbeitsinstrumentarium des Gewässermanagements. Sie dienen nicht nur zur Einschätzung der aktuellen Belastungssituation von Oberflächengewässern und der Nutzeranforderungen, sondern auch zur Bemessung aktueller und künftiger Abwassereinleitungen und zur Vorhersage möglicher Änderungen der Wassergüte. Flusseinzugsgebiete sind als Steuerungssysteme unter Berücksichtigung der Meß- und Steuerfehler sowie der Prozess- und Systemempfindlichkeiten zu beschreiben. Die Steuerungsstrategie ist dabei vom

schreiben. Die Steuerungsstrategie ist dabei vom Ausgangszustand abhängig. Mögliche Steuerungskonzepte sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1. Steuerungskonzepte zum Wassergütemanagement

Steuerungsaufgabe	Ziel der Steuerung	Güte der Steuerung	Anwendung
Optimalsteuerung	Extremwerte der Zustandsvariablen	Integralkriterien	Oberflächengewässer, Grundwasserleiter
Konstante Systemeigenschaften	fest vorgegebenes dynamisches Verhalten	Bemessungsvorschriften, Standards, Richtlinien	Klärwerksabläufe, industrielle Einleitungen, diffuse Einleitungen, Wasserentnahmen

Da die Nutzungen entlang eines Fließgewässers sehr unterschiedlichen Charakter besitzen, ebenso die Art und Intensität von Einleitungen, ist eine segmentierte Betrachtung eines Fließgewässers sinnvoll. Problematisch für die Anwendung mathematischer Modelle zur Simulation und Vorhersage der Wassergüte in rückgestauten Fließgewässern ist die Tatsache, dass Belastungen und Verschmutzungen in ihren Wirkungen, nicht aber als Konzentrationen oder Frachten von Stoffen angezeigt werden.

3 Wassergütemanagement in Flussgebieten

Das Gewässermanagement von Flussgebieten erfordert mathematische Simulationsmodelle der Wassermenge und der Wassergüte für unterschiedliche Zeithorizonte, die eine Prozessführung hinsichtlich bestimmter Ziele gestatten. Neben langfristigen Zielen wie die Erfüllung politischer oder landschaftsökologischer Leitbilder, sind mittelfristige Ziele, wie Sanierungs- und Renaturierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet, oder der Ausbau von Fließgewässern sowie kurzfristige Ziele, wie der Ausgleich von Schäden infolge Havariesituationen, anzustreben. Während lang- und mittelfristige wasserwirtschaftliche Maßnahmen und Strategien durch Ergebnisse von Planungsmodellen gestützt werden, dienen die Ergebnisse schneller Prozessmodelle zum operativen Gewässermanagement. Durch repetierende Prozessbeobachtung werden die für die Prognosen und Steuerungen erforderlichen Informationen bereitgestellt. Diese dienen zur verbesserten ökotechnologischen und wassergütwirtschaftlichen Prozessgestaltung. Bild 1 zeigt schematisch den Zusammenhang zwischen Gewässermanagement, Modellierung und Simulation.

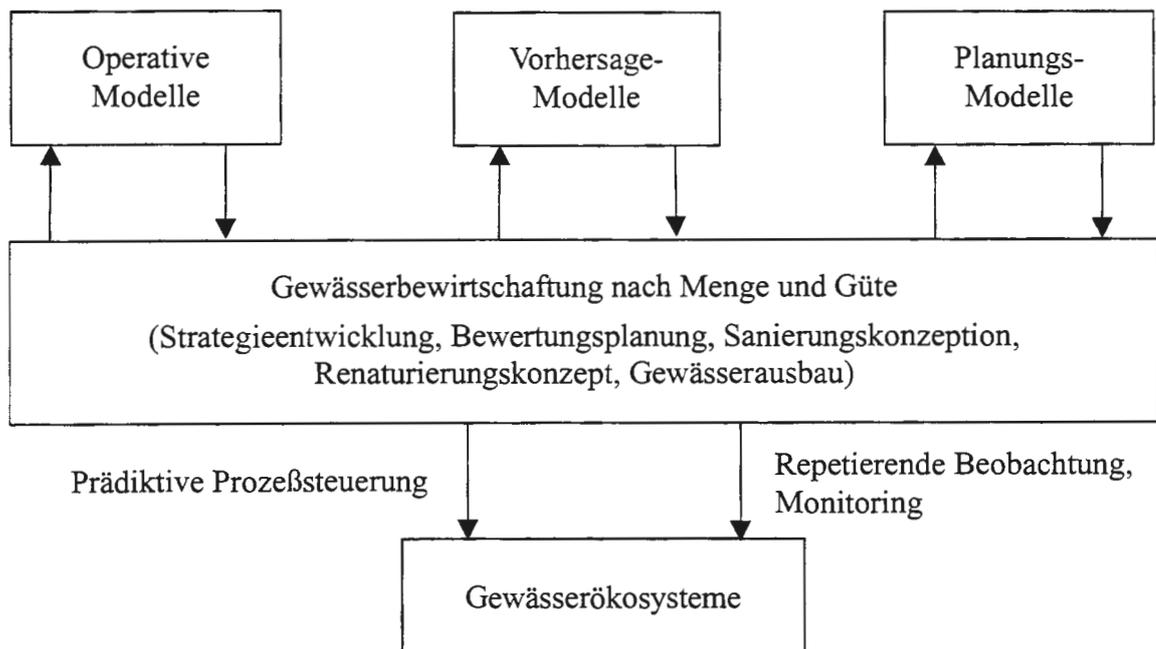


Bild 1. Konzept zum rechnergestützten Gewässermanagement

Anwendungen von Wassergütemodellen zum Management von Flussgebieten sind meist dadurch gekennzeichnet, daß zwar theoretisch gut begründete Modelle zur Wassergütesimulation existieren, diese aber hinsichtlich des Prozessmodells nicht optimal sind (Tabelle 2).

Tabelle 2. Entwicklungsstufen der Wassergütemodelle

Zeitraum	Charakterisierung
1925	Sauerstoff-BSB-Modell des Selbstreinigungsprozesses in Fließgewässern
1935 - 1950	Modifizierung des Streeter-Phelps-Modells durch Hinzunahme weiterer Wassergüteprozesse und einfacher hydrodynamischer Wechselwirkungen
1950 - 1965	Kritik des Streeter-Phelps-Modells, Erweiterung der hydrodynamischen Kopplungsstrukturen
1965 - 1975	Einbeziehung der Algen- und Stoffumsatzdynamik in die Sauerstoffbilanz, Berücksichtigung der Eutrophierung
1975 - 1980	Verbesserung der Systemidentifikationsprozeduren, Erweiterung der Modellgleichungen und der Parameterschätzverfahren
1980 - 1985	Kopplung der Bilanzmodelle mit mehrkriteriellen Optimierungsprozeduren
1985 - 1990	Einbeziehung der Selbstreinigungsmodelle in Planungsmodelle zum Gewässermanagement
1990 - 2000	Berücksichtigung der Eutrophierung und der sozio-ökonomischen Flussgebietsentwicklung in Planungsmodellen, Kopplung der Entscheidungsmodelle mit GIS und anderen Informationssystemen

Bezüglich der Bewertung der Wassergüte beziehen sie sich einerseits auf die Veränderungen der Wassergüte entlang eines Fließgewässers, und andererseits auf geplante Veränderungen von Einleitungen bzw. planerische Aktivitäten zum Gewässerausbau [1]. Mit wachsender Komplexität der zu lösenden praktischen Aufgaben ist ein Bedarf nach Managementmodellen entstanden, die neben der naturwissenschaftlichen und hydrodynamischen Beschreibung der Wassergüteänderungen auch die sozio-ökonomischen Aspekte im Einzugsgebiet von Fließgewässern berücksichtigen. Dem Vorteil einer umfassenden Betrachtungsweise steht dabei der Nachteil eines sehr großen Bearbeitungsaufwandes und einer meist sehr grossen Modellkomplexität gegenüber. Ein charakteristisches Beispiel dafür ist das Modell *STREAMPLAN* [5].

4 Entscheidungsmodelle

Entscheidungsmodelle, die eine optimale Prozessführung unter Berücksichtigung konträrer Zielfunktionen der Wassernutzungen und kontradiktorischer sozio-ökonomischer Randbedingungen im Einzugsgebiet gestatten, sind als Weiterentwicklungen auf dem Gebiet des Gewässermanagements anzusehen. Beispiele dafür sind Entscheidungsmodelle wie *DESERT* [4] oder *STREAMPLAN* [5]. Sie umfassen die Vorteile von dynamisch-ökologischen Simulationsmodellen und von Wasserbewirtschaftungsmodellen. Weitere Entwicklungen wie *GREAT-ER* [6], *MIKE BASIN* [3] sowie *WaterWare* [2] berücksichtigen die räumlichen Bedingungen im Einzugsgebiet anhand von GIS. Folgende Aspekte sind bei der Anwendung von Entscheidungsmodellen zum Gewässermanagement zu berücksichtigen:

1. Erfassung der Wirkungen zwischen großräumigen klimatischen Einflüssen und ihren Auswirkungen auf das betrachtete Fließgewässer.
2. Berücksichtigung sozio-ökonomischer Aktivitäten im Einzugsgebiet des betrachteten Gewässers.
3. Der Aufwand zur Beschaffung der Eingangsdaten soll klein sein.

In Bild 2 sind Entscheidungsmodelle in ihrer Mittlerrolle zwischen Gewässermonitoring und Gewässerplanungen im Einzugsgebiet dargestellt. Dabei werden die Wechselwirkungen zwischen den sozio-ökonomischen Vorgaben (Standards, Zielwerte, Grenzwerte), zwischen dem zu lösenden Problem sowie zwischen den zu erwartenden Planungsvorschlägen und der Problemlösung mittels eines Entscheidungsmodells deutlich.

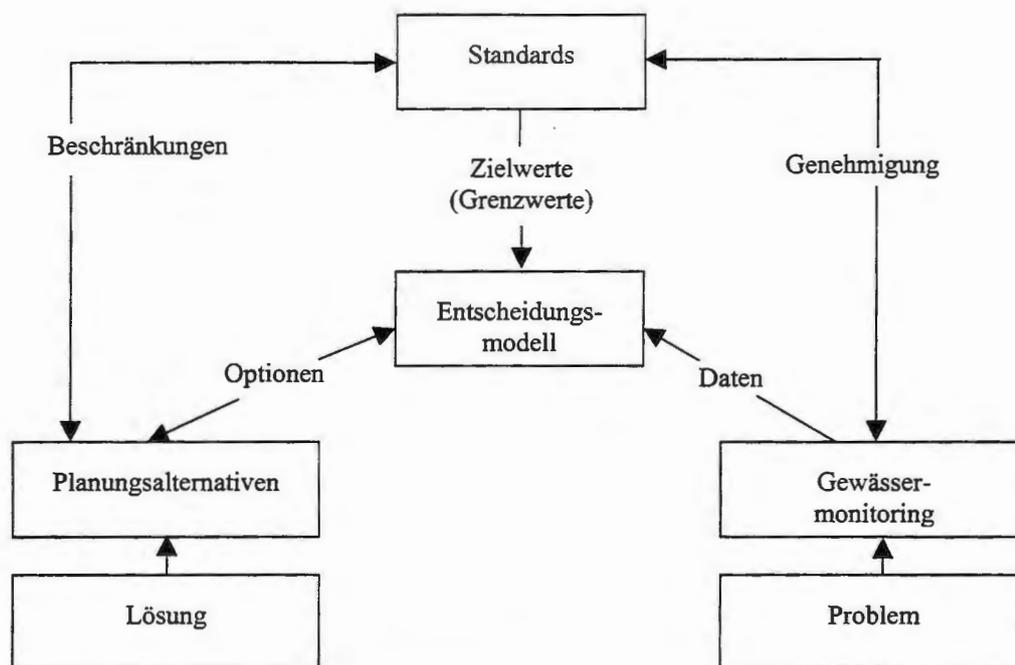


Bild 2. Entscheidungsmodelle zwischen Gewässermonitoring und Planung

Generell kann eingeschätzt werden, dass die Entwicklung von Entscheidungsmodellen zum Gewässermanagement stärker als bisher zu integrierten Software-Produkten führt, die Simulationsmodell, Optimierungsmodell und georeferenzierte Informationssysteme umfassen.

Literatur

- [1] Cembrowicz, R. G., 1984: Bewirtschaftungspläne. Teil VIII: Entscheidungsmodelle in der wassergütewirtschaft ein Teilaspekt der Pilotstudie Bewirtschaftungsplan Leine. *Deutsch. Gewässerkundl. Mitt.* 28(5/6), 146-158.
- [2] Fedra, K., 1995: Product description:WaterWare. Environmental Software & Services, Gumpoldskirchen.
- [3] Grevy, P. D. and B. K. Christensen, 1999: A Holistic Approach for Decision Making within Integrated Lake and River Basin Management. Carl Bro a/s, Glostrup.
- [4] Ivanov, P.I. Masliev, M. Kularathna, A. Kuzmin and L. Somlyody, 1995: DESERT-Decision Support System for Evaluating River Basin sStrategies. WP-95-23, IIASA, Laxenburg.
- [5] Jolma, A., C. De Marchi, M. Smith, B. J. C. Pereira and L. Somlyody, 1997: StreamPlan: a support system for water quality management on a river basin scale. *Environmental Modelling & Software* 12(4),275-284.
- [6] Matthies, M., J.-O. Wagner and F. Koormann, 1997: Combination of regional Exposure Models for European Rivers with GIS Information. *ECO-INFORMA* Vol. 12, pp. 523-529.

Modellbildung und Simulationsmethoden - von einer synergetischen Betrachtung zur Projektdefinition

Heinz Westphal
Heinz.Westphal@et.uni-magdeburg.de
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik,
Universitätsplatz 2, D-39016 Magdeburg

Zusammenfassung

Aus einem Forschungsvorhaben, das bezüglich der benötigten Modellbildung und Simulationsmethoden in den letzten Jahren systematisch aufgebaut und in synergetische Aufgabenschwerpunkte eingeteilt wurde, entstand eine Vorgehensweise, die zur Definition neuer interdisziplinärer Forschungsschwerpunkte herangezogen werden kann. In diesem Beitrag wird dargelegt, wie aus Grundlagenideen und einer synergetischen Betrachtung von Modellbildung und Simulationsmethoden eine neue Projektdefinition entstehen kann. Dieses kann als Leitfaden zur Umsetzung von eigenen innovativen Ideen in Projekte herangezogen werden. Als konkretes technisches Beispiel dient die Entwicklung eines Softwaretools zur prädiktiven Regelung, Planung und Lastkontrolle technischer stochastischer Systeme, die man z.B. in der Informations- und Kommunikationstechnik, in der Fertigungstechnik und in der Verkehrsleittechnik findet.

1 Synergetische Betrachtung von Modellbildung und Simulationsmethoden

Eine synergetische Betrachtung von Modellbildung und Simulationsmethoden kann folgendermaßen definiert werden. Die *Modellierung aus systemtheoretischer Sicht* und die *Modellierung aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht* werden zusammengefaßt. Basierend auf dieser Sichtweise führt eine *Auswahl von Methoden* beider Sichtweisen zur *Klassifikation der Methoden* und schließlich zur Entwicklung der neuen Betrachtungsweise von Modellbildung und Simulationsmethoden. Diese Vorgehensweise wird nun näher erläutert.

1.0.1 Modellierung aus systemtheoretischer Sicht

Das Experimentieren mit Modellen kann aus *systemtheoretischer Sicht* wichtige Erkenntnisse für Planung, Entwurf und Betrieb von komplexen (technischen) Systemen liefern [1]. Oft ist das Experimentieren mit realen Systemen aus naheliegenden Gründen nicht möglich; es ist zu groß, zu komplex oder noch nicht existent, [2]. Daher stellen Modelle oft die einzige Möglichkeit dar, *alternative Entwürfe* zu *analysieren*, zu *bewerten* und Aussagen über ihre Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit zu gewinnen.

Eine exklusive Sichtweise der Modellierung von Systemen mit dem Ziel, Aussagen bzgl. der **Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit** des Systems zu erhalten, hat sich in der Systemtheorie stochastischer **ereignisdiskreter** Systeme manifestiert und ist aus systemtheoretischer Sicht durch die **schwerpunktmäßige Ausrichtung** der Forscher auf die *mathematische Stochastik* erklärbar [3], [4].

Das Experimentieren mit Modellen kann aus integraler Sicht des *Operations Research* und der *Ingenieurwissenschaften* wichtige Erkenntnisse über die das komplexe (technische) System beeinflussenden Parameter liefern. Durch eine *strukturelle- und/oder parametrische Sensitivitätsanalyse* kann das Experimentieren mit Modellen wichtige Erkenntnisse über das Systemverhalten bei Struktur- und/oder Parameteränderungen liefern. Durch eine Sensitivitätsanalyse der das System beeinflussenden Parameter können realisierbare alternative Systementwürfe generiert werden und die Auswirkungen von Parameteränderungen der generierten Systementwürfe untersucht werden.

1.0.2 Modellierung aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht

Das Experimentieren mit Modellen kann aus *ingenieurwissenschaftlicher Sicht* wichtige Erkenntnisse über die das komplexe (technische) System beeinflussenden Parameter liefern.

Das Systemmodell kann auch als paralleles Modell zum realen System eingesetzt werden. Aus der regelungstheoretischen Sicht einer Modellierung entsteht somit ein Beobachtermodell (Beobachter), das als *Ergänzung* zum systemtheoretischen Systemmodell Auswirkungen von Parameteränderungen beobachtet, ohne das Systemverhalten zu beeinflussen. Durch Verwendung des *Beobachters* kann durch gezielte *Interaktion* mit dem System eine Beeinflussung des Systemverhaltens erfolgen.

Parameteränderungen der das Systemverhalten des realen Systems beeinflussenden *realen Systemparameter* und die Auswirkungen der Parameteränderungen auf das Verhalten des Systemmodells werden beobachtet.

Aus der regelungstheoretischen Sicht einer Modellierung entsteht somit ein Beobachtermodell, das als *Ergänzung* zum systemtheoretischen Systemmodell auch Parameteränderungen der das Systemverhalten des realen Systems beeinflussenden *realen Systemparameter* beschreibt und die Auswirkungen der Parameteränderungen auf das Systemmodell beobachtet.

Durch Verwendung des *Beobachters* und des Systemmodells kann dem System durch Adaption der Parameter ein gewünschtes Verhalten aufgeprägt werden.

1.0.3 Auswahl der Methoden

Die Auswahl der aus der Modellierung aus systemtheoretischer und aus der Modellierung aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht gewonnenen Methoden basiert auf detaillierter Analyse der in den *Ingenieurwissenschaften*, im *Operations Research* und der *Mathematischen Stochastik* behandelten Methoden. Die *Auswahl* der Methoden erfolgt durch umfangreiche Recherchen und durch persönliche Diskussionen mit Wissenschaftlern der einzelnen Disziplinen. Somit ergibt sich eine interdisziplinäre Betrachtung einzelner Methoden. So wird z.B. die Theorie der stochastischen Petri Netze aus Sicht des Ingenieurs zur Modellierung von Systemen, und aus Sicht eines Stochastikers als stochastischer Prozeß gesehen. Analysen vorhandener Forschungsergebnisse verschiedener und auf den ersten und bei näherer Betrachtung auf den zweiten Blick artverwandter Fachrichtungen stellen somit einen der Schlüssel zur Verwirklichung neuer synergetischer Forschungsgebiete dar.

1.0.4 Klassifikation der Methoden

Die Klassifikation der Methoden verdeutlicht anschaulich die grundsätzliche Vorgangsweise der Definition eines Forschungsgebietes, wobei von der oberen Ebene der isolierten Betrachtung der einzelnen Disziplinen durch das *Sammeln, Sortieren, Korrelieren und Filtern* von Informationen durch *Exportieren* der gefilterten Information die untere Ebene der interdisziplinären Betrachtungsweise und somit eine neue Forschungsarbeit entsteht.

Die *Klassifikation* der ausgewählten Methoden der einzelnen Disziplinen erfolgt meistens durch Erfahrungen des Bearbeiters (z.B. sind die im Bereich Operations Research angewandten Methoden zur Analyse von z.B. Logistikketten mittels parametrischer Sensitivitätsanalysen einem Regelungstechniker sofort verständlich und er wird sich neben Gedanken zur Systemanalyse auch Gedanken bzgl. einer evtl. möglichen Beeinflussung der Parameter machen) sowie durch *Korrelation* der Methoden.

Die *Auswahl* der regelungstheoretischen Methoden erfolgt sinngemäß durch Korrelation von Ergebnissen bekannter Methoden der modernen Regelungstheorie.

Eine *Klassifikation* der ausgewählten regelungstheoretischen Methoden erfolgte durch erzielte *Synergieeffekte*. Durch Hinzunahme von Methoden aus den Ingenieurwissenschaften, in diesem Fall der *Sensitivitätsanalyse von Eigenwerten*, gelingt es, *Synergieeffekte* zu erzielen und eine *neue Methode* zur Regelung stochastischer ereignisdiskreter Systeme zu definieren.

Folgende Auflistung nennt einige ausgewählte Methoden aus den *Ingenieurwissenschaften*: Stochastische Petri Netze, Stochastische Prozesse, Markov Ketten, Strukturelle und Parametrische Sensitivitätsanalyse, Eigenwerte, Eigenvektoren; aus dem *OperationsResearch*: Strukturelle und Parametrische Sensitivitätsanalyse, Stochastische Prozesse; aus der *Mathematischen Stochastik*: Stochastische Prozesse, Markov Ketten, Eigenwerte, Eigenvektoren.

Eine Aufzählung der für die Klassifikation der Methoden verwendeten Arbeitsunterlagen würde den Rahmen des Beitrages natürlich übersteigen. Auf Anfrage wird interessierten Lesern eine Literatur- und Projektliste gerne zugesendet, hier ein kleiner Auszug [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11].

2 Aufgabenschwerpunkte

Zur Definition eines neuen synergetischen Forschungsgebietes sind neben fachlichen Gesichtspunkten ebenfalls organisatorische und technische Aufgabenschwerpunkte, die in diesem Abschnitt kurz definiert und umrissen sind, zu betrachten. Im folgenden sind einige Aufgabenschwerpunkte in organisatorische Aufgaben und technische Aufgaben unterteilt. Organisatorische Aufgaben dienen hauptsächlich der Themendefinition und internationalen Themenverifikation. Technische Aufgaben dienen der Realisierung des Forschungsvorhabens.

2.1 Organisatorische Aufgaben

Aufgabenschwerpunkt 1 Notwendige organisatorische Aufgaben: wissenschaftliche Informationen.

Die Definition eines neuen synergetischen Forschungsgebietes beinhaltet organisatorische Aufgaben wie die *Analyse vorhandener Forschungsergebnisse* verschiedener und auf den ersten und bei näherer Betrachtung auf den zweiten Blick artverwandter Fachrichtungen. Weiterhin beinhalten die organisatorischen Aufgaben die *Beschaffung, die Sichtung und die Beurteilung der verfügbaren publizierten Forschungsergebnisse* der Fachgebiete und nachdem eine notwendige Vertrauensbasis zu den führenden Forschern geschaffen ist, die *Beschaffung von noch nicht publizierten Forschungsergebnissen*. Darauf aufbauend folgt die *Diskussion des definierten eigenen Forschungsgebietes* mit vertrauenswürdigen führenden Forschern.

Aufgabenschwerpunkt 2 Notwendige organisatorische Aufgaben: wissenschaftliche Kooperationen.

Die Definition eines neuen synergetischen Forschungsgebietes beinhaltet den *Aufbau von Kontakten zu den führenden Forschern* auf relevanten Fachgebieten zwecks Verifikation des neu definierten synergetischen Forschungsgebietes. Weiterhin beinhaltet die Definition eines

neuen synergetischen Forschungsgebietes den **Aufbau wissenschaftlicher Kooperationen** um nach erfolgter Verifikation des Fachgebietes den **gemeinsamen Erwerb von Fördermitteln** für die Realisation und den Ausbau des gemeinsamen Forschungsgebietes anzustreben.

2.2 Technische Aufgaben

Aufgabenschwerpunkt 3 Notwendige technische Aufgaben: wissenschaftliche Dokumentation:

Die Definition eines neuen synergetischen Forschungsgebietes beinhaltet technische Aufgaben wie die Sammlung der notwendigerweise über viele Jahre geführten Diskussionsnotizen und der auch notwendigerweise über viele Jahre geführten Korrespondenz sowie die Sammlung der über Jahre selektierten eigenen und fremden Forschungsergebnisse in einer dem Stand der Technik entsprechenden Form. Dieses sind heute indizierte und möglichst replizierte Datenbanken.

Aufgabenschwerpunkt 4 Notwendige technische Aufgaben: wissenschaftliche Software. Weiterhin beinhaltet die Definition eines neuen synergetischen Forschungsgebietes die Analyse, die Selektion und eventuelle Verwendung von bereits für die Lösung von Teilproblemen einsetzbarer fremder Software, die in Quelltextform vorliegt oder die in verlässlich dokumentierter Form wie z.B. MATLAB etc. vorliegt. Von der Verwendung existenter complierter und in den wissenschaftlichen Gremien allgemein nicht anerkannter Software ist dringlichst abzuraten. Primär steht die Erstellung von eigener wissenschaftlicher "first-cut" Software zur Entwicklung und Darstellung des eigenen neuen synergetischen Forschungsgebietes im Vordergrund.

3 Von einer synergetischen Betrachtung zum prädiktiven Modell

Die Vorgehensweise der Entwicklung eines prädiktiven Modells ist in diesem Beitrag schrittweise anhand eines Phasen/Ebenenmodells verdeutlicht. Das detaillierte und allgemeingültige Bild des entwickelten Phasen/Ebenenmodells findet der interessierte Leser in [1]. Ebene 1 behandelt das reale System, Ebene 2 die strukturierte Modellierung des Systemverhaltens, Ebene 3 behandelt ein detailliertes (stochastische Petri Netz, SPN) Modell des Systems. Ebene 4 behandelt das aus dem (Petri Netz) Modell des Systems generierte Markov Modell und die benötigte Theorie der Markov Ketten, Ebene 5 behandelt die Vereinigung der Ebenen 3 und 4 aus regelungstheoretischer Sicht, und schließlich behandelt Ebene 6 das Modul zur prädiktiven Regelung des Systemverhaltens.

- Durch eine strukturelle und parametrische Analyse des Systems wird ein markierungsabhängiges Systemmodell, ein detailliertes Petri Netz (SPN), entworfen. Dieses Petri Netz zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß - bezüglich vorgegebener und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht realisierbarer Kriterien - einstellbare Parameter des realen Systems im Petri Netz Modell berücksichtigt sind. Da die meisten Petri Netz Modelle nicht strukturiert entworfen werden, ist in [11] die hier von Phase 1 Ebene 1 nach Phase 3 Ebene 3 führende Vorgehensweise zur strukturierten Generierung eines Petri Netz Modells im Detail dargestellt.
- Die markierungsabhängige Analyse (Phase 4 Ebene 3) des stochastischen Petri Netz Modells dient zur Verifikation der strukturellen und dynamischen Eigenschaften des stochastischen Petri Netz Modells. Die nicht markierungsabhängige Analyse gehört zu den Standardanalyseverfahren der Petri Netze und ist als einfacher Spezialfall der markierungsabhängigen Analyse anzusehen. Da in realen Systemen selbstverständlich zustands-

abhängige (markierungsabhängige) Zustandsübergänge stattfinden, muß für die Anwendung stochastischer Petri Netze zur Regelung stochastischer ereignisdiskreter Systeme eine markierungsabhängige Analyse durchgeführt werden. Für die markierungsabhängige Analyse wird ein Softwaretool angewendet.

- Eine parametrische Sensitivitätsanalyse der stochastischen Petri Netz Parameter (Phase 5 Ebene 3) wird durchgeführt.
- Die ermittelten Sensitivitätsbereiche und Insensitivitätsbereiche werden in einem n -dimensionalen Array abgelegt (Phase 6 Ebene 3); die Sensitivitätsbereiche und Insensitivitätsbereiche können somit auch visualisiert werden.
- Die Generierung des Markov Modells, des dem Petri Netz unterlagerten stochastischen Prozesses, aus dem stochastischen Petri Netz (Ebene 4 Phase 3) gehört zu den Standardverfahren der stochastischen Petri Netz Theorie. Aufgrund der Verwendung des markierungsabhängigen stochastischen Petri Netz Modells zur Regelung des stochastischen ereignisdiskreten Systems und den *immediate transitions* ist die Erstellung des Petri Netz Modells und die Generierung des Markov Modells aufeinander abzustimmen.
- Verfahren zur zustandsabhängigen transienten und stationären Analyse (Ebene 4 Phase 4) findet man als numerische Standardverfahren z.B. in der stochastischen Petri Netz Theorie.
- Die Sensitivitätsanalyse des dem Petri Netz unterlagerten stochastischen Prozesses (Ebene 4 Phase 5) wird mittels einer Sensitivitätsanalyse der Eigenwerte durchgeführt.
- Die ermittelten Sensitivitätsbereiche und Insensitivitätsbereiche werden in einem n -dimensionalen Array abgelegt (Ebene 4 Phase 6); die Sensitivitätsbereiche und Insensitivitätsbereiche können visualisiert werden.
- Ein Beobachter (Supervisor) wird das Systemverhalten aufgrund der markierungsabhängigen Analyse und der zustandsabhängigen transienten und stationären Analyse beobachten. Bezüglich der markierungsabhängigen Analyse wird der Zustandsraum des Petri Netzes durch Analyse der zu Schaltsequenzen geordneten Transitions Invarianten, Guards und Fakten beobachtet. Es werden bezüglich der zustandsabhängigen transienten und stationären Analyse, des dem Petri Netz unterlagerten stochastischen Prozesses, die zustandsabhängigen transienten und stationären Zustandswahrscheinlichkeiten beobachtet (Ebene 5 Phase 4). Die Beobachtungen werden in zwei n -dimensionale Arrays abgelegt und getrennt visualisiert.
- Ein Prädiktion des Systemverhaltens wird aufgrund der parametrischen Sensitivitätsanalyse der SPN Parameter und der Sensitivitätsanalyse der Eigenwerte des stochastischen Prozesses ermöglicht (Ebene 5 Phase 5). Durch das aus der parametrischen Sensitivitätsanalyse gewonnene Wissen über das Systemverhalten kann eine gezielte Adaption der Systemparameter und somit eine präventive Beeinflussung des Systemverhaltens erfolgen, und je nach Schrittweite dieser möglichen präventiven Beeinflussung des Systemverhaltens wird somit eine Prädiktion n -ter Ordnung möglich sein. Die Prädiktionen werden in zwei n -dimensionale Arrays abgelegt und getrennt visualisiert. (Neben der parametrischen Sensitivitätsanalyse kann zur Unterstützung auch die Historie des Beobachters für einen Entwurf eines Prädiktors n -ter hinzugezogen werden).
- Ein Korrelationsanalyse der ermittelten Sensitivitätsbereiche und Insensitivitätsbereiche der SPN Parameter (Ebene 5 Phase 6), die in einem n -dimensionalen Array abgelegt (Ebene 3 Phase 6) und visualisiert sind und der ermittelten Sensitivitätsbereiche und Insensitivitätsbereiche der Eigenwerte, die ebenfalls in einem n -dimensionalen Array abgelegt

(Ebene 4 Phase 6) und visualisiert sind, zeigt schließlich ein charakteristisches Verhalten des Systemmodells bezüglich Parameterschwankungen, das in einem n-dimensionalen Array abgelegt und visualisiert wird. Somit können bezüglich der ermittelten Sensitivitätsbereiche und Insensitivitätsbereiche untere und obere Schranken und Konfidenzintervalle für die im Petri Netz Modell modellierten einstellbaren Parameter des realen Systems angegeben und visualisiert werden. Die Analyse der Konfidenzintervalle für die Parameter führt zur Klassifikation der Parameter in z.B. sensitive und insensitive Mengen von Parametern; natürlich jeweils abhängig von der aktuellen Markierung (Zustand) des Petri Netz Modells und des aktuellen Sensitivitäts- und/oder Insensitivitätsbereiches; da sich die Klassenzugehörigkeit der Parameter ständig ändert, kann die Klassenzugehörigkeit durch eine Farbgruppenzugehörigkeit hervorgehoben werden.

- Durch Adaption der das Verhalten des stochastischen Petri Netzes und somit der das Systemverhalten beeinflussenden Parameter (i.a. Prioritäten, Schaltraten, Schaltwahrscheinlichkeiten) (Ebene 6 Phase 6) kann nun der unterlagerte stochastische Prozeß und somit das Systemverhalten verändert und bei geeigneter Interaktion des Systemmodells mit dem System bezüglich vorgegebener Kriterien geregelt werden. Durch Verwendung des Beobachters, des Prädiktors und der parametrischen Sensitivitätsanalyse des Systemverhaltens systematisch analysiert werden und durch gezielte Adaption der Systemparameter kann eine Beeinflussung des Systemverhaltens erfolgen.

Somit ist eine *prädiktiven Regelung stochastischer ereignisdiskreter Systeme* möglich. Für eine Implementation ist noch die strukturelle und dynamische Interaktion der Module durchzuführen. Hier bieten die Zustandsraummethoden der modernen Regelungstheorie vielfältige Möglichkeiten zur strukturellen und dynamischen Interaktion der Module. Somit sind alle Bausteine zur Erfüllung des *Ziels* des Beitrages zum exemplarischen Aufzeigen einer synergetischen Projektdefinition. Das Modell der prädiktiven Regelung eines Kommunikationssystems ist als Modell eines realen Systems und unter Berücksichtigung realer Systemparameter entwickelt worden.

Referenzen, die dem weiteren Verständnis einer synergetischen Projektdefinition dienen, sind z.B. [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11]. Die Klassifizierung der Methoden wird in zukünftigen Beiträgen dargelegt und motiviert. Die oben genannten und aus verschiedenen technischen Fachgebieten stammenden Forschungsinhalte der in diesem Beitrag aufgezeigten Vorgehensweise einer Projektdefinition sollen beim Leser eine synergetische Betrachtung von Forschungsarbeiten motivieren.

3.1 Von der synergetischen Betrachtung zur Projektdefinition

Der kausale Zusammenhang zwischen den klassifizierten Methoden und der Regelung stochastischer ereignisdiskreter Systeme wird im Beitrag ausgearbeitet und dargestellt und motiviert somit den Titels des Beitrages: Modellbildung und Simulationsmethoden - von einer synergetischen Betrachtung zur Projektdefinition.

Projektdefinition 5 *Die in diesem Beitrag vorgestellte synergetische Betrachtung von Modellbildung und Simulationsmethoden ist durch Habilitationsstipendien des Landes Sachsen-Anhalt #276 und der Deutschen Forschungsgemeinschaft #We2138/2-1 gefördert.*

Literatur

- [1] H. Westphal. Sensitivitätsanalyse von Parametern am ATM User Network Interface. In S. Wenzel A. Kuhn, editor, *Fortschritte in der Simulationstechnik, 11. Symposium in Dortmund*, pages 368–373. Vieweg Verlag, ISBN 3-528-06956-2, November 1997.

- [2] S. Fiedler H. Westphal. Simulation und zustandsabhängige Regelung ereignisgesteuerter Systeme. In W. Krug, editor, *Fortschritte in der Simulationstechnik, 10. Symposium in Dresden*, pages 297–302. Vieweg Verlag, ISBN: 3-528-06889-2, September 1996.
- [3] H. Westphal. On the Analysis and Optimal Supervisory Control of Distributed Complex Dynamic Systems. In A. Sydow, editor, *Systems Analysis Modelling Simulation*, 5th International Association for Mathematics and Computers in Simulation (IMACS) Symposium on System Analysis and Simulation (SAS), Berlin, Germany, pages 325–328. Gordon & Breach Publishers, ISBN 2-88449-064-7, June 1995.
- [4] H. Westphal. On predictive control of stochastic DEDS. In V. Hrdliczka M. Engeli, editor, *Fortschritte in der Simulationstechnik, 12. Symposium in Zürich*, pages 75–82. Vieweg Verlag, ISBN: 3-7281-2653-5, September 1998.
- [5] M. Scott A. Saltelli, K. Chan, editor. *Mathematical and Statistical Methods for Sensitivity Analysis*. John Wiley & Sons publishers, will be published, in Summer, 2000.
- [6] Wolfgang Reisig; Grzegorz Rozenberg, editor. *Lectures on Petri Nets: Advances in Petri Nets*, volume Band 1: Basic Models of VII, 681 S. (*Lecture Notes in Computer Science ; 1491*) ISBN 3-540-65306-6. Springer, Dagstuhl conference edition, 1998.
- [7] Wolfgang Reisig; Grzegorz Rozenberg, editor. *Lectures on Petri Nets: Advances in Petri Nets*, volume Band 2: Applications of VII, 477 S. (*Lecture Notes in Computer Science ; 1492*) ISBN 3-540-65307-4. Springer, Dagstuhl conference edition, 1998.
- [8] Christos G. Cassandras. *Discrete Event Systems: Modeling and Performance Analysis*. Richard D. Irwin, Inc., and Aksen Associates, Inc., ISBN 0-256-11212-6, 1993.
- [9] Christos G. Cassandras; Stephane Lafortune. *Introduction to Discrete Event Systems*. Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-7923-8609-4, 1999.
- [10] Sean P. Meyn; Richard L. Tweedie. *Markov Chains and Stochastic Stability*. Springer-Verlag, ISBN 3-540-19832-6, 1993.
- [11] H. Westphal. *Introduction Into Stochastic Stability of High-Performance Computing Systems in Engineering*. Advances in High Performance Computing. WIT Press, Computational Mechanics Publication, ISBN 1-85312-511-3, 1999.

Rekonstruktion und Visualisierung des Neandertalers

Björn Kesper¹, Dietmar P.F.Möller¹, Erhard Godehardt²

¹Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, AB Technische Informatiksysteme

Vogt-Kölln-Str.30, D-22527 Hamburg

{dietmar.moeller, kesper}@informatik.uni-hamburg.de

²Universität Düsseldorf, Klinik für Thorax- und kardiovaskuläre Chirurgie

Morrenstr. 5, D-40225 Düsseldorf

godehard@uni-duesseldorf.de

1 Einleitung

Trotz des technischen Fortschritts gelang bisher im fossilkundlichen Bereich nur eine begrenzte Verbesserung der Rekonstruktionsmethoden. Auf der Grundlage computertomographischer Analysen an fossilen Schädeln und geeigneter Basisdaten über die zonalen Gesichtswichteilaufgaben wurden Neandertaler künstlerisch rekonstruiert (Abbildung 1).

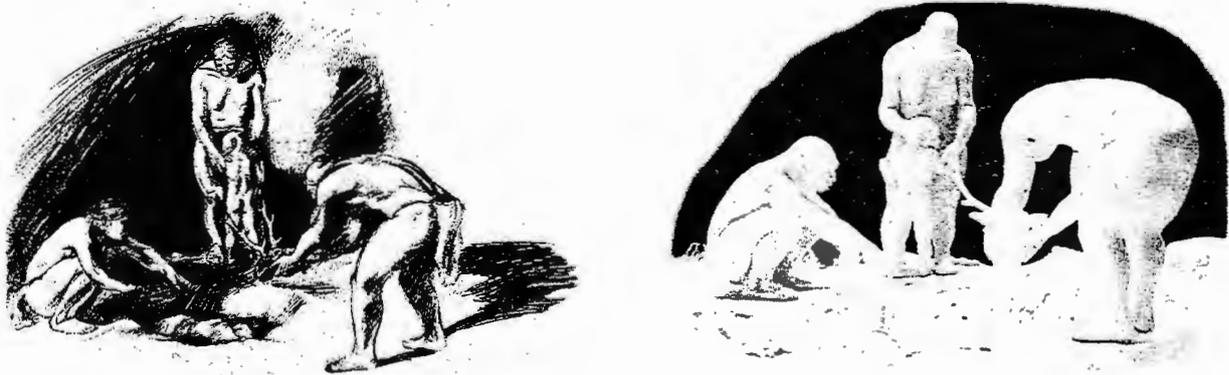


Abbildung 1: Künstlerische Rekonstruktion

Experten der University of Illinois „belebten“ dabei, im dortigen *Biomedical Visualisation Laboratory*, den Schädel eines jugendlichen Neandertalers. Nach der Gestaltung des Gesichts durch Umrechnung der Daten des modernen Kollektivs auf die eines neanderthaliden Schädels resultierte ein jugendlicher Mann, der durch eine auffallend fliehende Stirn, betonte Augenbrauen und vor allem ein sehr weit vorspringendes Mittelgesicht mit einem deutlich fliehenden Kinn gekennzeichnet war. Die Autoren betonen, daß die Nase dicker gewesen sein könnte, ein Beweis dafür, daß auch hier noch individuelle manuelle Nacharbeit erforderlich war. So erfolgte beispielsweise die Gestaltung der durch die automatische Umrechnung deut-

lich gestreckten Augäpfel mittels geeigneter manueller Techniken. Das kann als Beleg dafür gewertet werden, daß diese Arbeit stets ein Kompromiß zwischen einerseits präzisen wissenschaftlichen Vorgaben und andererseits einem beachtlichen Maß an künstlerischem Geschick ist.

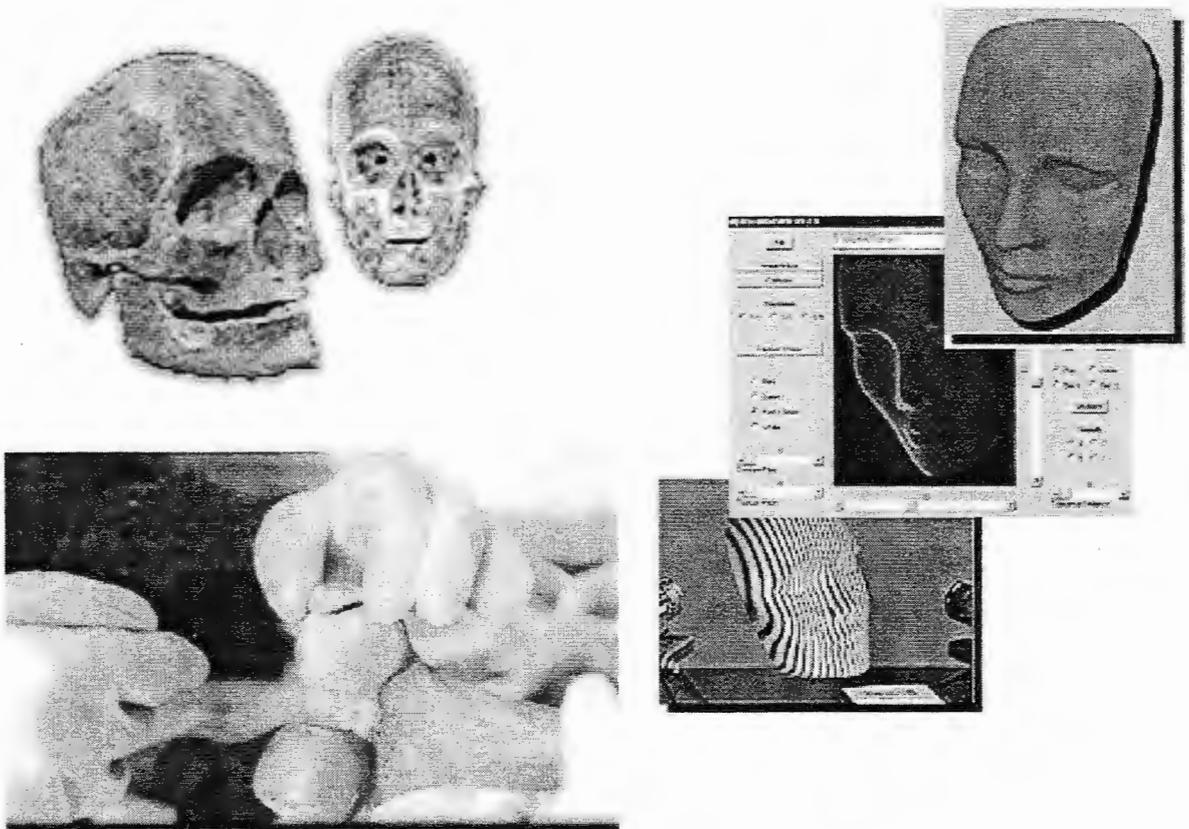


Abbildung 2: Datengewinnung für die Rekonstruktion

2 3D-Morphing

Seit langer Zeit wird auf dem Gebiet der Computergrafik und Animation, insbesondere im Bereich der Simulation, der weiche Übergang zwischen zwei oder mehreren, verschiedenen, Bildern untersucht (sogenannte Metamorphose oder Morphing). Die einfachsten Methoden bedienen sich dabei zweidimensionaler Bitmap-Grafiken, die dann ohne Zutun des Anwenders ineinander übergeblendet werden (sogenanntes Fading), indem sukzessive das erste Bild aus- und das zweite eingeblendet wird. Daneben wurden spezielle Verfahren entwickelt, die eine genauere Spezifikation der Übergänge durch den Benutzer ermöglichen. Dabei wird über beide Bilder ein sogenanntes Kontrollgitter gelegt, das verformt und somit den wesentlichen Bildbereichen der beiden Bilder angepaßt werden kann. Die identifizierten Teilbereiche werden dann wiederum ineinander übergeblendet.

Auch für dreidimensionale Anwendungen wurde zunächst diese einfache Form des Überblendens realisiert (Abbildung 3). Ausgangspunkt bilden dabei dreidimensionale Modelle, die dann zu zweidimensionalen Bildern gerendert werden, um sie anschließend nach den Standardverfahren zu morphen. Diese Methode erzielt jedoch relativ schlechte Ergebnisse, da die Informationen der dreidimensionalen Modelle bei der Abbildung auf ein 2D-Bitmap verloren gehen. Daher können Schatten, Lichtveränderungen und komplexe 3D-Strukturen nicht in den Metamorphose-Prozeß einfließen. Ferner erfordert jeder neue Morphing-Vorgang die vollständige Neuberechnung aller Ausgangsdaten.

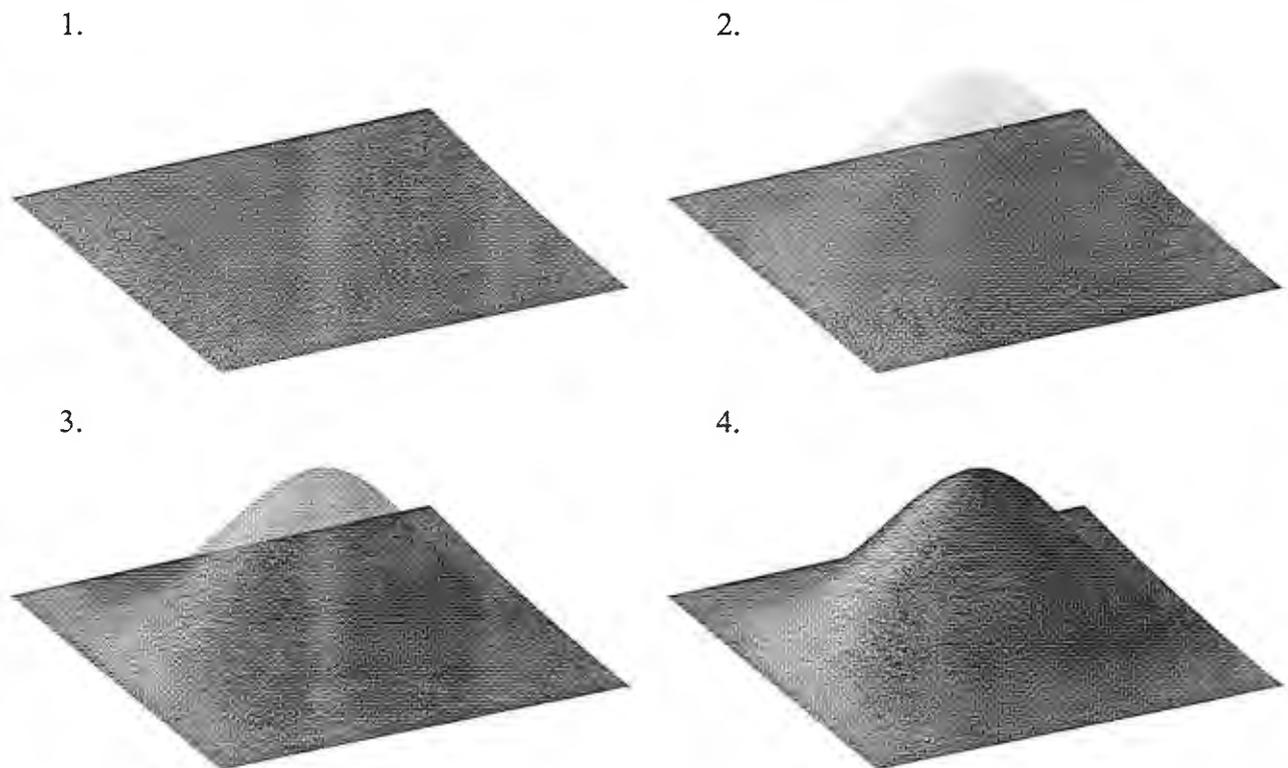


Abbildung 3: Morphing durch Überblenden

Daher wird versucht, das Morphing direkt mit den dreidimensionalen Modellen durchzuführen. (LERIOS, GARFINKLE & LEVOY, 1995). In der aktuellen Forschung werden prinzipiell zwei verschiedene Verfahren eingesetzt, um dreidimensionale Modelle ineinander zu überführen.

Eines der am häufigsten eingesetzten Verfahren arbeitet in Analogie zu dem beschriebenen zweidimensionalen Fall. Die Volumenmodelle werden jeweils mit einem Gitter überzogen, so daß die markanten Punkte und Bereiche der Objekte markiert werden. Somit wird erreicht, daß die entsprechenden Teile des einen Modells in die jeweiligen Bereiche des anderen Modells überführt werden (DECARLO & GALLIER, 1996). Dies hat den Vorteil, daß der Anwender

festlegen kann, welche Bereiche der Modelle sich entsprechen und in welcher Form sie ineinander überführt werden sollen. Auf der anderen Seite ist diese spezielle Anpassung der jeweiligen Morphing-Gitter sehr zeitaufwendig und erfordert bei jedem neuen Modell eine exakte Analyse, um die sich entsprechenden Teilbereiche zu identifizieren.

Das zweite Verfahren wird vor allem bei der Modellierung dreidimensionaler Objekten auf der Grundlage räumlich verteilter Punkte angewandt, erzielt jedoch auch im Bereich des Morphings erstaunliche Ergebnisse. Hierbei wird das erste Objekts sukzessive an das zweite Objekt angenähert, indem das zugrundeliegende räumliche Modell verändert wird (Abbildung 1). Die Punkte des zweiten Modells werden dabei auf das Modell des ersten Objekts projiziert, und verändern dieses im Projektionspunkt in Richtung des Projektionsvektors. Das Verfahren wird iterativ auf die jeweils entstehenden Zwischendarstellungen angewandt, bis das Zielmodell vollständig interpoliert wird. (LEE, WOLBERG & SHIN, 1997).

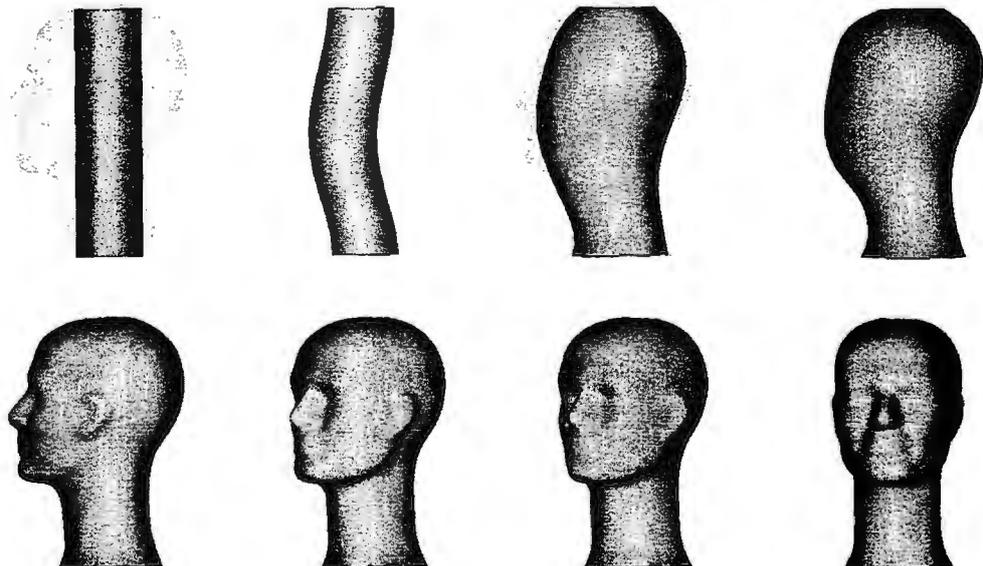


Abbildung 4: Animation des Morphingprozesses

Darüber hinaus werden hybride Methodiken angewandt. Diese modellieren sich entsprechende Teilbereiche der beiden Objekte getrennt, um diese dann jeweils einzeln ineinander zu überführen. (LERIOS, GARFINKLE & LEVOY, 1995) Dabei ist jedoch die korrekte Identifikation der Teilbereiche ausschlaggebend für die erzielbaren Ergebnisse.

3 Anpassung des Morphingverfahrens

Wie beschrieben, erfordert die Anpassung des Morphingverfahrens auch die Weiterentwicklung bestehender Verfahren zur computergestützten Metamorphose dreidimensionaler Objek-

te. Angestrebt ist eine Verfeinerung des bereits entwickelten und eingesetzten Verfahrens der *Multi-Level B-Spline Approximation* (MBA). Bei dieser Methodik wird ausgehend von einer gegebenen Freiformfläche deren mathematische Darstellung sukzessive an die Beschreibung einer zweiten Fläche angepaßt. Diese Anpassung muß im Rahmen des bearbeiteten Projektes an die konkreten Veränderungsvorschriften angepaßt werden. Ferner ist ein Konzept zu entwickeln, das entweder auf der Basis einer einzigen Fläche die beiden Ausgangsgeometrien modelliert, oder die gegebenen Volumina (semi-)automatisch in sich entsprechende Flächen zerlegt.

Grundlage der dreidimensionalen Modellierung und des Morphings bilden Non Uniform Rational B-Spline Flächen (PIEGL&TILLER, 1997). Diese haben nicht nur den Vorteil, daß sie durch ihre exakte mathematische Definition einfach zu handhaben und sehr realistisch zu visualisieren sind, sie bieten zudem Möglichkeiten zur Manipulation der Eingangsmodelle und natürlich auch der durch den Morphing-Vorgang generierten Zwischenkörper.

Bei dem Verfahren spielt die Topologie, d.h. die relative Lage der beteiligten Flächen zueinander, eine entscheidende Rolle, um die jeweiligen Teilbereiche im Morphingprozeß konsistent und realitätsgetreu nachzubilden. Als Grundlage werden hierfür Konzepte eingesetzt, welche die Verwaltung und Konsistenzüberwachung topologischer Beziehungen im Zusammenspiel mit konkreten metrischen Repräsentationen umfassen.

4 Integration von Virtual-Reality-Aspekten

Wie beschrieben ist nicht nur die exakte Erfassung der Geometrien räumlicher Körper notwendig, damit sich der Anwender ein möglichst genaues Bild über einen gegebenen Sachverhalt zu machen, vielmehr ist die realitätsnahe Visualisierung des dreidimensionalen abstrakten Modells ausschlaggebend für eine genaue Untersuchung der vermessenen Werte. Doch erst die enorme Leistungssteigerung moderner Computer im Rechen- und Grafikbereich ermöglichen eine der Realwelt nachempfundene Visualisierung komplexer dreidimensionaler Strukturen. Darüber hinaus ist die freie Bewegung im virtuellen Raum notwendig, um das generierte Modell verstehen und untersuchen zu können. Dazu werden Methoden zur Texturierung, Beleuchtung und Schattierung und somit der realitätsgetreuen Abbildung des realen Anwendungsmodells eingesetzt. (FOLEY, DAM, FEINER, HUGHES & PHILIPS, 1994), Abb. 2.

Die 3D-Morphing-Methodik soll daher mit Virtual Reality-Konzepten kombiniert werden, um bei der Modellierung des Neandertaler-Menschen bereits am Bildschirm bzw. mittels Head-Mounted Displays eine möglichst detaillierte und exakte Darstellung der erzielten Resultate anschaulich zu visualisieren und dem Anwender die Möglichkeit zu geben, das Modell durch freie Bewegung im Raum und echte Interaktion studieren zu können, um auftretende

Fehler, ungenaue Modellierungen oder fehlerhafte Morphingbereiche identifizieren zu können. Das Modell wird somit bereits im Rechner für den Archäologen besser interpretierbar. Zur weiteren Steigerung der Anschaulichkeit sollen außerdem multimediale Konzepte in Form von integrierten Bildern und Animationen in die Visualisierung einfließen um somit echte virtuelle Szenarien simulieren zu können (Abbildung 5).

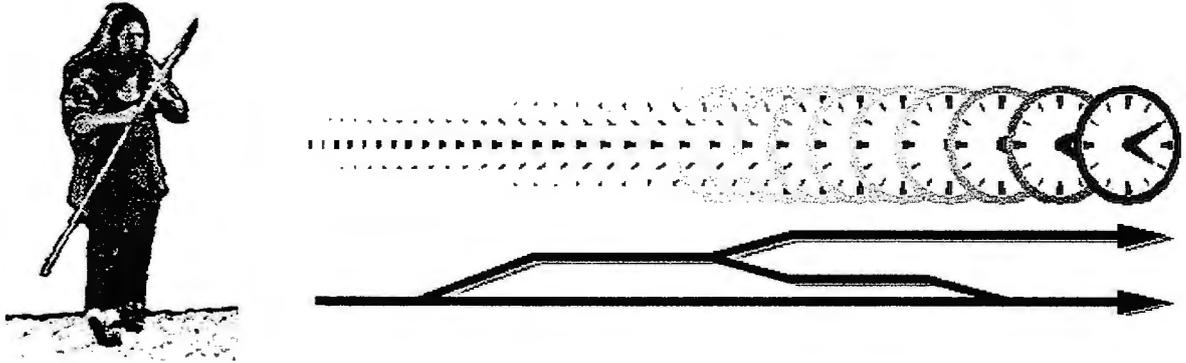


Abbildung 5: Animation des Neandertalers

5 Literatur

- D. DeCarlo, J.Gallier: Topological Evolution of Surfaces. Graphics Interface '96, S. 194–203, 1996.
- J.D. Foley, A.v. Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes, R.L. Philips: *Grundlagen der Computergraphik*. Addison-Wesley, 1994
- L. Gilfillan, K. Harbison: *Using distributed virtual environments (DVE) for collaborative program planning and management: Problems and potential*. In: VWSIM'98, pp.39-46. Ed.: C.Landauer, K.L.Bellman. SCS Publishers, San Diego, 1998
- S. Lee, G. Wolberg, S.Y. Shin: *Scattered Data Interpolation with Multilevel B-Splines*. IEEE Trans. On Visualization and Computer Graphics, Vol. 3, No. 3, July–Sept. 1997.
- A. Leros, CH.D. Garfinkle, M.Levoy: *Feature-Based Volume Metamorphosis*. Proc. SIGGRAPH '95, Los Angeles, 1995.
- L. Piegl, W. Tiller: *The NURBS Book*. Springer Verlag, Berlin, 1997
- A. Singh, D. Goldgof, D. Terzopoulos: *Deformable Models in Medical Image Analysis*. IEEE Press, Los Alamitos, USA, 1998
- W. Straßer, H.-P. Seidel: *Theory and Practice of Geometric Modeling*. Springer Verlag, Berlin, 1989

Verteilte Web-basierte Internet Applets: Modellierungs-Framework und GUI Entwurf

Dietmar P. F. Möller

Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Arbeitsbereich Technische Informatiksystem
Vogt-Kölln-Str. 30, D-22527 Hamburg

1. Einleitung

Die Bedeutung des World Wide Web für die weltweite Öffentlichkeit liegt in den enormen Möglichkeiten der Information, Kommunikation, im elektronischen Handel, etc. Sie werden heute von immer breiteren Kreisen aus der Wirtschaft, der Politik und der Bevölkerung erkannt und anerkannt. Damit einher gehen vielschichtige Veränderungen in der Öffentlichkeit wie z.B. beim E-Commerce, dem plakativen Schlagwort für den elektronischen Handel für Jedermann, von Banking bis Shopping via Internet .

Das Computer-Kommunikationsnetzwerk Internet hat damit die technische Basis für die neue weltweite Öffentlichkeit der Informationsgesellschaft geschaffen. Damit einher geht im Wirtschaftsraum die rasante und globale Entwicklung einer zentralen Industrie, die informationstechnische Industrie, die @-conomy. Sie hat in den letzten Jahren bereits die Automobilindustrie überholt und ist mittlerweile zur weltweit größten Industrie aufgestiegen mit noch immer zweistelligen Wachstumsraten, denn das Internet erweist sich in der Industrie nicht nur als globales Kommunikationsnetzwerk sondern auch als gewaltiges Kostensenkungsprogramm mit enormen Potential, welches die Produktivität der Wirtschaft immens steigern kann. Im Zentrum des wirtschaftlichen Interesses steht dabei vor allem die erwartete Kostentransparenz. Per Mausklick können Internetnutzer Preise vergleichen und Unternehmen ihre Zusammenarbeit koordinieren. Da immer mehr Firmen, vom Zulieferer über den Spediteur bis zum Einzelhändler ihre Geschäfte online abwickeln, wurde es möglich, ganze Logistikketten via Internet zu steuern.

Bei Durchsicht der auf den Web-Servern eingerichteten Informationsseiten fallen einem jedoch große Unterschiede hinsichtlich der Gestaltung und der Schwerpunktlegung der dargebotenen Informationen auf, wobei vielfach gegen elementare Regeln zur Präsentation komplexer Informationen verstoßen wird. So wird die hinterlegte Information vielfach nicht so aufbereitet, das sie intuitiv verständlich ist, bzw. daß das Navigieren in der in Webstruktur transparent bleibt oder zumindest erleichtert wird. Die Feststellung "lost in space" ist dabei eine häufige Realität und in der Regel für den Nutzer frustrierend. Um diesen Nachteil, zumindest teilweise, zu beheben, wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes ein erster methodischer Ansatz entwickelt, Internetgeeignete Benutzerschnittstellen, unter Berücksichtigung kognitionswissenschaftlicher Methoden, zu entwerfen. Durch Integration der Erkenntnisse aus den unterschiedlichen Bereichen der informationstechnischen, multimedialen und elektronischen Informationsdarbietung soll die Verarbeitungseffizienz der Informationsinhalte domänenspezifisch gewährleistet werden. Als Ergebnis des Forschungsprojektes sollen "Richtlinien" für die Realisation benutzerfreundlicher Navigationskonzepte und Orientierungshilfen abgeleitet werden.

Als zusätzliche Eigenschaft soll in dem zu entwickelnden Informationssystem den Benutzern die Möglichkeit eröffnet werden, durch Dialog mit dem Web-Master interkommunikativ aus der jeweiligen Informationspräsentation heraus zu kommunizieren.

2. Visuelle Informationsverarbeitung

Bei der Organisation von Objekten zu Einheiten folgt der Mensch in der Regel den aus der Gestalt-Psychologie bekannten Gestaltgesetzen der Wahrnehmungsorganisation. Danach nimmt man beispielsweise eher vier Paare von Linien und nicht etwa acht einzelne Linien wahr. Jedoch reicht es in der visuellen Informationsverarbeitung nicht aus, die visuelle Welt in Objekte zergliedern zu können, vielmehr müssen diese Objekte auch noch identifiziert werden können, was im Kontext einer Merkmalsanalyse zur Objekterkennung zu sehen ist. So können z.B. Objekte nach den diesen zugrundeliegenden zylindrischen Formen gegliedert werden, was die Kontextinformation in den Zusammenhang zum Mustererkennen stellt. Darüber hinaus ist zu beachten, daß die visuelle Aufmerksamkeit jeweils nur zu einem gewissen Teil des visuellen Feldes korreliert ist, womit der aufmerksamkeitsgesteuerten Nutzerführung bei der Auslegung internetbasierter Informationssysteme eine besondere Bedeutung zukommt.

Eine vergleichende Analyse existierender Informationssysteme zeigte, daß multimediale Datenbanken, wie z.B. die WWW-Server, CD-Roms und ZIP-Disketten Zugriffsmedien bieten, die schnell genug sind, um einem Benutzer z.B. einen virtuellen Besuch eines Unternehmens, einer Behörde oder einer Universität zu gestatten. Oft ist es möglich, sich über verschiedene Berufsbilder und -felder zu informieren und sich anhand der dargebotenen Informationen ein Bild zu den angebotenen Produkten und Dienstleistungen des gewünschten Bereiches zu machen bzw. sich, der persönlichen Neigung entsprechend, Ausbildungs- und Studienpläne zusammenzustellen. Außerdem lassen sich speziell mit einem auf dem web installierten virtuellen Campus, bezogen auf das hinterlegte Material, z.B. Vorlesungsskripte oder Praktikumsanleitungen, virtuelle Lehrveranstaltungen und Laborversuche realisieren und erproben. Auch kann sich ein Student in Fachvorlesungen „einloggen“, um fehlendes Wissen schnell zu erwerben und vorhandenes Wissen weiter auszubauen.

Der Zugriff auf Informationen ist standardisiert und dessen Bedienung leicht erlernbar. Die Darbietungen im Bildungsbereich sind aber oft nicht allgemeinverständlich, wodurch sich im Verbund mit der Komplexität der unterschiedlichen Präsentationen unterschiedlicher Einrichtungen gerade neue Benutzer leicht verloren fühlen („lost in space“) und sich deshalb die angebotenen Informationen nur rudimentär oder gar nicht aneignen. Wesentliche Schwächen, so zeigen Studien, sind dabei neben der groben Verletzung der durch die Kognitionswissenschaften evaluierten grundlegenden Prinzipien der Mensch-Maschine-Kommunikation, die fehlende Aufmerksamkeitssteuerung eines "unbedarften" Bedieners, die aus dem Fehlen einer allgemeingültigen generellen Struktur der Informationsstrukturierung resultiert. Solange die Struktur der WWW-Server, die CD-Rom und ZIP-Disketten diese Mängel aufweisen, ist nur mit einer beschränkten Ausschöpfung dieses Informationspotentials zu rechnen. Die „artgerechte“ und in sich immer konsistente Gestaltung der Front-End-Oberfläche ist daher eines der dringenden Probleme, bevor diese neuen Techniken im universitären und nicht-universitären Betrieb standardmäßig eingesetzt werden können. Dies gilt auch für ein Metainformationssystem mit integrierten virtuellen Campus für die allgemeine Wissens-aquisition, soll derselbe Lerneffekt erzielt werden wie dies bei einem „realen“ Besuch einer Lehrveranstaltung oder bei einer „klassischen“ Wissens-aquisition der Fall ist. Dabei muß ein

besonderes Augenmerk darauf gerichtet werden, daß die Benutzer des Metainformationssystems sich aus dem System heraus an den Webmaster der jeweiligen Einrichtung mit Anmerkungen und Fragen wenden können und diese Informationen, entsprechend aufbereitet, auch den übrigen Benutzern zur Verfügung stehen. Nur so ist eine kontinuierliche, sich adaptiv an die nötigen Informationsstrukturen moderner Informationssysteme anpassende, Informationsdarbietung zu gewährleisten.

Die Umsetzung des Einhaltens von Standardauslegungsregeln, die den „mental-overload“ der Benutzer schon in der reinen Wissensdarbietungsphase minimieren, stellt einen weiteren unbedingten Schritt bei der Akzeptanzerweiterung und dem lehrbezogenen Einsatz dieser Informationssysteme dar. Da das grundlegende Wissen größtenteils in den verschiedenen informationstheoretischen Wissenschaftsrichtungen bereits erworben wurde, soll dieses nunmehr zusammengefaßt und anhand der Realisierung eines leicht verständlichen Prototyps gezeigt werden, wie die Umsetzung dieser Erkenntnisse zu verbesserten Servern führt. Dabei sollte auch auf die Inhalte vorhandener Informationssysteme zurückgegriffen werden und dadurch die praxisorientierte Auslegung eines Prototyps umgesetzt werden, indem Strukturen bereits bewährter Informationssysteme übernommen werden.

3. Wissensrepräsentation

Die Entwicklung kognitionswissenschaftlich begründeter Wissensrepräsentaten kann anhand des Modells der Mehr-Speicher-Konzeption erfolgen, welche ein sog. sensorisches oder auch Ultrakurzzeitgedächtnis, ein Kurzzeitgedächtnis und ein Langzeitgedächtnis berücksichtigen kann. Um komplexe mentale Bilder aus einzelnen Elementen zusammen setzen zu können, reicht die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses in der Regel nicht aus, weshalb man bei Internetbasierten Applets die Einzelinformationen in größere Einheiten zusammenführt, den sog. Chunks. Chunks sind eine Einheit der Wissensrepräsentation und werden aus einer gewissen Anzahl primitiver Einheiten (Propositionen) zusammengesetzt. Sie bilden aber gleichzeitig die Basiseinheiten komplexerer Gebilde. So gesehen bilden sie eine Form der hierarchischen Struktur mentaler Vorstellungen.

Darüber hinaus können spezifische Erfahrungen und statt dessen die Kategorisierung durch Merkmale und Kennzeichen einer allgemeinen Erfahrungsklasse als konzeptuelles Wissen eingeführt werden, welches durch die modernen objektorientierten und den darauf aufbauenden objekt-relationalen Paradigmen realisiert werden kann.

Ausgangspunkt der Entwicklung eines adaptiven multimedialen Lehr- und Studiensystems im Kontext eines virtuellen Campus ist damit die kritische und vergleichende Analyse der vorhandenen Studiensysteme und mit der anzusprechenden Benutzerklientel durch Benutzermodelle (User-Models, Human Performance Models) sowie der Zusammenhänge von Eigenschaften der Bedienoberfläche (Informationsdichte, Informationsrelevanz) und deren erreichter Akzeptanzstatus. Daraus können Kernfragen zu folgenden Problembereichen formuliert werden:

1. Ursache für Fehlbedienungen,
2. Ursachen des „Verlorengehens“ in den Informationssystemen,
3. **Möglichkeiten der Informationsaufbereitung und -darstellung zur Vermeidung von Fehlhandlungen, Fehlschlüssen und des sog. „mental overloads“.**

Im Bereich 1 werden anhand bekannter Fehlbedienungen sowie einer Fehlertaxonomie die Situationen definiert, unter denen Fehlbedienungen auftreten können. Bekannte ergonomische Gestaltungsregeln werden in die Auslegung der Bedienoberfläche sowie in der Präsentation der Informationen integriert.

Im Bereich 2 wird anhand von bestehenden Informationssystemen untersucht, warum so viele Nutzer plötzlich orientierungslos in den Systemen "hängenbleiben". Eine (auch auf bestehende Systeme aufzusetzende) generelle Informationsstruktur wurde formuliert und umgesetzt; so wurde durch ein graphisch ausgelegtes Leit- und Orientierungssystem eine Benutzerführung realisiert.

Im Bereich 3 werden die Interface- und Informationspräsentationseigenschaften festgelegt, die in den Untersuchungen variiert und experimentell geprüft werden sollen. Ein Beispiel für eine Eigenschaft der Oberflächengestaltung ist die Informationsmenge, die gleichzeitig dargeboten wird; ein weiteres der logische Zusammenhang der dargestellten Inhalte bezogen auf ein bestimmtes Informationsgebiet, sowie der Gebrauch von interkommunikativen Möglichkeiten.

4. Internet Benutzerschnittstelle

Die Art der Interaktion zwischen dem Internet-Benutzer und dem Programm ist von entscheidender Bedeutung für die Akzeptanz Internetbasierter Applets. Die dafür notwendige Mensch-Maschine-Schnittstelle kann einfacher und effizienter organisiert werden, wenn die Informationen visualisiert und damit der direkten Manipulation zugänglich gemacht werden kann, d.h. der Internet-Benutzer soll möglichst mit den zur Verfügung stehenden Objekten relativ unproblematisch arbeiten können. Zentrales Element der Benutzerschnittstelle ist damit der Dialog, und damit dessen Gestaltung z.B. im Rahmen eines Fensterkonzeptes mit den zugehörigen hinterlegten Masken. Ziel einer guten Organisation des Fensterkonzeptes ist es, dem Benutzer die passenden Informationen anzubieten bei einem minimalen Bedienungsaufwand zur Fenstersteuerung und dabei immer die Übersichtlichkeit zu bewahren, um die Augen- und Kopfbewegungen gering zu halten.

Ausgehend von einer Taxonomie der Handlungsfehler bei Rechnergestützten Verfahren wurde im vorgestellten Projekt einer Benutzerschnittstelle für internetbasierte Simulation mit dreidimensionaler Navigation für einen WWW-Server konzipiert und implementiert.

Poster

Die EPOS Indexblätter

Michael Frank, Thomas Hanschke, Martin Kramer, Ingo Meents, Horst Zisgen

{Frank, Hanschke, Kramer, Meents, Zisgen} @ integrierte-simulation.de

<http://www.integrierte-simulation.de>

Institut für Mathematik, TU Clausthal, Erzstr. 1, 38678 Clausthal-Zellerfeld

EPOS steht für Enterprise Production Planning and Optimization System. Es ist ein System zur Integration der Simulation in die Geschäftsprozesse der Produktionsplanung (Integrierte Simulation). Das Poster zeigt die Online-Indexblätter, eine Anwendung zur Unterstützung der verteilten Parametereingabe, die ein wesentlicher Bestandteil von EPOS sind.

Eine starken Veränderungen ausgesetzte Produktion erfordert eine einfache und schnelle Erfassung der zur Simulation benötigten Parameter. Eine papierbasierte Erfassung ist aufgrund der großen Datenmenge für komplexere Produktionslinien und der ständigen Veränderungen des Umfelds nicht effizient durchführbar. Um weitere Nachteile herkömmlicher Datenerfassungsmethoden wie hohe Redundanz, hoher manueller Aufwand und die sich daraus ergebenden Inkonsistenzen zu vermeiden, wurden die sog. Online-Indexblätter im EPOS-Projekt realisiert.

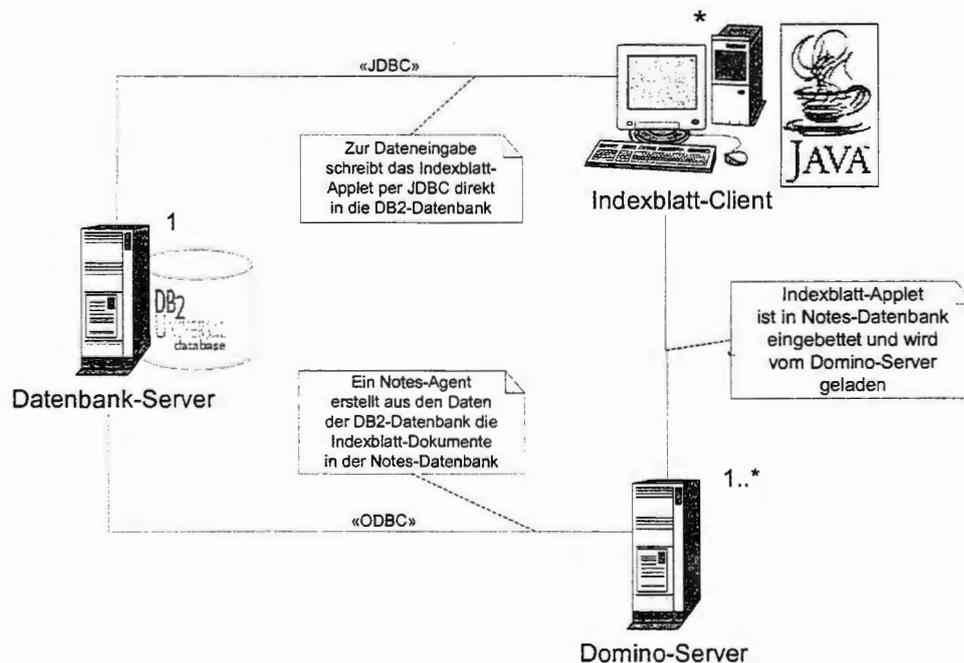


Abbildung: Systemarchitektur

Die Online-Indexblätter bestehen aus der EPOS-Datenbank mit einem speziellen Client-Zugriff. Dieser Zugriff wird durch in Lotus-Notes eingebettete Java-Applets realisiert.

Dadurch wird die Software-Verteilung erheblich vereinfacht: Ein Notes-Client oder auch nur ein WWW-Browser reichen zum Starten des Applets aus. Die Installation der üblichen ODBC-Client Software entfällt vollständig. Im Falle von Erweiterungen oder Korrekturen genügt es, die aktuelle Version des Applets auf dem Notes-Server zur Verfügung zu stellen.

Die Online-Indexblätter werden seit Anfang 1999 in der IBM Deutschland Speichersysteme GmbH im Rahmen des EPOS-Projekts eingesetzt. Bisher wurden ca. 200 Maschinenverantwortliche in das System eingebunden. Mit den Parametern der Indexblätter werden derzeit alle Produktionslinien der Schreib-/ Lesekopf-Herstellung in Mainz und Ungarn mit Methoden der analytischen Leistungsbewertung simuliert.

der auch nur
 ler üblichen
 Korrekturen
 zu stellen.
 chersysteme
 hinenverant-
 rden derzeit
 Ungarn mit

Poster

Integrierte Simulation

Michael Frank, Thomas Hanschke, Martin Kramer, Ingo Meents, Horst Zisgen

{Frank, Hanschke, Kramer, Meents, Zisgen} @ integrierte-simulation.de

<http://www.integrierte-simulation.de>

Institut für Mathematik, TU Clausthal, Erzstr. 1, 38678 Clausthal-Zellerfeld

Immer kürzer werdende Produktlebenszyklen und ein zunehmend härter werdender Wettbewerb erfordern Planungsmethoden, mit denen unmittelbar und effizient auf Änderungen von Produktionsparametern reagiert werden kann. Produktionssysteme, für die eine Planung durchgeführt werden soll, sind oft sehr komplex und vielfältig. Um den Auswirkungen von Zufallseinflüssen ausgesetzt. Um dennoch Aussagen über das Verhalten und die Kenngrößen solcher Produktionssysteme treffen zu können, werden Simulationsmodelle erstellt, die auf den Methoden der analytischen Leistungsbewertung basieren.

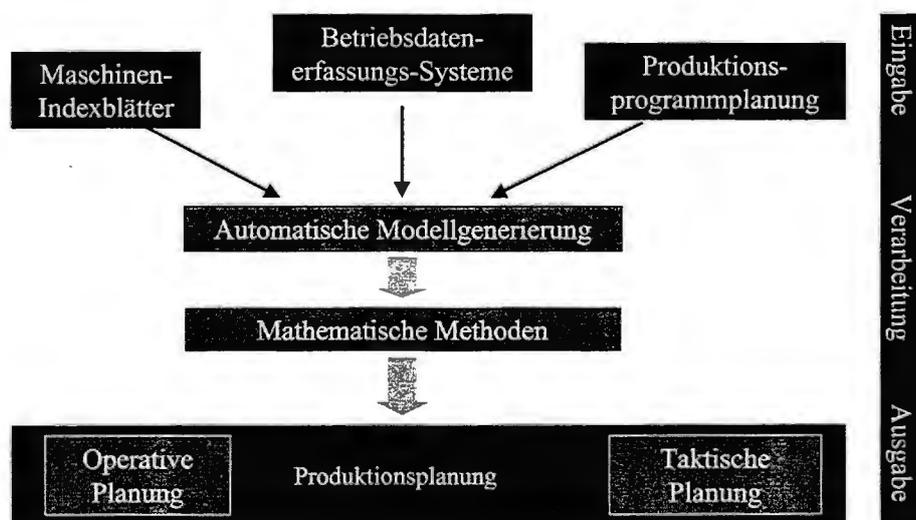


Abbildung 1: Integrierte Simulation

Mit steigender Komplexität der Produktionsprozesse wird es zunehmend schwierig, Simulationsmodelle manuell auf der Basis von Maschinen-Indexblättern und mit Hilfe von Simulationssoftware auf Einzelplatzrechnern zu erstellen und zu warten. Weiterhin liegt bei vielen Unternehmen der Großteil der für die Simulation erforderlichen Daten, wie z.B. Produktdaten oder die Arbeitspläne, verstreut in diversen Datenbanken und den Systemen der Betriebsdatenerfassung (BDE) vor. Um Redundanz bei der Wartung der Parameter

vermeiden, sollen diese Daten direkt zur Generierung der Simulationsmodelle herangezogen werden. Parameter, die nicht den vorhandenen Datenbanken entnommen werden können, wie z.B. geplante Produktionsvolumen und detaillierte Maschinenparameter, müssen manuell gepflegt werden. Aus den derart bereitgestellten Eingabeparametern werden die Simulationsmodelle automatisch generiert. Die mit Hilfe der Simulation berechneten Kenngrößen sollen unternehmensweit direkt den Verantwortlichen präsentiert werden, die die gewonnen Erkenntnisse zu einer genaueren Produktionsplanung auf taktischer und operativer Ebene verwenden können. Es ergibt sich somit eine dreistufige Vorgehensweise:

- Bereitstellung der Parameter (Eingabe)
- Generierung von Simulationsmodellen (Verarbeitung)
- Distribution der Ergebnisse (Ausgabe)

Diesen Ansatz bezeichnen wir als *Integrierte Simulation* (siehe Abbildung 1).

Poster

Integrierte Simulation

Michael Frank, Thomas Hanschke, Martin Kramer, Ingo Meents, Horst Zisgen

{Frank, Hanschke, Kramer, Meents, Zisgen} @ integrierte-simulation.de

<http://www.integrierte-simulation.de>

Institut für Mathematik, TU Clausthal, Erzstr. 1, 38678 Clausthal-Zellerfeld

Immer kürzer werdende Produktlebenszyklen und ein zunehmend härter werdender Wettbewerb erfordern Planungsmethoden, mit denen unmittelbar und effizient auf Änderungen von Produktionsparametern reagiert werden kann. Produktionssysteme, für die eine Planung durchgeführt werden soll, sind oft sehr komplex und vielfältigen Zufallseinflüssen ausgesetzt. Um dennoch Aussagen über das Verhalten und die Kenngrößen derartiger Produktionssysteme treffen zu können, werden Simulationsmodelle erstellt, die auf den Methoden der analytischen Leistungsbewertung basieren.

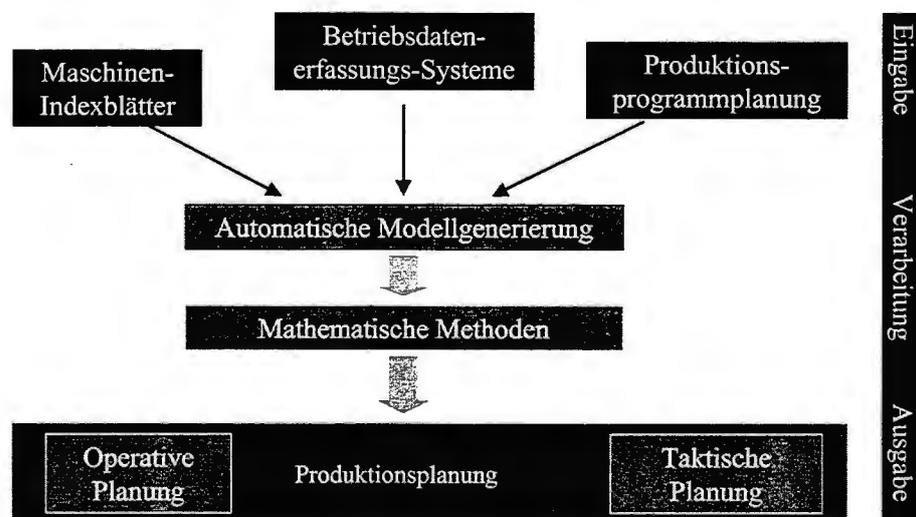


Abbildung 1: Integrierte Simulation

Mit steigender Komplexität der Produktionsprozesse wird es zunehmend schwieriger, Simulationsmodelle manuell auf der Basis von Maschinen-Indexblättern und mit Hilfe von Simulationssoftware auf Einzelplatzrechnern zu erstellen und zu warten. Weiterhin liegt in vielen Unternehmen der Großteil der für die Simulation erforderlichen Daten, wie z.B. die Produktdaten oder die Arbeitspläne, verstreut in diversen Datenbanken und den Systemen zur Betriebsdatenerfassung (BDE) vor. Um Redundanz bei der Wartung der Parameter zu

Das Abbildung 1 zeigt die Systemarchitektur von EPOS, das im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der IBM Deutschland Speichersysteme GmbH implementiert worden ist und sich im IBM Werk Mainz im Einsatz befindet. Dort unterstützt es die Produktionsplaner der Fertigung von Schreib- / Leseköpfen für Festplatten durch die integrierte Simulation insbesondere bei der Kapazitätsplanung sowie bei der Bestimmung von Beständen und Durchlaufzeiten. Das Poster zeigt eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Komponenten von EPOS.

Modelle für Abwasserreinigung – Modellarten, Implementierungen, Vergleich

J. Wöckl, ARGESIM/SIMTECH, Abteilung Simulationstechnik, TU-Wien
F. Breiteneker, ARGESIM/SIMTECH, Abteilung Simulationstechnik, TU-Wien

Zusammenfassung

Die Vorgänge wie Abbau und Zuwachs von Stoffen in biologischen Abwasserreinigungsanlagen sind Gegenstand dieser Untersuchung. Basierend auf verschiedenen mathematischen Ansätze, existieren unterschiedliche Softwarepakete / Programme, die eine mehr oder minder genaue Modellierung der wesentlichen Prozesse darstellen.

Die Modellierung der ablaufenden Prozesse erfolgt je nach mathematischen Ansatz sehr unterschiedlich, wobei im Prinzip zwei Klassen von Modellen unterschieden werden können: „Sludge“- und „Fate“-Modelle.

„Sludge“- Modelle bilden die intern ablaufenden Prozesse auf biologisch/chemischer Ebene nach, wobei die mengenmäßig und bezüglich des Wirkungsgrades der Reinigung dominanten Prozesse modelliert werden. Eine Erweiterung um neue Substanzen (evtl. toxische Stoffe) wäre hier sinnvoll.

Dagegen versuchen „Fate“- Modelle mit Hilfe von Massenbilanzen die Vorgänge im Inneren der Reinigungsbecken zu beschreiben, wobei hier die Simulation bezüglich Absetzbarkeit und Abbaubarkeit unterschiedlicher toxischer Stoffe im Modell integriert ist. Eine mögliche Wechselwirkung dieser toxischen Stoffe ist jedoch nicht berücksichtigt.

Beide Ansätze haben daher Vor- und Nachteile und sind im Prinzip ergänzungsbedürftig. Softwareimplementierungen existieren für beide Modellzugänge.

Fate-Modelle (Schadstoffabbaumodelle)

Diese Modelle basieren auf einfachen Massenbilanzen unter normalen Betriebsbedingungen (konventionelle Behandlung von kommunalem Abwasser).

Sie zielen darauf ab, ausgehend von den gemessenen Zulaufkonzentrationen und allgemeinen Prozessparametern die jeweiligen Ablaufkonzentrationen bzw. -frachten vorherzusagen.

Dabei ist zu beachten, dass diese nur beschränkt für die Ermittlung von optimalen Prozessbedingungen zum Abbau von spezifischen, in geringen Konzentrationen auftretenden Schadstoffen eingesetzt werden können. Hier die Verflüchtigung (Verdampfung) von der Oberfläche als Beispiel für Fate und Transport-Mechanismen (Flüssigkeits-Gas-Massen-Transfer):

$$r_v = K_L a (C - C^*) V$$

r_vVerflüchtigungsrate, mg/h
 K_L ...gesamter Massentransfereffizient, m/h
 aspezifische Zwischenflächen des Massentransfers, m^2/m^3
 CKonzentration von verdampfenden Komponenten im Wasser, mg/m^3
 C^* ...Gleichgewichtskonzentration der Komponenten im Wasser, mg/m^3
 VVolumen des Prozessgefäßes

Activated Sludge Model 1 + 2 (ASM) der IAWQ

Diese Modelle simulieren in der Regel ein „Einschlammssystem“ mit wechselnden Betriebszuständen (aerob, anoxisch und anaerob). Sie beschreiben den Abbau von Kohlenstoffverbindungen und die Stickstoffelimination mit Nitrifikation und Denitrifikation sowie die biologische Phosphorentfernung. Die organischen Abwasserinhaltsstoffe werden in diesen Modellen durch konventionelle abwassertechnische Summenparameter (CSB, BSB5, TOC, Biomasse, Atmung, etc.) beschrieben. Die Prozessraten und ihre stöchiometrischen Auswirkungen auf die einzelnen Stoffgruppen sind mathematisch formuliert. Hier ein Beispiel für die Prozessrate des aeroben Wachstums der heterotrophen Biomasse:

$$\rho_1 = \hat{\mu}_H \left(\frac{S_S}{K_S + S_S} \right) \left(\frac{S_O}{K_{O,H} + S_O} \right) X_{B,H}$$

ρ_1 ...Prozessrate: aerobes Wachstum der het. Biomasse
 μ_H ...max. spez. Wachstumsrate der het. Biomasse
 S_S ...leicht abbaubares Substrat
 K_S ... Halb-Sättigungskoeffizient der het. Biomasse
 S_O ...gelöster Sauerstoff
 $K_{O,H}$...Sauerstoff Halb-Sättigungskoeffizient der het. Biomasse
 $X_{B,H}$...aktive heterotrophe Biomasse

Implementierungen für Fate-Modelle

Folgende Programme gehen von statischen Ansätzen und normalen Betriebsbedingungen aus, berücksichtigen jedoch keine Biozönose:

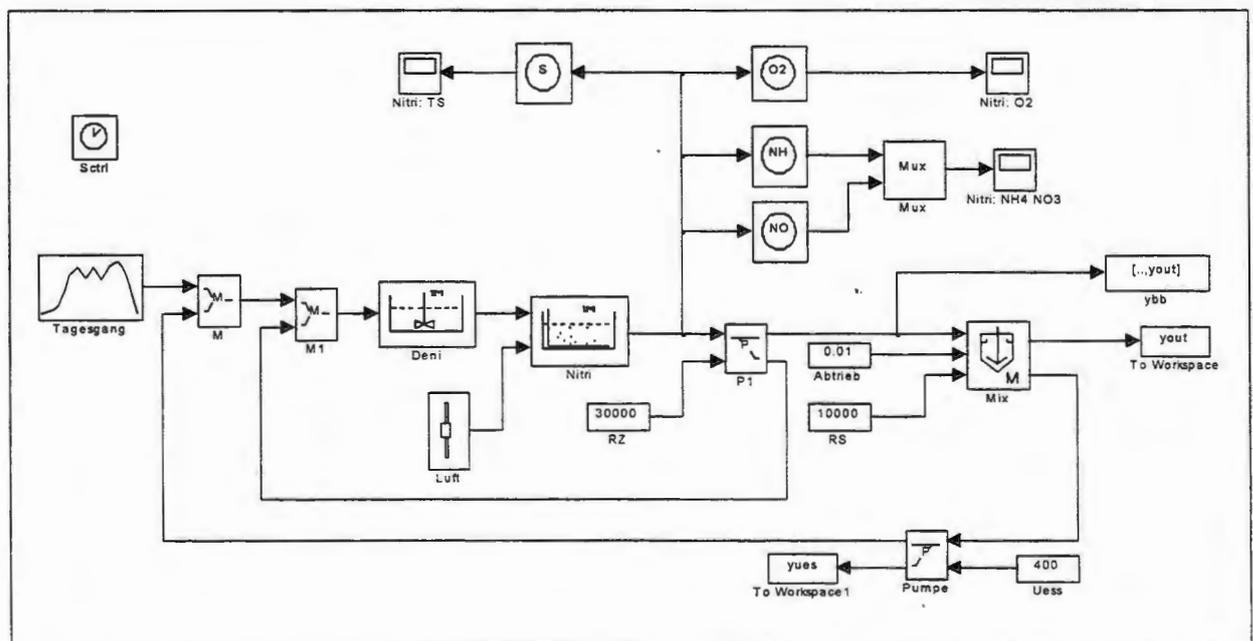
- SIMPLETREAT
- WWTREAT
- TOXCHEM

Implementierungen für Activated Sludge Model 1 + 2

Folgende Programme gehen von dynamischen Ansätzen aus, jedoch ohne der Berücksichtigung von Schadstoffen:

- ARASIM/SIMPLEX II
- AQUASIM
- AQUASYSTEM
- ASIM
- KSIM
- MODEST
- GPS_X
- VDSEWT
- **SIMBA**
- SPEED_UP
- EWSIM
- BIOSEDI

Beispiel einer Anlagenimplementierung in Simba:



Process-oriented Modelling (ARENA 3.5) vs Atom/Event-oriented Modelling Approach (Taylor 2.0)

Case Study based on ARGESIM Comparison C2 "Flexible Assembly System"

*Shabnam Michèle RAHMI, ARGESIM/SIMTECH, Dept. Simulation Technique, TU Vienna
Edmond HAJRIZI, Dept. Intelligent Manufacturing Systems, IFT, TU Vienna
Barbara POTOTSCHNIG, ARGESIM/SIMTECH, Dept. Simulation Technique, TU Vienna*

1. ARENA

ARENA, a product of Systems Modeling Corporation, is the successor of SIMAN. It is an application for Windows 95 and Windows NT operating systems for discrete simulation. It offers the comfort of a graphical user interface of a windows application. ARENA is a simulation environment for process oriented simulation and animation of discrete processes, esp. for flexible assembly systems.

It offers three possibilities for modelling: ARENA templates (aggregated networks of SIMAN blocks), SIMAN blocks, and Visual Basic; FORTRAN and C code can be implemented. For modelling all possibilities can be combined.

ARENA offers a wide range of templates representing resources, servers, conveyors etc. These are several basic SIMAN blocks combined to a more complex structure. They can be included in the model and parameterised. ARENA provides these templates in panels which can be attached to the model.

A model is set up by dragging the modules needed into the model window, parameterising them via dialog boxes and building connections between them.

2. Taylor ED

Taylor ED (Enterprise Dynamics) is a family of software products for modelling, visualisation and control business processes. It is available for Windows 95/98 and Windows NT. The Atom is the most important thing in Taylor ED. Everything is an atom (an application, a model, a product, etc). An atom has 4 dimensions: location, speed in space and dynamic behaviour (time).

The atoms are hierarchically structured.

Atoms can be displayed in tree structures or animation windows. The easiest way to create an atom is either to drag an atom from the library into an animation window, or to use 4Dscript commands. The 4Dscript Language is the interface through which all Taylor ED functionality is controlled. It is used to create manstructures, to define editing fields, to define atom functionality, to create, run and analyse models, to define model logic, to control Taylor ED from outside, etc.

3. Comparison 2 - Definition

The following example of a flexible assembly system has been chosen because it checks two important features of discrete event simulation tools: the possibility to define and combine submodels and the method to describe complex control strategies.

The model consists of eight almost identical submodels of the following structure :

Two parallel conveyor belts, B1 and B2, are linked together at both ends. An assembly station Ax is placed at B2. Pallets are coming in on belt B1. If they are to be processed in Ax they are shifted in Sx to B2 and possibly enter a queue in front of Ax. If there is no more empty buffer space on B2 or the pallet is not to be processed in Ax it continues its way along B1. Parts that have been processed in Ax are shifted back to B1 in Sy, having priority over those coming from the left on B1.

There are three identical stations A2 in the system, because the operation in A2 takes much longer than the other operations. Unprocessed parts are put on pallets in A1. They can either be processed in A2 first, and then in A3, A4, A5, or in A3, A4, A5 first, and then in A2. The sequence of operations among A3, A4, and A5 is arbitrary. Station A6 is a substitute for any of the stations A3, A4, A5.

Assuming that no station ever has a breakdown, the optimum number of pallets in the system is to be found.

4. Process-oriented modelling approach with ARENA 3.5

The flexible assembly system consists of eight almost identical subsystems, each representing one assembly station and two conveyors running parallel to the station. Here each of the subsystems was implemented using SIMAN blocks. Just the server template was used to model the individual assembly stations and the conveyor template for the conveyors of the system.

The complex logic of the assembly system had to be implemented with SIMAN blocks. The routing decisions are done locally for each of the assembly stations on entry. The palettes were modelled as entities. These entities carry attributes telling whether an object is on the palette and which stations this object has to pass.

Choose blocks check these attributes each time a pallet attempts to enter a subsystem. If the attributes show that it has not been in there yet, it is allowed to enter. If not it has to continue on the conveyor to the next station.

The system is observed for a simulation time of eight hours. Since ARENA does not offer an optimisation tool, a parameter study was made for the number of pallets in the system.

From the results it can be seen that there is no significant difference concerning the number of jobs done, in letting 20, 40 or 60 pallets circulate through the system. The explanation is simple: Station A2 is by far the station with the longest operation time. 1440 is the maximum number of parts to be processed during eight hours. This optimum is reached and a higher number of processed parts would indicate that the model is wrong.

However, there are some significant differences in the average through-put time: The larger the number of pallets in the system, the higher is the average throughput time. Consequently, an optimum can be reached at least by using 14 pallets (maximal throughput of jobs, minimal throughput time).

5. Atom/Event - oriented modelling approach with Taylor ED 2.35

The flexible assembly system consists of eight almost identical subsystems. The structure of a subsystem consists of standard atoms: three Non Accumulating Conveyors, one Queue (as buffer in front station) and one General atom (as station). For the input of palettes in the system a Source atom and for the output from the system a Sink atom is used.

After each operation a new icon name is assigned to the palettes to indicate which operations are already finished. The 4Dscript is as follows:

```
If(=icon(i,iconbyname([op1])),iconbyname([op2])),If(=icon(i,iconbyname([op2])),iconbyname([op3]))),...
```

The sequence of operations is ruled from the first Non Accumulating Conveyor. It decides if the palette should be processed in station Ax or not.

There are six rules to define the sequence of operations. The following 4Dscript is implemented:

```
If(=icon(rank(1,c),iconbyname([op1])), duniform (1,nroc),.....,2))
```

Operation time, length of B1, length of buffer in front of station, speed of conveyors, location of the subsystems are defined directly in the atom editor.

The atom *Experiment* helps to define and run simulation experiments. Simulation results may be presented as summary report, graphics, histogram, etc.

6. Conclusion

The most significant difference in the two approaches is the different way of implementing the model logic.

In ARENA single blocks with simple logic are combined to a complex structure, which is openly visible.

In Taylor only few atoms are manipulated to contain the complete logic, hidden underneath.

In ARENA the classical entity is used, a product that is sent from station to station until it is finished and leaves the system.

In Taylor ED entities are regular atoms which may include model logic like any other atom in the system. So it would be possible to implement the decision where to go next into the entity itself instead of the conveyor.

Animation is provided in both programmes, in ARENA each model element is visualised in two separable parts: logic and animation.

Taylor Ed offers the possibility to choose between 2d and 3d Animation, the newest version, Taylor 2000, even Virtual Reality.

INTSCHED - ein intelligentes Softwaremodul für simulationsbasiertes optimales Scheduling in flexiblen Fertigungssystemen

E. Hajrizi, F. Breitenecker

**Abt. Simulationstechnik, Technische Universität
Wiedner Hauptstraße 8-10, Wien
ehajrizi@osiris.tuwien.ac.at, Felix.Breitenecker@tuwien.ac.at**

Kurzfassung.

INTSCHED ist ein intelligentes Modul für die Ergänzung einer Leitstandssoftware, das die Optimierung der dynamischen Planung und die Überwachung von Fertigungsabläufen in einem komplexen flexible Fertigungssystem (FFS) unterstützen soll.

Aufbau von INTSCHED

Das Modul besteht aus einem statischen oder dynamischen Modell der untersuchten Anlage, sowie einer Reihe von Eingabe-, Ausgabe-, Kommunikations- und Analysemodulen.

Hauptpunkt dieser Module ist der *Optimiser*, ein Optimierungsmodul, das aufgrund einer Reihe automatisch durchgeführter Simulationsexperimente die optimale Lösung eines vordefinierten Fertigungsproblems (Schedulingproblems) ausarbeiten kann. Der Optimiser arbeitet mit genetischen Algorithmen und mit Expertensystemen.

Dieses intelligente Modul ist softwaremäßig mit Hilfe der Programmiersprache *Borland Delphi* realisiert.

Ziel von INTSCHED

Das Personal am Leitstand eines FFS hat mit INTSCHED ein intelligentes Werkzeug zur Unterstützung bei Entscheidungen (Scheduling, Fehlerbehebung, etc.) zur Verfügung.

Mit Hilfe dieses Moduls kann das Verhalten des FFS als Folge geplanter Maßnahmen (Einlastung eines Auftrages mit hoher Priorität, Abzug von Maschinen oder Personal aus dem System, Änderung der Verarbeitungsreihenfolge eines bestimmten Auftrags, usw.) untersucht werden. Auf Grund der durch Simulation gewonnenen Daten können Aussagen über die Durchführbarkeit und Konsequenzen der geplanten Maßnahmen getroffen werden. Darüber hinaus kann eine optimale Reihenfolge von Maßnahmen ermittelt werden.

Implementierung von INTSCHED

In Abhängigkeit von der Ausbaustufe der CIM-Komponenten einer Anlage (PPS - Produktionsplanung- und Steuerung, BDE - Betriebsdatenerfassung und Leitstand) wird das Modul in drei Ausbaustufen implementiert und installiert:

** Off-Line Implementierung*

Das Modul arbeitet unabhängig von anderen Anlagekomponenten.

Der Operator soll mit Hilfe des Moduls seine bisher allein auf der Erfahrung basierende, Entscheidung verifizieren, die in Frage kommende Varianten der Fertigungskonfigurationen untersuchen und eine Reihe von Lösungen für mögliche Notsituationen (Ausfall einer Maschine, Personalmangel) ausarbeiten.

Die Eingabe der Parameter erfolgt manuell.

* *Off-Line Implementierung mit integriertem Optimiser*

Das Modul wird durch einen auf Genetischen Algorithmen basierenden *Optimiser* ergänzt (Bild 1).

Der Werkstattleiter gibt dem Modul den aktuellen Status der Anlage, sowie die aktuellen Fertigungsparameter (Auslastung der Maschinen, Termintreue, Kosten der Fertigung, Durchlaufzeiten, usw.) ein, die im Optimierungsprozeß als Zielfunktion dienen.

Die vom *Optimiser* vorgeschlagene Lösung kann entweder als Richtlinie für die Ausarbeitung der Arbeitspläne dienen, oder, wenn die entsprechenden Schnittstellen vorhanden sind, für die automatische Erzeugung von verwendet werden.

* *On-Line Implementierung für automatisches Reagieren auf IST-SOLL-Abweichungen.*

Das Modul soll mit einer Reihe von Schnittstellen ausgestattet werden, die es mit der PPS und der BDE verbinden. In Fall einer Störung oder notwendigen Änderung der Prozesse soll automatisch eine Suche nach optimalen (annehmbaren) Lösungen gestartet werden.

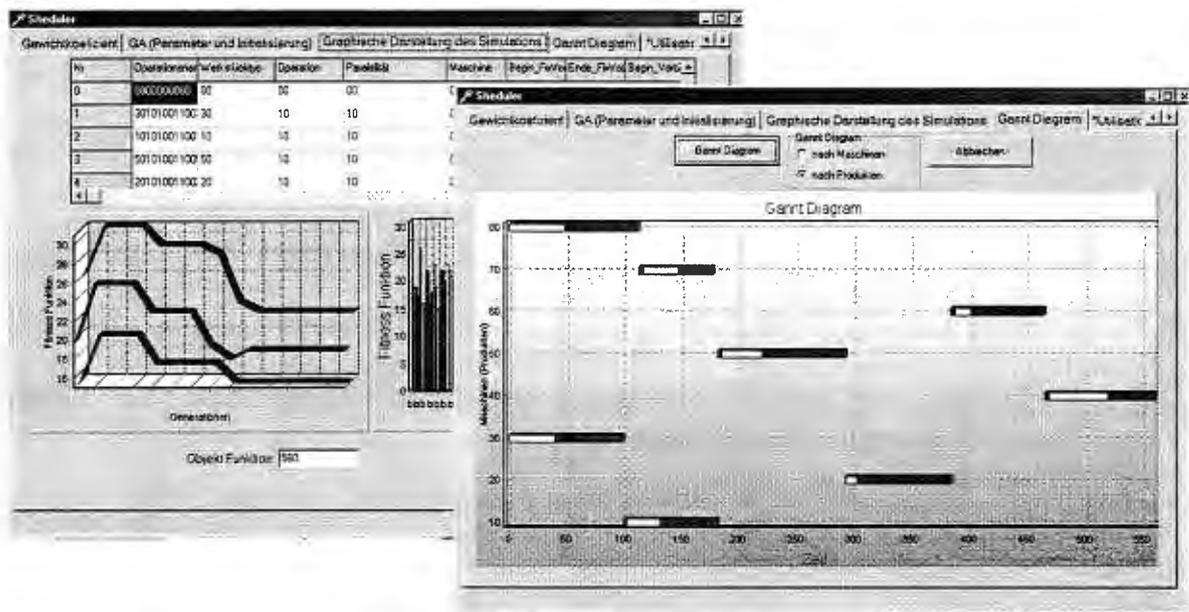


Bild 1. Teile des Moduls (Untersuchungsdiagrammen und Gantt Diagramm)

Zusammenfassung.

Für die Unterstützung des Personals des Leitstandes eines FFS wurde hier ein intelligentes Werkzeug für die Optimierung FFS - Abläufe erstellt, das in geeigneter Weise statische Simulation, dynamische Simulation, Scheduling und Optimierung mit der Leitstandsoftware verbinden kann. Die Optimierung wird durch den Einsatz genetischer Algorithmen und von Expertensystemen mit Koppelung zur in der Leitstandssoftware durchgeführt.

Das Modul erhöht die Effizienz des FFS, die Zeit für das Treffen von Entscheidungen wird verkürzt und die Qualität der Lösungen erhöht. Die Optimierung der FFS - Abläufe am Leitstand ist fallspezifisch, was durch flexible und konfigurierbare Schnittstellen zu PPS und BDE unterstützt wird. Das Modul ist für die praktische industrielle Anwendung konzipiert.

Conclusion. The implementation of INTSCHED as a intelligent tool for optimisation of complex flexible manufacturing systems (FMS) scheduling has the following advantages: (1) the module can find a high-quality scheduling, (2) the module is very flexible, because there are several operator techniques, (3) the module is directly connected with data bases so that production planning with scheduling can be integrated and (4) by means of special interfaces the module can get the real state of each FMS subsystem so that the module can be used as real-time optimiser for complex FMS dynamic scheduling.

Modelling, Simulation and Analysis of Computer Networks using OPNET

W. Garn, S. Wassertheurer, F. Breitenecker
Dept. Simulation, Vienna University of Technology, Austria
{wgarn, swasser, fbreiten }@osiris.tuwien.ac.at

Abstract.

This paper describes the fundamental strategy for simulating computer networks (using the network simulator OPNET). First the practical process of data collection is sketched, where theoretical and practical data are dealt with. Then a step-by-step approach of computer network modelling (case study) using OPNET is shown. The results and evaluation of this model implementation are mainly based on real life scenarios. Based on simulation results improvements for the network are discussed.

Data Analysis and Topology.

An Intranet which accommodates approximately 2000 users is supplied with four main servers (case study). These servers are illustrated in figure 1.

Furthermore, the users were divided into classes according to cluster algorithms. The groups are classified as WEB, OFFICE, MAIL and MIXED. For instance, the WEB class represents users, who largely used the HTTP but also a set of other protocols.

To collect the data, protocols are identified based on their port numbers. There are numbers of tools which can perform this task e.g. packet sniffers. Ten percent from the total network traffic were measured and taken as a sample. To evaluate the collected data, statistical packages such as R or S are used. However, for the cluster analysis the Kruskal-Wallis test or the k-means method can be used.

The identification of topological components can either be done directly or with the help of network analysis tools e.g. HP Network Node Manager.

The table below shows the traffic and user distribution of those groups. On average, the traffic of a user a day is ten mega bytes.

OFFICE		WEB		MAIL		MIXED	
Light	Heavy	Light	Heavy	Light	Heavy	Light	Heavy
1.71%	49.33%	0.84%	8.85%	0.32%	9.25%	0.45%	29.25%
11%	5%	14.4%	19%	20.7%	12%	12.3%	5.6%
165N	75N	216N	285N	310N	180N	185N	84N

Table 1: User and Traffic distribution

Modelling approach.

First, the data model according to the measurements is determined: the workload generation for users, its services and protocols is classically modelled by exponentially distributed functions, due to their memoryless characteristic. Another more sophisticated and more realistic approach is the approach suggested by BISANTE (Broadband Integrated Satellite Network Traffic Evaluation) group: this generator allows a more realistic description of groups, individuals and protocol details.

OPNET, used in this case study offers as basic feature exponentially distributed workload and class distribution, the BISANTE approach can be easily implemented by user-defined distribution functions. OPNET allows hierarchical modelling of a network, refining it step by step:

- User Group - Hub - Router - Server Group
- User Classes - Hub - Router - Servers
- Users in Classes - Hub - Router - Servers

All steps are supported by OPNET's predefined components, like hubs, special server types, special local (virtual) networks of PCs, etc. - see fig. 1.

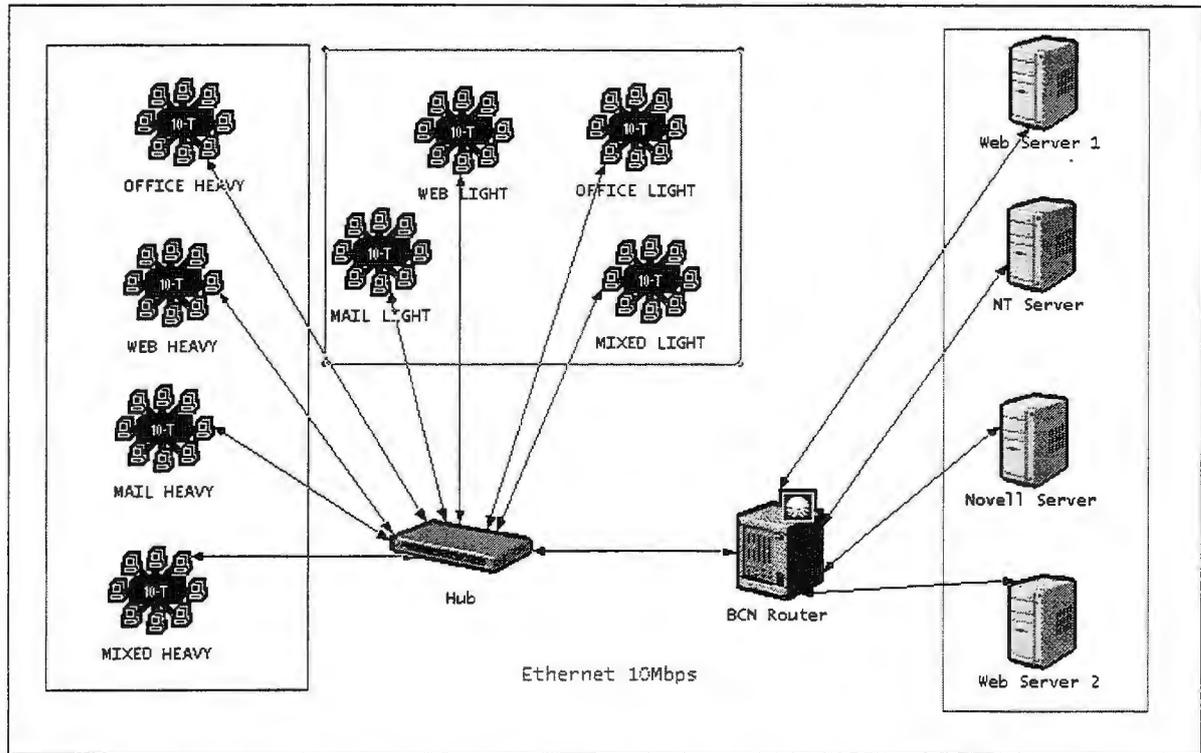


Figure 1: Intranet divided into substructures and classes

Simulation Analysis and Validation. Simulation runs give classical statistics as shown in figure 2. In order to observe the overall behaviour a stack of protocols over a given period of time is modelled and observed. Data analysis (via a postprocessing database in OPNET) results in typical overall utilisation per day (fig. 3).. Comparison with measured data allows validation of the model at the level "User Classes - Hub - Router - Servers".

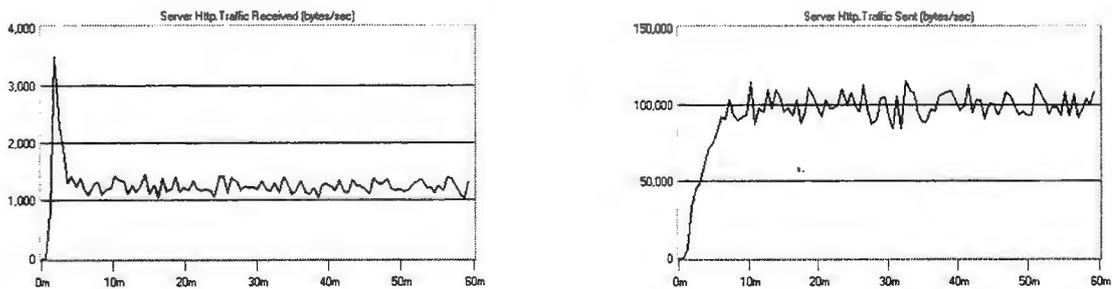


Figure 2: Web Server 1 - Average of received and sent bytes/sec

Simulation Experiments:

Using OPNET's scenario manager, now the behaviour of the net with respect to changes in the load and in the topology can be studied.

Mainly it turns out, that the user class OFFICE heavy causes bottlenecks. Without this class of users, the net is nearly equally balanced with respect to traffic and protocols.

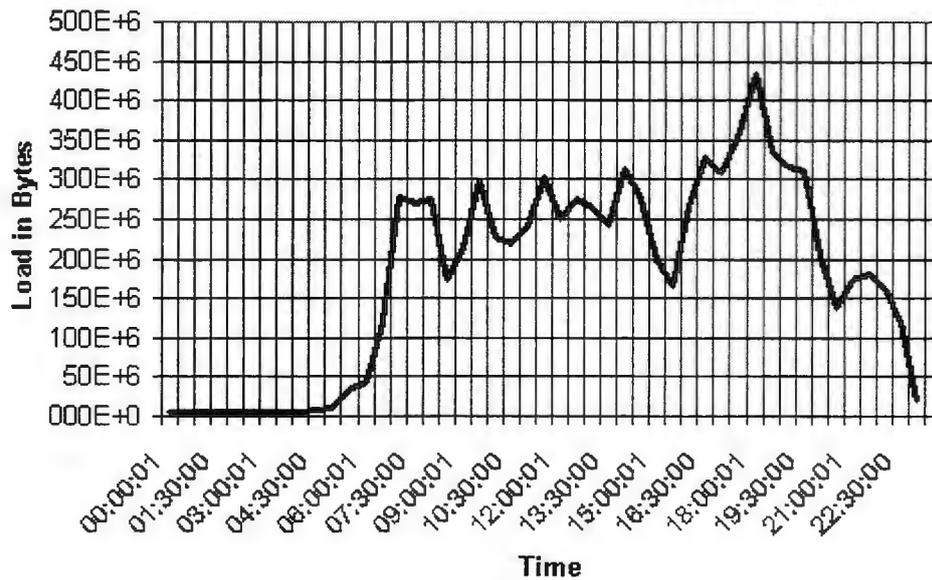


Figure 3: Distribution of Load per day

Summary.

Using OPNET, an clustered intranet of 2000 users was modelled and analysed by standard features of the simulator. The experiments with the computer model show bottlenecks caused by the centrally implemented Office Package.

To improve performance, special sub-servers for the Office Package or local installations for some "heavy users" increase the net performance essentially.

PUBLIKATIONEN VON UND MIT ASIM

ASIM - Buchreihen

Seit 1989 gestaltet ASIM die Buchreihe *Fortschritte in der Simulationstechnik* im Vieweg - Verlag. In dieser Reihe erschienen Monographien zum Thema Simulationstechnik und die Proceedings der ASIM - Tagungen. Nach Anregung von Mitgliedern, auch eine Möglichkeit zur Veröffentlichung von speziellen Monographien, Dissertationen, Habilitationen und Software Guides zu schaffen, wurde 1996 die zweite Buchreihe *Fortschrittsberichte Simulation – ARGESIM Reports*, im ASIM - Eigenverlag in Zusammenarbeit mit dem ARGESIM - Verlag, eingerichtet.

Ende 1998 wurden die ASIM - Buchreihen größtenteils mit den Buchreihen von SCS Europe vereinigt, und zwar *Fortschritte in der Simulationstechnik – Frontiers in Simulation*, und *Fortschrittsberichte Simulation – Advances in Simulation* (für Veröffentlichung auf internationaler Ebene). Diese gemeinsamen Reihen (ASIM, SCS Europe) erscheinen nun im SCS Europe Verlag. *Fortschrittsberichte Simulation – ARGESIM Reports* bieten die Veröffentlichung von Dissertationen, Guides, etc. in kleinerem kostengünstigem Rahmen im ARGESIM Verlag.

ASIM - Mitteilungen

ASIM kennzeichnet mit dem Prädikat *ASIM - Mitteilung* Publikationen von ASIM, die entweder von ASIM im Eigenverlag in Berichtsform (*AM*) herausgegeben werden, oder die von ASIM initiiert in Buchform (*AMB*) in anderen Verlagen erscheinen.

Die ASIM - Fachgruppen berichten über ihre Treffen in der ersten Form der ASIM Mitteilungen (*AM*), sofern nicht Proceedings in Buchform herausgegeben werden. Derartige ASIM - Mitteilungen werden von ASIM im Eigenverlag herausgegeben; die Hefte des eigenen Arbeitskreises („Primär-Fachgruppe“) sind teilweise kostenlos für seine Mitglieder, ansonsten gegen geringe Schutzgebühr erhältlich.

Ebenfalls in dieser Publikationsreihe erscheint der *ASIM Jahresbericht*, gleichzeitig die *ASIM Vorstellungsbroschüre*. Der ASIM Jahresbericht gibt einen Rechenschaftsbericht über das vergangene Jahr, zeigt Entwicklungen für das kommende Jahr auf, und gibt als ASIM Vorstellungsbroschüre einen allgemeinen Leistungsbericht von ASIM.

ASIM Nachrichten

Seit Sommer 1996 erscheinen *ASIM Nachrichten*, die einerseits aktuellen Themen zur Entwicklung der Simulationstechnik diskutieren und andererseits auch kurzfristige Mitgliederinformationen enthalten (Fachgruppentreffen, Organisatorisches etc.). Diese Nachrichten werden jeweils mit der April-, August- und Dezemberausgabe von SNE mitverschickt, sie können auch als deutschsprachige und ASIM - spezifische Ergänzung zu SNE gesehen werden.

Simulation News Europe - SNE

ASIM ist Gründungsherausgeber von Simulation News Europe (SNE), der Mitgliederzeitschrift der europäischen Simulationengesellschaften und von SCS Europe. SNE erscheint dreimal jährlich und wird allen Mitgliedern zugestellt. Der Bezug von SNE ist im ASIM - Mitgliedsbeitrag enthalten.

Neben Informationen und Neuigkeiten von ASIM und den anderen europäischen Simulationsvereinigungen bietet SNE unter anderem Technical Notes, kurze wissenschaftliche Beiträge, Software- und Methodenvergleiche, Essays und Publikationen zu aktuellen Themen der Simulationstechnik und zu Entwicklungen, Industry News und einen Veranstaltungskalender über Simulationstagungen und Simulationskurse.

SNE entwickelt sich derzeit in Richtung einer allgemeinen europäischen Zeitschrift für „Simulation News“, sowohl mit Neuigkeiten, als auch mit kurzen technischen und wissenschaftlichen Beiträgen (Technical Notes).

ARGESIM Reports

Die *ARGESIM Reports* sind die Veröffentlichungsreihe der ARGESIM und werden von ASIM mitvertrieben. In dieser Reihe wird auch ein Teil der *Fortschrittsberichte Simulation* herausgegeben, manche Fachgruppen geben z. B. Proceedings ihrer Treffen als ARGESIM Report heraus, bzw. erscheinen die Posterbände der ASIM – Jahrestagungen in dieser Reihe.

ARGESIM (ARGE Simulation News, Wien) organisiert die Verwaltung von ASIM, den betreibt den ASIM WWW - Server und gibt SNE heraus.

Unterstützung und Mitherausgabe von Publikationen

ASIM unterstützt die Herausgabe der Zeitschrift Simulation Practice and Theory (SIMPRA), die EUROSIM herausgibt und die von von ASIM - Mitgliedern vergünstigt abonniert werden kann.

Die Förderung weiterer Publikationen geschieht z. B. durch Kooperationsverträge mit den Zeitschriftenreihen der internationalen Gesellschaften SCSi und IMACS (d.h. mit Simulation, Transactions in Simulation und Mathematics and Computers in Simulation), bzw. durch Gestaltung von Sonderheften in diesen und anderen Zeitschriften und Reihen wie it & ti, etc.

Darüber hinaus erscheinen Berichte von ASIM Fachgruppen – Workshops etc. in verschiedenen Verlagen mit dem Prädikat *ASIM Mitteilung* (AMB).

ASIM – BUCHREIHEN

Seit 1989 gestaltet ASIM die Buchreihe *Fortschritte in der Simulationstechnik* im Vieweg - Verlag. In dieser Reihe erschienen Monographien zum Thema Simulationstechnik und die Proceedings der ASIM - Tagungen. Nach Anregung von Mitgliedern, auch eine Möglichkeit zur Veröffentlichung spezieller Monographien, Dissertationen, Habilitationen und Software Handbüchern zu schaffen, wurde 1996 eine zweite Reihe, *Fortschrittsberichte Simulation*, im ASIM - Eigenverlag in Zusammenarbeit mit dem ARGESIM - Verlag, eingerichtet.

1998 wurde über eine Veröffentlichungskoooperation mit SCS Europe beraten. SCS Europe gibt selbst zwei Buchreihen zum Thema Simulation heraus (in englisch, deutsch und französisch) und druckt diese Bücher im SCS Europe Verlag. Das Ergebnis ist eine weitreichende Vereinigung der Reihen, bei inhaltlicher Zielsetzung wie zuvor:

- *Fortschritte in der Simulationstechnik – Frontiers in Simulation* (SCS Europe Verlag)
- *Fortschrittsberichte Simulation – Advances in Simulation* (SCS Europe Verlag)
- *Fortschrittsberichte Simulation – ARGESIM Reports* (ARGESIM Verlag)

Aus kostentechnischen Gründen wird ein Teil der Reihe *Fortschrittsberichte Simulation* weiterhin im ARGESIM - Verlag gedruckt, vor allem deutschsprachige Dissertationen.

Generell geben die in diesen Reihen erscheinenden Bücher einen Querschnitt durch die Simulationstechnik, deren Entwicklung und Anwendung. Auf wissenschaftlichem Niveau werden Ergebnisse der Forschung zusammengetragen, Tests und Entwicklungen bewertet, Methoden zur Lösung von Problemen vorgestellt, bzw. neue Entwicklungen rasch präsentiert. Damit soll die Reihe Forum für die Beteiligten des Arbeitsfeldes Simulationstechnik sein.

Sie wenden sich an Ingenieure in: Physik, Biomedizin, Maschinenbau und Elektronik, Forschungsinstitute im Hochschulbereich sowie an Studierende mit themenbezogenen Aufgaben.

Buchreihe *Fortschritte in der Simulationstechnik – Frontiers in Simulation*

Die Bände der Reihe erschienen bis 1998 im Vieweg – Verlag, ab 1999 im SCS Europe Verlag. Diese Reihe konzentriert sich auf folgende Inhalte:

- Statusbände der ASIM - Fachgruppen in Form von Handbüchern, deren Inhalt alle zwei bis drei Jahre aktualisiert wird.
- Übersichtswerke zu Modellbildung und Simulation
- Tagungsbände zum jährlichen ASIM - Symposium Simulationstechnik
- Monographien mit allgemeinem oder einführendem Charakter

In letzter Zeit erschien, bzw. in Druck oder Vorbereitung sind:

Band Nr.	ASIM / SCS Frontiers in Simulation – Fortschritte in der Simulationstechnik	Mitglieder	Allgem. Preis
	A. Kuhn, S. Wenzel (Hrsg.): <i>Simulationstechnik – Prof. 11. Symposium in Dortmund</i> , Vieweg – Verlag, Reihe Fortschritte in der Simulationstechnik, 1997, ISBN 3-528-06956 (Restauflage)	EUR 40.-	EUR 60.-
	G. Hohmann (Hrsg.): <i>Simulationstechnik, Proceedings des 13. Symposiums in Weimar</i> , September 1999: SCS Europe Verlag, ISBN 1-56555-130-3 (Restauflage)	EUR 40.-	EUR 60.-
FS 4	H. Szczerbicka, Th. Uthmann (Hrsg.): <i>Modellierung, Simulation und Künstliche Intelligenz</i> ; 2000, SCS Europe Verlag, Frontiers in Simulation - Fortschritte in der Simulationstechnik, ISBN 1-56555-128-1	EUR 58.-	EUR 116.-
FS 5	S. Wenzel (Hrsg.): <i>Referenzmodelle für die Simulation in Produktion und Logistik</i> ; 2000, SCS Europe Verlag, Frontiers in Simulation – Fortschritte in der Simulationstechnik, 282 p., ISBN 1-56555-182-6	EUR 49.-	EUR 98.-
FS 6	W. Borutzki: <i>Bondgraphen – Eine Methodologie zur Modellierung multidisziplinärer dynamischer Systeme</i> ; SCS Europe Verlag, Series Frontiers in Simulation - Fortschritte in der Simulationstechnik, 414 p., 2000, ISBN 1-56555-183-4	EUR 48.-	EUR 96.-
FS 7	I. Bausch-Gall (Hrsg.): <i>Simulation technischer Systeme – Stand und Entwicklungen</i> , SCS Europe Frontiers in Simulation - Fortschritte in der Simulationstechnik, Sommer 2000, ISBN 1-56555-186-9	In Vorbereitung	
FS	F. Breitenacker, D. Möller, P. Schwarz (Hrsg.): <i>Developments and Trends in Simulation Methodology, Simulation Methods and Simulation Technique</i> , SCS Europe Verlag, Series Frontiers in Simulation - Fortschritte in der Simulationstechnik, Herbst / Winter 2000	In Vorbereitung	

Buchreihe Fortschrittsberichte Simulation – Advances in Simulation

Die Bände der neuen ASIM - Buchreihe Fortschrittsberichte Simulation zeigen neueste Lösungsansätze, Methoden und Anwendungen der Simulation in Theorie und Praxis. Die Reihe umspannt neue Entwicklungen in Grundlagen und Anwendung der Simulation in einem immer breiter werdenden Spektrum, z. B. Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Medizin, Ökonomie, Ökologie und Soziologie. Auf wissenschaftlichem Niveau werden Ergebnisse der Forschung zusammengetragen und neue Methoden zur Lösung von Problemen vorgestellt, bzw. neue Entwicklungen rasch präsentiert. Neben der Dokumentation des jeweiligen aktuellen Standes und der Entwicklungen der Simulationstechnik werden aber auch deren Grenzen aufgezeigt.

Die Fortschrittsberichte Simulation – Frontiers in Simulation konzentrieren sich entsprechend ihrer Zielrichtung auf

- Monographien mit speziellem Charakter, wie z. B. Dissertationen und Habilitationen
- Berichte zu größeren Arbeitskreistreffen (mit referierten Beiträgen)
- Berichte von Forschungsprojekten
- Handbücher zu Simulationswerkzeugen (User Guides, Vergleiche, Benchmarks), und ähnliches.

Die Bände erscheinen entweder im SCS Europe Verlag in der Reihe Fortschrittsberichte Simulation - Advances in Simulation, wenn eine größerer internationale Zielrichtung beabsichtigt ist, oder im ARGESIM – Verlag als Fortschrittsberichte Simulation – ARGESIM Reports für kostengünstige Kleinauflagen. Die Bände sind direkt über ASIM (München), ARGESIM (TU Wien) und SCS Europe (Erlangen / Ghent), aber auch über Bestellung im Buchhandel erhältlich (der reduzierte Preis gilt nicht bei Buchhandelsbezug).

Bisher sind acht Bände im ARGESIM - Verlag erschienen, einer im SCS Europe – Verlag (siehe folgende Tabelle), weitere in Vorbereitung. Für Autoren sind sehr günstige Preisstaffelungen bei Mengenabnahmen (z.B.: Dissertationspflichtexemplare) vorgesehen.

Interessierte Autoren für beide Reihen mögen sich an die Betreuer der Reihen wenden:

- Dr. I. Bausch-Gall, München
- Prof. Dr. F. Breitenacker, TU München
- Prof. Dr. G. Kampe, Fachhochschule Esslingen
- Prof. Dr. D.P.F. Möller, Univ. Hamburg

Band Nr.	ASIM / ARGESIM / SCS Fortschrittsberichte Simulation – Advances in Simulation	Mitglieder	Allgem. Preis.
FB 1	C. Westerkamp: Anwendung der Mehrgrößen-Parameterschätzung zur Simulation von linearen passiven Netzwerken; ARGESIM – Verlag, 1996; ISBN 3-901608-51-6	EUR 15.-	EUR 20.-
FB 2	M. Salzmann: Genetische Algorithmen in diskreter Simulation; ARGESIM, 1996; ISBN 3-901 608-52-4	EUR 15.-	EUR 20.-
FB 3	J. Plank: State Events in Continuous Modelling and Simulation - Concepts, Implementation and New Methodology; ARGESIM – Verlag 1997; ISBN 3-901608-53-2	EUR 15.-	EUR 20.-
FB 4	P. Acel: Methode zur Durchführung betrieblicher Simulationen - Effiziente Optimierung der diskreten Simulation; ARGESIM – Verlag, 1997; ISBN 3-901608-54-0	EUR 15.-	EUR 20.-
FB 5	M. Kinder: Stochastische Simulation biotechnischer Prozesse - Entwurf von Filtern und Reglern; ARGESIM – Verlag 1997; ISBN 3-901608-55-9	EUR 15.-	EUR 20.-
FB 6	M. Lingl Hybrid Modelling Approach in Discrete, Continuous and Combined Simulation, 2000; ARGESIM – Verlag, ISBN 3-901608-56-7, in Vorbereitung	EUR 15.-	EUR 20.-
FB 7	S. Pawletta: Erweiterung eines wissenschaftlich-technischen Berechnungs- und Visualisierungssystems zu einer Entwicklungsumgebung für parallele Applikationen, 2000, ARGESIM, ISBN 3-901608-57-5	EUR 15.-	EUR 20.-
AS 9	A. Klinger: Referenzmodelle für die Abbildung von Personalsteuerung in der Simulation, 1999, SCS Europe – Verlag, ISBN 1-56555-129-X	EUR 48.-	EUR 96.-
FB 8	Ch. Almeder: Hydrodynamic Modelling and Simulation of the Human Arterial Bloodflow, 2000, ARGESIM-Verlag, ISBN 3-901608-58-3	EUR 15.-	EUR 20.-
FB 9	Th. Preiß: Relationale Datenbanksysteme als Basis für Modellbildung und Simulation von kontinuierlichen Prozessen, 2000, ARGESIM-Verlag, ISBN 3-901608-59-1	EUR 15.-	EUR 20.-

Bücher in externen Reihen

Fachgruppen publizieren bei einer Zusammenarbeit mit anderen Gesellschaften, Institutionen, etc. auch in anderen Buchreihen wie z. B. in den Springer Series, in Universitätsverlagen oder bei ARGESIM. Diese Bücher werden – wie auch andere externe Publikation – mit dem Prädikat „ASIM - Mitteilung“ und mit spezieller Nummerierung in der Liste der ASIM - Mitteilungen geführt.

ASIM – MITTEILUNGEN

ASIM kennzeichnet mit dem Prädikat *ASIM - Mitteilung* Publikationen von ASIM,

- die entweder von ASIM im Eigenverlag in Berichtsform herausgegeben werden (**AM**),
- oder die von ASIM initiiert in Buchform in anderen Verlagen erscheinen (**AMB**).

Einige ASIM - Fachgruppen berichten z.B. über ihre Treffen in den ASIM Mitteilungen in Berichtsform. Diese Berichte sind teilweise kostenlos für die Primärmitglieder Fachgruppe, ansonsten gegen geringe Schutzgebühr erhältlich. In dieser Reihe erscheinen auch Tagungsunterlagen von Tagungen und Seminaren mit ASIM - Beteiligung, sowie die ASIM Jahresberichte.

Inhalte der ASIM-Mitteilungen in Berichtsform sind:

- Berichte / Beiträge von Fachgruppentreffen (Arbeitskreistreffen), *ASIM Jahresberichte*
- Leitfäden und andere Publikationen der Fachgruppen (Arbeitskreise)
- Workshop - Berichte / Beiträge von mit ASIM zusammenarbeitenden Gruppen

Die ASIM-Mitteilungen sind allgemein gegen eine geringe Schutzgebühr erhältlich, für ASIM-Mitglieder zum verbilligten Preis. Bisher sind 71 ASIM Mitteilungen erschienen. Über die ASIM - Verwaltung sind die ASIM-Mitteilungen (Eigenverlag, „AMxx“) der letzten 4 Jahre erhältlich, ältere Exemplare sind teilweise als Restexemplare bei den Fachgruppenleitern erhältlich. ASIM – Mitteilungen in Buchform („AMBxx“) sind beim jeweiligen Verlag zu erhalten (Ausnahme: ARGESIM Reports werden von ASIM mitvertrieben).

Bestellungen richten Sie bitte an Fr. Dr. Ingrid Bausch-Gall. Sie erhalten die gewünschten Publikationen kurzfristig zugesandt (mit Rechnung inklusive Portokostenanteil):

Bestellformular am Ende dieser Broschüre, die Bestellung kann auch über den ASIM WWW -Server erfolgen:

<http://www.asim-gi.org/publikationen>

Band Nr.	ASIM – Mitteilungen: AM Eigenverlag, AMB Fremdverlag	Mitglieder	Allgem. Preis.
AMB 56	F. Breitenecker, D. Möller, H. Szczerbiczka (Hrsg.): <i>Proc. 9. Ebernburger Symposium „Simulation in Medizin, Biologie und Ökologie“</i> ; Ebernburg 1997; ARGESIM Report AR 9, ISBN 3-901608-09-5	EUR 15.-	EUR 20.-
AM 57	Berichtband: Treffen der FG STS „Simulation Technischer Systeme“ und FG VSPP „Verteilte Systeme und Parallele Prozesse“, Rostock, 1997	EUR 15.-	EUR 20.-
AM 58	Leitfaden für Simulationsbenutzer in Produktion und Logistik (FG Simul. In Produktion und Logistik)	EUR 5.-	EUR 10.-
AM 58 a	ASIM Vorstellungsbroschüre / Jahresbericht 1997	kostenlos	
AM 59	Berichtband: Treffen der FG STS „Simulation Technischer Systeme“, Heidelberg, 1998	EUR 15.-	EUR 20.-
AMB 60	M. Engeli, V. Hrdliczka (Hrsg.): <i>Simulationstechnik - 12. Symposium in Zürich, September 1998</i> , vdf Hochschulverlag AG - ETH Zürich, ISBN 3 7281 2653 5	EUR 60.-	EUR 90.-
AMB 60a	M. Engeli, V. Hrdliczka (Hrsg.): <i>Posterband 12. ASIM Symposium Simulationstechnik ASIM'98</i> , Zürich, ARGESIM Report no. 13, ISBN 3-901608-13-3 (AR 13)	EUR 10.-	EUR 15.-
AMB 61	R. Grützner, J. Benz: <i>Werkzeuge für die Modellierung und Simulation im Umweltbereich, 8. Workshop</i> , FG SUAW, 1998, Witzenhausen, Metropolis-Verlag, Marburg 1998, ISBN 3-89518-218-4	DM 48.- EUR 24,54	DM 48.- EUR 24,54
AM 61	Berichtband: SiWiS-98: Simulation in Wissensbasierten Systemen, FG SKI	EUR 5.-	EUR 10.-
AM 61a	Jahresbericht 1998 - ASIM Vorstellungsbroschüre	Kostenlos	
AMB 62	R. Grützner, M. Möhring (Hrsg.): <i>Werkzeuge für die Modellierung und Simulation im Umweltbereich, 9. Workshop</i> , Koblenz 1999, Metropolis-Verlag, Marburg 1999, ISBN 3-89518-243-5	DM 48.- EUR 24,54	DM 48.- EUR 24,54
AM 63	Berichtband: Treffen der FG STS „Simulation Technischer Systeme“ und der FG SSHW „Simulationssoftware und -Hardware“, 1999, Aachen	EUR 15.-	EUR 20.-
AM 64	Berichtband: Treffen FG VSPP „Simulation Paralleler Prozesse“, Magdeburg, März 1999	EUR 10.-	EUR 15.-
AM 65	Berichtband: 13. Workshop der KI & Simulation: Simulationsbasierte Optimierung und Steuerung Diskreter Systeme, Chemnitz, April 1999	EUR 15.-	EUR 20.-
AM 66	G. Hohmann (Hrsg.): <i>Praxisforum / Posterband 13. ASIM Symposium Simulationstechnik ASIM'99</i> , Weimar, 1999, ARGESIM Report no. 14, ISBN 3-901608-14-1 (AR 14)	EUR 10.-	EUR 15.-
AM 66a	Jahresbericht 1999 - ASIM Vorstellungsbroschüre	Kostenlos	
AM 67	Bericht: Treffen der FG STS „Simulation Technischer Systeme“ Esslingen, Februar 2000	EUR 15.-	EUR 20.-
AMB 68	K. Mertens, M. Rabe (Hrsg.): <i>The New Simulation in Production and Logistics. Tagungsband 9. ASIM-Fachtagung „Simulation in Produktion und Logistik“</i> , Verlag IPK, Berlin, 2000, ISBN 3-8167-5537-2	DM 138.- EUR 70,56	DM 148.- EUR 75,67
AM 69	Bericht: Workshop FG SKI und VSPP: Agentenbasierte Systeme, Würzburg, März 2000	EUR 10.-	EUR 15.-
AMB 70	J. Biethahn (Hrsg.): <i>Simulation als betriebliche Entscheidungshilfe – Neuere Werkzeuge und Anwendungen in der Praxis. Proc. 7. Symposium</i> , Braunlage, März 2000, ISBN 3-930185-18-0	DM 45.- EUR 23,01	DM 45.- EUR 23,01
AMB 71	Werkzeuge für die Modellierung und Simulation im Umweltbereich, 10. Workshop, Hamburg 3/2000	In Vorbereitung	
AMB 72	D. Möller (Hrsg.): <i>Proceedings 10. Ebernburger Symposium „Simulation in Medizin, Biologie und Ökologie“</i> , FG SMBÖ, Ebernburg, 2000, ARGESIM Report no. AR 17, ISBN 3-901608-17-6 (AR 17)	In Vorbereitung	
AMB 73	D. P. F. Möller (Hrsg.): <i>Posterband 14. ASIM Symposium Simulationstechnik ASIM'2000</i> , Hamburg, 2000, ARGESIM Report no. 18, ISBN 3-901608-18-4 (AR 18)	EUR 10.-	EUR 15.-

ARGESIM Reports – SCS Bücher

ARGESIM, die ARbeitsGEmeinschaft SIMulation News an der Technische Universität Wien, richtet 1995 den ARGESIM Verlag ein. In der Reihe ARGESIM Reports werden Proceedings von Tagungen und Workshops auf dem Gebiet Modellbildung und Simulation herausgegeben, u.a. von ASIM- Fachgruppentreffen und Tagungen und Posterbände bei ASIM - Tagungen.

In der Reihe Fortschrittsberichte Simulation – ARGESIM Reports werden gemeinsam mit ASIM Dissertationen, Habilitationen, etc. herausgegeben, sofern die Publikation nicht international in der SCS / ASIM – Reihe Advances in Simulation erfolgt.

Das SCS European Publishing House verlegt neben den beiden Reihen Frontiers in Simulation – Fortschritte in der Simulationstechnik und Advances in Simulation – Fortschrittsberichte Simulation auch noch Proceedings von Tagungen und Monographien, die teilweise in die Thematik Modellbildung und Simulation fallen. Auch diese Publikationen werden ASIM-Mitgliedern zum vergünstigten Preis angeboten.

Vertrieben werden alle Publikationen sowohl von ASIM (Büro Dr. I. Bausch-Gall, München, gemeinsam mit den ASIM Mitteilungen), von der ARGESIM (TU Wien), sowie teilweise im Buchhandel. Im folgenden eine Liste der verfügbaren ARGESIM Reports:

Band Nr.	Weitere ARGESIM Reports und SCS - Bücher	Mitglieder	Allgem. Preis
AR 1	F. Breitenecker, I. Husinsky (Hrsg.): Congress EUROSIM95 - Late Paper Volume, 1995, ARGESIM Report no. 1, ISBN 3-901608-01-X	EUR 15.-	EUR 20.-
AR 2	F. Breitenecker, I. Husinsky (Hrsg.): Congress EUROSIM95 - Session Software Products and Tools, 1995, ARGESIM Report no. 2, ISBN 3-901608-02-8	EUR 15.-	EUR 20.-
AR 3	F. Breitenecker, I. Husinsky (Hrsg.): EUROSIM95 - Poster Book, 1995, ARGESIM Report no. 3, ISBN-Nr.: 3-901608-03-6	EUR 15.-	EUR 20.-
AR 9	F. Breitenecker, D. Möller, H. Szczerbicka (Hrsg.): Proc. Treffen der ASIM -FGs „Simulationsoftware und -Hardware“, „Simulation und Künstliche Intelligenz“ und „Simulation in Biologie, Medizin und Ökologie“, Ebernburg, ARGESIM Report no. 9, ISBN 3-901608-09-5 (AMB 56)	EUR 15.-	EUR 20.-
AR 10	F. Rattay (Hrsg.): Proceedings TU-BioMed Symposium 1998 „Brain Modelling“, 1998, ARGESIM Report no. 10, ISBN 3-901608-10-9	EUR 10.-	EUR 15.-
AR 11	I. Troch, F. Breitenecker (Hrsg.): Proceedings 2 nd MATHMOD Conference Vienna, 1997, ARGESIM Report no. 11, ISBN 3-901608-11-7	EUR 45.-	EUR 60.-
AR 12	F. Breitenecker, M. Lingl (Hrsg.): Soft Computing in Modellbildung und Simulation – ARGESIM Seminarbericht S51, ARGESIM Report no. 12, ISBN 3-901608-12-5		
AR 13	M. Engeli, V. Hrdliczka (Hrsg.): Posterband 12. ASIM Symposium Simulationstechnik ASIM'98, Zürich, ARGESIM Report no. 13, ISBN 3-901608-13-3 (AMB 60a)	EUR 10.-	EUR 15.-
SCS	Y. Mounsef: Modelling and Simulation of Complex Systems Methods, Techniques and Tools, 1998, SCS Europe Verlag, ISBN 1-56555-118-4	EUR 49.-	EUR 98
AR 14	G. Hohmann (Hrsg.): Praxisforum / Posterband 13. ASIM Symposium Simulationstechnik ASIM'99, Weimar, 1999, ARGESIM Report no. 14, ISBN 3-901608-14-1 (AMB 66)	EUR 10.-	EUR 15.-
SCS	B. Schmidt: Die Modellierung menschlichen Verhaltens, 2000, SCS Europe, ISBN 1-56555-127-3	EUR 35.-	EUR 45.-
AR 15	I. Troch, F. Breitenecker (Hrsg.): Proceedings 3 rd MATHMOD Conference Vienna, 1997, ARGESIM Report no. 15, ISBN 3-901608-15-X, 3 volumes.	EUR 60.-	EUR 90.-
AR 17	D. Möller (Hrsg.): Proceedings 10. Ebernburger Symposium „Simulation in Medizin, Biologie und Ökologie“, FG SMBÖ, Ebernburg 2000, ARGESIM Report no. AR 17, ISBN 3-901608-17-5	EUR 15.-	EUR 20.-
SCS	R. Rimane (Hrsg.): Gedanken zur Zeit. 2000, SCS Europe Verlag, ISBN 1-56555-184-2	EUR 35.-	EUR 45.-
SCS	Ch. Urban (Hrsg.): Proc. Workshop 2000 Agent-Based Simulation (Passau, Mai 2000), 2000, SCS Europe Verlag, ISBN 1-56555-185-0	EUR 75.-	EUR 150.-
AR 18	D. P. F. Möller (Hrsg.): Posterband 14. ASIM Symposium Simulationstechnik ASIM'2000, Hamburg, 2000, ARGESIM Report no. 18, ISBN 3-901608-18-1 (AMB 73)	EUR 10.-	EUR 15.-

JOURNAL SNE - SIMULATION NEWS EUROPE

ASIM ist Gründungsherausgeber von Simulation News Europe (SNE), der offiziellen Mitgliederzeitschrift der in der Föderation EUROSIM zusammengeschlossenen europäischen Simulationsgesellschaften, und der europäischen Mitglieder von SCS. SNE erscheint dreimal jährlich und wird den ASIM - Mitgliedern kostenlos zugestellt. SNE wird auch über User Groups von Simulationssoftware, Interest Groups wie ACM – SIGSIM, etc. verteilt.

Nähere Informationen sind am ARGESIM WWW- Server erhältlich:

<http://www.argesim.org/sne>

Simulation News Europe SNE

Simulation News Europe (abbreviated SNE) publishes information related to modelling and simulation.

- It is published by the **ARGE Simulation News ARGESIM**, Vienna, Austria.
- There are three issues per year. April, August, December. Circulation is 3000.
- [Aims and Scope](#)
- *Simulation News Europe* is the official membership news journal of EUROSIM and SCS Europe.
- An individual [subscription](#) is available.
- Download a [sample copy](#) (PDF-format, without advertisements).

SNE contains

essays and technical notes on simulation	reports from SCS Europe ,
reports from EUROSIM and from the EUROSIM societies	reports from international societies
reports on new developments in simulation techniques	reports from user groups
reports on new developments in simulation software	presentations of simulation centers
calendar of events	book reviews
comparisons on simulation technique and simulation software	news on journals

Contents

Book Reviews

SNE 28 SNE 28
 SNE 27 SNE 27
 SNE 26 SNE 26
 SNE 25 SNE 25
 SNE 24 SNE 24
 SNE 23 SNE 23
 SNE 22 SNE 22
 SNE 21 SNE 21
 SNE 20 SNE 20
 SNE 19 SNE 19
 SNE 18 SNE 18

Im Informationsteil über Simulationsvereinigungen berichtet SNE über Neuigkeiten und Veranstaltungen von EUROSIM, der in EUROSIM zusammengefaßten nationalen und regionalen Simulationsvereinigungen, von SCS Europe und anderer Simulationsgesellschaften; weiters werden einzelne „Simulation Centers“ vorgestellt. Buchbesprechungen, Book News und Industry News runden diese Informationen ab. Den Serviceteil beendet ein umfangreicher Calendar of Events.

Allgemeine Trends, Entwicklungen und auch Grundlagen der Simulationstechnik werden in Essays und Technical Notes veröffentlicht, die hohe Qualität haben. Weiters sind in dem Corner „Development of Software“ bzw. „Development in Simulation Technique“ spezielle Entwicklungen auf diesen Gebieten zu finden.

Großen Erfolg hat SNE mit seiner Serie „Comparison on Simulation Technique and Simulation Software“, wo zu 13 repräsentativen Simulationsaufgaben bisher fast 200 Lösungen einlangten.

ARGESIM

ARGE Simulation News (ARGESIM) ist eine gemeinnützige („non-profit“) Arbeitsgruppe, die Infrastruktur für die Verwaltung und Durchführung von EUROSIM- und ASIM-Aktivitäten und anderer Aktivitäten im Bereich Modellbildung und Simulation bereitstellt. Sitz der ARGESIM ist die Technische Universität Wien.

ARGESIM organisiert und stellt Infrastruktur zur Verfügung für:

- Herausgabe, Produktion, Druck, und Versand von *Simulation News Europe (SNE)*
- Mitgliederverwaltung von ASIM, Herausgabe des *ASIM Jahresberichtes* und Unterstützung bei der Herausgabe von *ASIM Mitteilungen* und der *ASIM Nachrichten*
- Herausgabe der *ARGESIM Reports*
- Definition, Durchführung, Verwaltung und Auswertung der ARGESIM Software Comparisons
- Veranstaltung der Seminarreihe „*Seminare über Modellbildung und Simulation*“ an der Technischen Univ. Wien (bisher 52 Seminare)
- Entwicklung von Simulationssoftware, z. B. *modis - kontinuierliche (parallele) Simulation*
- Einbindung von neuen Methoden in Simulatoren (*Datenmodelle, Soft Computing, Computer Algebra*)
- Betreuung von MATLAB, ACSL und Computer Algebra Systemen an der Technischen Universität Wien
- Unterstützung der deutschsprachigen ACSL User Group
- Betrieb eines WWW-Servers für EUROSIM, ASIM, SNE, ARGESIM etc.:
<http://www.argesim.org>
(ARGESIM)
<http://www.asim-gi.org> (ASIM)
<http://www.eurosim.org>
(EUROSIM)
<http://simtech.tuwien.ac.at> (Abt. Simulation, Technische Univ. Wien)

ARGESIM Reports

ARGESIM organisierte den EUROSIM - Kongreß EUROSIM'95 (September 1995, Wien) mit. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ARGESIM auch Herausgeber und Verleger und begann die Reihe ARGESIM Reports. Diese Berichte sollen kurze Monographien über neuen Entwicklungen in Modellbildung und Simulation, Lehrunterlagen für Kurse, Proceedings kleinerer Tagungen, Berichte über State-of-the-Art in der Simulationstechnik (z.B. Zusammenfassungen der EUROSIM Comparisons), etc., veröffentlichen.

Kurz nach Gründung dieser Reihe wurde der neue Verlag ARGESIM von ASIM als Verleger für die ASIM - Buchreihe Fortschrittsberichte Simulation ausgewählt, die als Sonderreihe erscheinen. 1999 wird diese Reihe der SCS Europe – Reihen und Advances in Simulation zusammengelegt, um einen breiteren Markt zu erreichen. U. a. sollen deutschsprachige Dissertationen weiterhin bei ARGESIM verlegt werden, während für den internationalen Markt interessante Publikationen im SCS Europe Verlag erscheinen werden.

In der klassischen Reihe ARGESIM Reports erscheinen Tagungsbände, Proceedings, etc - z.B. auch Proceedings von Workshops, die ASIM - Fachgruppen veranstalten (diese ARGESIM Reports tragen dann auch den Vermerk „ASIM-Mitteilung AMBxx“).

Vertrieben werden alle Publikationen sowohl von ASIM (Büro Dr. I. Bausch-Gall, München, gemeinsam mit den ASIM Mitteilungen), von der ARGESIM (TU Wien), sowie teilweise im Buchhandel.

Im Kapitel über ASIM Mitteilungen ist ein Verzeichnis der lieferbaren ARGESIM Reports zu finden.

