1. Allgemeine Zielsetzung

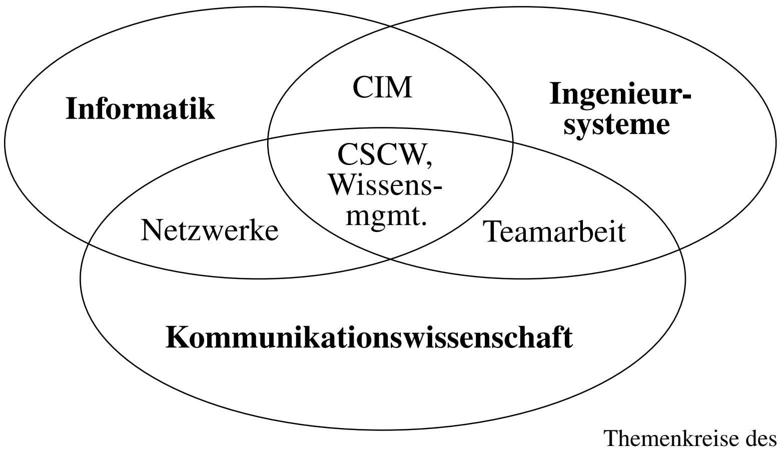
Ingenieuraufgaben sind in der heutigen Zeit ohne Rechnerunterstützung im Grunde nicht lösbar. Zentrale Aufgabenbereiche einer Kooperation zwischen Ingenieurwissenschaften und Informatik sind dabei die Abbildungen flächenbezogener und / oder räumlicher Entwurfs-, Konstruktions- oder Produktionsobjekte auf geometrischen Datenstrukturen. Diese Repräsentationsformen sind in allen Ingenieurbereichen ähnlich. Während die einzelnen Rechneranwendungen „extern“ aufgrund ihrer Anforderungen, Operationstypen und Integritätsbedingungen sehr große Unterschiede aufweisen, sind die zu ihrer Abwicklung benutzten Operationen „intern“ ähnlich, weil sie auf gleichartige Datenstrukturen Bezug nehmen können.

Diese Tatsachen führen zum Kernanliegen des Zentrums für Rechnergestützte Ingenieursysteme, in dem Ingenieure und Informatiker interdisziplinär zusammenarbeiten.

Die geometrischen Datenstrukturen, ihre speziellen Algorithmen und Anwendungen sowie die auftretenden Konsistenzprobleme und ihre Formulierung durch Integritätsbedingungen stellen das Bindeglied zwischen den verschiedenen Ingenieurdisziplinen dar. Diese Betrachtungsweise erlaubt Querbeziehungen zwischen den verschiedenen CAD-Ansätzen, die zur Vereinheitlichung und Systematisierung des CAD-Entwurfs, zum Austausch von CAD-Algorithmen und zur Übernahme von Teillösungen aus anderen Bereichen führen.

Neben diesem Anliegen der CAD-Integration unterstützt das gewählte Konzept das Zusammenwachsen von Entwurf und Produktion - also der engeren Verbindung von CAD und CAM. Integriert man die Planung und Organisation der Produktion über gemeinsame Datenstrukturen und Algorithmen, gelangt man zum Konzept des CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Zur Umsetzung dieser Zielsetzungen wird folgende Strategie verfolgt:



Themenkreise des ZRI

<u>Wechselwirkungen zwischen Informatik und Ingenieursystemen:</u>

(wobei gefüllte Kreise wichtige und offene Kreise mögliche Wechselwirkungen bezeichnen)

	CAx/CIM PPS	Automatisierungstechnik	Prozeßdatenverarbeitung	Modellierung und Simulation	Wissensmanagement
Datenbanksysteme	●		○	●	●
Netzwerke	●	○	○		●
Software-Engineering		●		●	
Graphische Datenverarbeitung	●	○	●	●	
Wissensbasierte Systeme		○	○	●	●

<u>Visionen, Ziele:</u>

- Beherrschung zunehmender Komplexität
- Erhöhung von Planungs- und Gestaltungssicherheit
- Verbesserung der Qualität technischer Systeme
- Erhöhung der Prozeßsicherheit
- Unterstützung von Kommunikationsprozessen
- Gestaltung von Prozessen in verteilten Systemen: Entwicklung, Logistik, Produktion
- Transparenz technischer Strukturen durch Visualisierung

<u>Strategie:</u>

- *Integration* von Grundlagenforschung, Grundlagenentwicklung, Anwendungsentwicklung, Technologietransfer
- *Interdisziplinarität* in Forschung und Projekten
- Aufbau von *Kompetenzgruppen*
- *Netzwerkbildung* für die Ingenieurausbildung

Organisationsform:

Das Zentrum für Rechnergestützte Ingenieursysteme (ZRI) fördert die Zusammenarbeit zwischen Informatik und Ingenieurwissenschaften; es unterstützt die Drittmittelforschung in regionalen und überregionalen Projekten sowie Industriekooperationen.

Zur Erreichung dieser Ziele wurde folgende Zusammensetzung gewählt:

1.) Prof. Dr. G. Brunnett (FB Informatik)
2.) Prof. Dr. W. Dankwort (FB Maschinenwesen)
3.) Prof. Dr. T. Härder (FB Informatik)
4.) Prof. Dr. H. Hagen (FB Informatik)
5.) Prof. Dr. E. v. Puttkamer (FB Informatik)
6.) Prof. Dr. G. Warnecke (FB Maschinenwesen)
7.) Prof. Dr. D. Zühlke (FB Maschinenwesen)

2. Personelle Zusammensetzung : 1997

Sprecher

Prof. Dr. rer. nat. Hans Hagen

Projektleiter

Prof. Dr. rer. nat. Werner Dankwort	(FB Maschinenwesen)
Prof. Dr. rer. nat. Guido Brunnett	(FB Informatik)
Prof. Dr.-Ing. Theo Härder	(FB Informatik)
Prof. Dr. rer. nat. Hans Hagen	(FB Informatik)
Prof. Dr. rer. nat. Ewald von Puttkamer	(FB Informatik)
Prof. Dr.-Ing. Günter Warnecke	(FB Maschinenwesen)
Prof. Dr. rer. nat. Detlef Zühlke	(FB Maschinenwesen)

Wissenschaftliche Mitarbeiter

Dipl.-Inform. F. Isselhard	(DFG-Projekt, Prof.. Brunnett)
Dipl.-Inform. J. Wendt	(Innovationsprojekt, Prof. Brunnett)
Dipl.-Inform. F. Arnold	(ANICA-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Inform. B. Isleborn	(ANICA-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Ing.. A Janocha	(ANICA-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Ing. T. Kilb	ANICA-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Ing. B. Swienczek	(ANICA-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Ing. J. Blaurock	(FIORES-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Ing. K. Dageförde	(FIORES-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Ing. B. Driedger-Marshall	(FIORES-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl. Ing. M. Gandyra	(FIORES-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Ing. T. Pfleger	(FIORES-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Inform. G. Podehl	(FIORES-Projekt, Prof. Dankwort)
Dipl.-Inform. H. Loeser	(Stiftung Innovation, Prof. Härder)
Dr. rer. nat. J. Reinert	(Fhl-Projekt, Prof. Härder)
Dr.-Ing. F. de F. Rezende	(CNPq, Brasilien, Prof. Härder)
Dipl.-Inform. Günter Sauter	(Daimler-Projekt, Prof. Härder)
Dipl.-Inform. H.-P. Steiert	(FhI-Projekt, Prof. Härder)
Dipl.-Inform. Nan Zhang	(RITA-Projekt, Prof. Härder)
Dipl.-Ing. Weiping Zhang	(Doktorand, Prof. Härder)

Dipl.-Inform. J. Zimmermann	(RITA-Projekt, Prof. Härder)
Dr. rer. nat. P. Jacob	(Pilotprojekt VIPER, Prof. Hagen)
Dr. rer. nat. H. Moock	(Anthropoid, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. M. Bonerz	(BIS-Projekt, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. M. Bumann	(Schuhmodellierung mit CAGD, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. P. Dannenmann	(Aerospace-Projekt, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. A. Divivier	(Multi-Media-Projekt, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform A. Ebert	(VICOM-Projekt, Prof. Hagen)
Dipl.-Math. S. Heinz	(bis 01.10.96, Transcat-Projekt Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. M. Münchhofen	(Pilotprojekt VIPER, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. H. Müller	(VICOM-Projekt, Prof. Hagen)
Dipl.-Math. A. Nawotki	(Hella-Projekt, Profl Hagen)
Dipl.-Inform Ch. Nuber	(Aerospace-Projekt, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform H.-Chr. Rodrian	(Anthropoid-Projekt, Prof. Hagen)
Dr.-Ing. H. Augustin	(Industrie/MWVLW, Prof. Warnecke)
Dipl.-Wirtsch.-Ing. C. Barth	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. K. Dobberkau	(Industrie/MWVLW, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. R. Dollmeier	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. M. Düll	(DBU, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. K. Eichgrün	(BMBF, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. H. Förster	(Industrie/MWVLW, Prof. Warnecke)
Dipl.-Wirtsch.-Ing. S. Geelhaar	(MWVLW, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. A. Gissler	(Industrie/MWVLW, Prof. Warnecke)
Dipl.-Wirtsch.-Ing. F. Hallfell	(Industrie/MWVLW, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. F. Hiller / Dipl.-Ing. H.-J. Fetzer	(ZRI-Projekt, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. R. Kluge	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. S. Peles	(Gillet Stiftung, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. H. Puhl	(MWVLW, Prof. Warnecke)
Dr.-Ing. C. Rauch	(C1, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. N. Sepet	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. G. Stammwitz	(DFG, Prof. Warnecke)

Dipl.-Wirtsch.-Ing. P. Schülke	(Industrie/MWVLW, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. F. Zeihsel	(Industrie/MWVLW, Prof. Warnecke
Dipl.-Ing. U. Zitt	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. R. Eissler	(CCK-Porjekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. L. Krauss	(CCK-Porjekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. M. Romberg	(CCK-Porjekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. C. Schroeder	(CCK-Porjekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. M. Wahl	(Innovationsprojekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. H. Eich	(DFG-Projekt, Prof. Zühlke)

Nichtwissenschaftliche Mitarbeiter

Lothar Gauß
Steffen Reithermann

Schwerpunktverwaltung

Marianne Stumpf

Sekretariat

Manuela Burkart (beurlaubt)

3. Haushaltsmittel

3.1 Eingeworbene Mittel

Die einzelnen Projekte des ZRI und ihre Einwerbungen sind ausführlich in Abschnitt 4 beschrieben. Hier wird nachfolgend nur überblicksartig eine summarische Zusammenstellung gegeben:

Arbeitsgruppe	**Förderung durch**	**eingeworbene TDM**
CAD und Algorithmische Geometrie BRUNNETT	DFG, Innovation	255
Rechneranwendung in der Konstruktion DANKWORT	EU, MBW, VDA, Innovation	1.429
Datenverwaltungssysteme HÄRDER	Innovation, Keiper Recaro, Daimler-Benz	450
Computer Grafik HAGEN	Hella, Keiper, Sparkassenverbund, DFG, Innovation, EU, TecMath, Imago, DASA, Transcat	1.643
Robotik u. Prozeßrechentechnik v. PUTTKAMMER	Innovation, TecMath, Stiftung Rhl.-Pfalz f. Innov.	320
Fertigungstechnik und Betriebsorganisation WARNECKE	BMBF, Innovation, DFG, Industrie, Bundesumweltstiftung	2.181
Produktionsautomatisierung ZÜHLKE	Innovation, DFG CCK, KUKA	740

Summe der 1996 eingeworbenen Drittmittel: TDM 7018

==========

3.2 Verwendung der Landesmittel

Allgemeine Haushaltsmittel

Nach Abzug der Gemeinkostenumlage für die Universität standen dem ZRI 1997 insgesamt DM 171.000.--- an Sach- und Investitionsmitteln sowie an Mitteln für wissenschaftliche Hilfskräfte zur Verfügung. Hiervon mußten DM 82.000.- als Eigenanteil für den HBFG-Antrag bereitgestellt werden. Die Restmittel wurden dann so verwendet:

- Aufteilung an die Projekte DM 89.000.--

nach Anzahl der eingeworbenen Mitarbeiter

- allgemeine Verwaltung (Druckkosten u. a.) DM -

Die an die Projekte verteilten Mittel wurden als Sachmittel (Beschaffung von Rechnerkomponenten, Software, Verbrauchsmaterial, Kleinaufträge u. a.), für Reisen zu Kongressen und Seminaren sowie als Mittel für wissenschaftliche Hilfskräfte eingesetzt, wobei die Aufteilung dieser Mittel sich nach den ZRI-Projekten und insbesondere nach der Anzahl der dafür eingeworbenen Mitarbeiter richtete. In den ZRI-Projekten waren 60 anzurechnende Mitarbeiter beschäftigt.

Personalmittel

Dem ZRI wurde 1997 keine Mitarbeiterstellen zugewiesen.

3.3 Beantragte Landesmittel für 1997

Um eine weitere Verbesserung der Kooperationen zwischen den Mitgliedern des Forschungsschwerpunktes zu erzielen, wurden folgende Verbundprojekte definiert:

Verbundprojekt: **3D-Visualisierungssyteme**

Visualisierung transformiert (üblicherweise über einen geometrischen Zwischenschritt) symbolische in bildliche Information. Sie erlaubt es Anwendern, datenerzeugende Prozesse (Messungen und Berechungen) besser zu beobachten, zu steuern, zu dokumentieren und zu verbreiten. Die Visualisierung von Daten und Prozessen, deren Informationsgehalt aufgrund ihres Umfanges und ihrer Unstrukturiertheit nicht unmittelbar erkennbar ist, erleichtert deren Interpretation.

Im Rahmen unserer ZRI-Forschungskooperationen wird der Qualitätsanalyse-Aspekt der Visualisierung eines der Hauptforschungsgebiete sein, was eine "Machbarkeitsanalyse" neuer Methoden miteinschließt. Dies wird zu einer Qualitäts- und Effizienzsteigerung bei der Produktentwicklung führen. Im einzelnen sind Projekte auf folgenden Gebieten geplant und vorbereitet:

- Virtual Reality

- NC Fräsen

- verteilte Visualisierung

Verbundprojekt: **Architektur Technische Informationssysteme**

Um die Komplexität künftiger Softwaresysteme beherrschen und bestehende SW-Lösungen leichter integrieren zu können, ist momentan die Entwicklung komponentenbasierter Systemarchitekturen von großer Wichtigkeit. Die Vorteile dieser Architekturen liegen vor allem in der vereinfachten Systemwartung, in der durch die Komponentenbildung erzielbaren Isolation von Abhängigkeiten und Fehlerbegrenzung sowie in der verbesserten Wiederverwendbarkeit von SW-Komponenten. Andererseits werden Zusammenarbeit und Datenaustausch (Interoperabilität) oder gar Systemintegration durch die vorherrschende Heterogenität der SW-Komponenten und ihrer Ablaufumgebung wesentlich schwieriger. Standards für die Kommunikation und die Datenhaltung sind eine Voraussetzung für solche heterogenen Komponentensysteme. In technischen Informationssystemen (CAx-Systeme), wie sie z. B. in der Autoindustrie eingesetzt werden, beginnen sich CORBA als Standard für Zugriffs- und Kommunikationsprotokolle sowie STEP/EXPRESS als Standard für die Datenhaltung und den Austausch von Produktdaten durchzusetzen.

In diesem Projekt sollen Ansätze komponentenbasierter CAx-Systemarchitekturen untersucht werden, die hinsichtlich der Datenzugriffe Durchgängigkeit erzielen, d. h. für alle Entwicklungsschritte in der Bearbeitung technischer Objekte (Prozeßkette), z.B. bei Entwurf, Oberflächengestaltung, FEM-Simulation usw. eines technischen Objektes (Auto), eine gleichförmige Unterstützung bieten. Wichtige Fragen sind dabei die Harmonisierung der Zugriffsfunktionen für die beteiligten Komponenten und die Bereitstellung von homogenisierten Sichten auf heterogene Datenbestände. Hierbei kommt dem Zusammenspiel von CORBA und STEP eine zentrale Rolle zu, um Korrektheits-, Konsistenz- und Leistungsprobleme lösen zu können. Zur Bewertung von Lösungsvorschlägen sollen prototypisch Teilsysteme realisiert werden, die eine Untersuchung der Eigenschaften spezieller Komponentenarchitekturen gestatten und insbesondere eine Beurteilung der Abbildungsgenauigkeit (Vollständigkeit, Korrektheit u. a.) und des Leistungsverhaltens zulassen.

Verbundprojekt: **Telecooperation**

Bediensysteme: Mensch-Maschine -Interface für Technische Systeme

Neben Ein - Ausgabegeräten ist hier die Benutzerführung von Interesse.

o Vermitteln eines mentalen Modells des technischen Prozesses

- Zerlegung in große Komponenten
- Kommunikationssysteme zwischen den Komponenten
- Flüsse (Material, Energie, Information) zwischen den Teilen

o Realisierung von Schutzfunktionen bei Eingaben

- Anzeigen der möglichen Optionen
- Anzeige der Konsequenzen von Schalthandlungen durch mitlaufende Simulation Planung im Voraus möglich

o Fördern des Systemverständnisses

- einstellbare Hilfefunktionen (Grad der Geschwätzigkeit des Systems)
- Anpassung des Systems an den Benutzer und die Prozeßsituation; dem Benutzer wird nicht mehr Information gezeigt als er z. Zt. braucht
- dem Bediener wird mit umfangreicher Visualisierung der Prozeß verdeutlicht, wenn

das für das Verständnis nötig ist

o Unterstützung bei der Programmierung

- durch problemangepaßte Tools und geeignete Sprachen.

Telepräsenz: Dem Bediener wird der Eindruck vermittelt, er sei "vor Ort", obwohl er weit weg ist

Der Bediener ist Teil einer Rückkopplungsschleife (man in the loop)

o Einwirken auf den Prozeß

- Steuern durch Gesten (Datenhandschuh)
- Steuern mit mehrdimensionalen Eingabegeräten (Spacemaus, Miniaturmanipulator)
- Steuern des Endeffektors und nicht vieler Achsen einzeln (Gehmaschine)

o Verdeutlichen des Prozesses

- Visualisierung der Scene
  * Kameras vor Ort und HMD (head mounted display) am Bediener
  * Nachbildung des Orts des Geschehens durch virtuelle Realitat zur Vermeidung des Schlüssellocheffekts durch Kameras
- Kraftrückkopplung auf das Eingabegerät (z. B. Vibrationsanzeige) zur Anzeige des Eingriffs von Werkzeug am Werkstück

o Ergonomische Fragen - 8 Stunden mit Datenhelm arbeiten ??

Teleoperation : mehrere arbeiten am gleichen weit entfernten System

Verbundprojekt: **Bediensysteme**

Die Komplexität heutiger Maschinen und Anlagen findet sich insbesondere auch in den Bediensystemen wieder. Durch die vermehrte Anwendung internationaler Standards, die häufig aus dem PC-Bereich stammen, können zum einen kostengünstige Steuerungen aufgebaut werden, zum anderen lassen sich gerade im Bereich der Visualisierung Lösungen realisieren, die ausgiebigen Gebrauch von graphischen Darstellungen und Metaphern sowie dazugehörigen interaktiven Manipulationstechniken machen. Durch die ständig steigende Prozessorleistung, auch in Maschinensteuerungen, begünstigt, zeichnet sich in jüngster Zeit ein Trend weg von der reinen 2D-Visualisierung hin zu 3D- oder 2,5D-Techniken ab. Im einfachsten Fall werden Bedienelemente wie Buttons oder Slider durch 3D-Effekte angereichert. Es gibt allerdings auch schon Ansätze zu einer quasi 3D-Anlagendarstellung in der Prozeßkontrolle. Erfahrungsgemäß werden die Entwickler sehr schnell auf diese neuen Möglichkeiten und Trends einschwenken, ohne daß sie über das notwendige Detailwissen verfügen, welchen Einfluß 3D-Effekte auf die Erkennbarkeit durch den Menschen haben.

In dem vorgesehenen Kooperationsprojekt wollen die Projektbeteiligten ermitteln, welche Anforderungen an eine 3D-Visualisierung im Steuerungsbereich zu stellen sind, damit die menschliche Informationsaufnahme und -verarbeitung möglichst optimal unterstützt wird.

Die Projektpartner bringen folgende Erfahrungen ein:

pak / Prof. Zühlke

Langjährige Erfahrung im Bereich der Gestaltung von Maschinenbediensystemen und Fachwissen im Bereich der Informationsergonomie und Kognitionspsychologie

fbk / Prof. Warnecke

Langjährige Erfahrung im Bereich der Schleiftechnologie für komplexe Werkstückgeometrien, (z. B. ein 12-achsiger Werkzeugschleifprozeß läßt sich nicht mehr in 2D-visualisieren, das fbk liefert das Prozeß-Know-How)

--- / Prof. v. Puttkamer

Langjährige Erfahrung im Bereich der Robotik und damit auch Bedienung/Programmierung von Robotern

--- / Prof. Hagen

Langjährige Erfahrung im Bereich der 3D-Visualisierung, speziell auch Virtual Reality

Beantragte Landesmittel für 1998

Die auf den nachfolgenden Seiten aufgeführten Projekte benötigen auch für 1998 eine Ergänzungsausstattung, die die Einwerbung von Drittmitteln und neuen Projekten erleichtert. Dies betrifft vor allem die DV-Ausstattung (Workstations, PCs, Zubehör, Meßtechnik-Komponenten u.a.), die Projektunterstützung durch studentische Hilfskräfte sowie die Unterstützung der Projektmitarbeiter durch Spezialliteratur und bei Kongreßreisen zur Präsentation ihrer Forschungsergebnisse. Das ZRI beantragt deshalb für 1998 Mittel im folgenden Umfang

Projekte von Prof. Brunnett

<u>Personalkosten:</u>

eine studentische Hilfskraft (18 Std/Woche)	16.500,- DM

<u>Sachmittel:</u>

Gerätekosten:

eine SGI O2-Workstation mit R10000SC-Prozessor	33.500,- DM

<u>Software:</u>

Entwicklungsumgebung „CAS.CADE”	20.000,- DM

<u>sonstige Kosten:</u>

- Reisemittel	10.000,- DM

Summe:	**80.000,- DM**

Projekte von Prof. Dankwort

6 wissenschaftliche Hilfskräft	45.000,- DM
2 SUN Sparcstations	62.000,- DM
1 Farbdrucker	15.000,- DM
spezielle Software	5.000,- DM
Summe	**127.000,- DM**

Projekte von Prof. Härder

1 Workstation vom Typ SUN-SPARC inkl. Externspeicher zur Verbesserung der Infrastruktur	18.000,- DM
Middleware-System (Software) für DB-Anwendungen in heterogenen Client/Server-Umgebungen	12.000,- DM
Zwei wissenschaftliche Hilfskräfte zur Unterstützung der Programmierarbeiten a 19 Std/Woche	40.000,- DM
Reisemittel	10.000,- DM
Summe	**80.000,- DM**

Projekte von Prof. Hagen

2 Workstations SGI-02 incl. Externspeicher	60.000,- DM
2 Multimedia-PCs	20.000,- DM
Softwarelizenzen (Textverarbeitung, Graphik, Multimedia)	10.000,- DM
Backup-HW und Zubehör	10.000,- DM

2 wissenschaftliche Hilfskräfte a 19h/Woche	40.000,- DM
Reisemittel	10.000,- DM
Summe	**150.000,- DM**

Prokekte von Prof. von Puttkamer

Silicon Graphics Workstation mit Software	35.000,- DM
Laserdrucker	10.000,- DM
Reisemittel	15.000,- DM
Studentische Hilfsmittel	20.000,- DM
Summe	**80.000,- DM**

Projekte von Prof. Warnecke

6 wissenschaftliche Hilfskräft zur Unterstützung der Systemadministation	45.000,- DM
2 SUN Sparcstations	62.000,- DM
spezielle Software	50.000,- DM
Summe	**157.000,- DM**

Projekte von Prof. Zühlke

2 SUN Sarcstations	62.000,- DM
1 Farbdrucker	15.000,- DM
1 Meßplatz für Eingabegeräte	25.000,- DM
4 wisschenschaftliche Hilfkräft zur Systemadministration	30.000,- DM
Summe	**132.000,- DM**

4. Forschungsprojekte und -ergebnisse

Im folgenden werden die Forschungsprojekte und -ergebnisse der einzelnen Projektleiter und ihrer Arbeitsgruppen im Überblick beschrieben. Im Rahmen der einzelnen Projekte werden auch die eingeworbenen Drittmittel aufgelistet.

4.1 AG Rechneranwendung in der Konstruktion (RKK) (Prof. Dr. W. Dankwort)

Aktivitäten des RKK für das Zentrum für rechnergestützte Ingenieursysteme (ZRI)

(1) Verwendungsnachweis 1997

Die erhaltenen DM 10.000,- wurden für die Vorbereitung neuer Projekte verwendet.

Insgesamt wurden DM 10.105,37 aufgewendet. (Details siehe Anlage 1)

Weitere Eigenleistungen des Lehrstuhls waren zusätzlich notwendig.

(2) Vorbereitete Projekte

- ICAFE (Integration of CAD and FEA Workflow in a Component Based Environment)
  - Arbeitsfeld:Strukturelle Probleme der CAD-FEM-Kopplung. Mit Hilfe objektorientierter Komponenten-Software sollen neue Ansätze realisiert werden.
  - Esprit-Projekt
  - Laufzeit 24 Monate
  - 6 Partner / 4 Länder

- EU-Förderung:	Gesamtbudget:	1.992.000 ECU
		(3.784.800 DM)
	Anteil RKK:	480.000 ECU
		(912.000 DM)
- Labour:	Gesamt:	200 Mann-Monate
	Anteil RKK:	60 Mann-Monate

-TOPSHAPE (An Open Multidisciplinary Topology And Shape Design Tool For Mechanical Structures)

- Arbeitsfeld: Funktionelle Optimierung mechanischer Bauteile
- Brite-EuRam-Projekt (Antrag September 1997)
- Laufzeit 36 Monate
- 9 Partner / 6 Länder

- EU-Förderung:	Gesamtbudget	3.592.000 ECU (6.824.800 DM)
	Anteil RKK:	250.000 ECU (475.000 DM)
- Labour:	Gesamt:	383 Mann-Monate
	Anteil RKK:	42 Mann-Monate

- DMU-CAx Projekt
  - Partner: Audi, BMW, MB, Porsche, VW
  - Laufzeit 12 Monate

- Förderung:	Anteil RKK:	160.000 DM

- Weitere Akquisitionen
  - FEMEX Workshop
    - Esprit-Projekt
    - Laufzeit 24 Monate

Budget:	Anteile RKK:	150.000 ECU (285.000 DM)

- Technomatix (Kontakte)

- ANICA bei Porsche (Kontakte)
- Regiotec (Kontakte)
- ImageWare (Kontakte)

(3) Drittmittel des Lehrstuhls in laufenden Projekten 1997

- FIORES (siehe Anlage2)		298.783 ECU
		(567.686 DM)
- ANICA (siehe Anlage 3)	Stiftungsgelder	359.150 DM
	Industrieleistungen	448.937 DM
	Summe ANICA	808.087 DM

- sonstige vertraglich gesicherte Drittmittel 1997

- CAx-Arbeitskreis (Automobilindustrie)	32.500 DM
- Roger Andersson, UDK	7.000 DM
- CAE-Berechnung	4.500 DM
- Tecmath-Projekt	5.000 DM
- Hardware (Spende in Form eines Meßtaster) (Fa. Renishaw)	5.000 DM
Summe sonstige Drittmittel	54.000 DM

Summe der Drittmittel des Lehrstuhls in laufenden Projekten 1997

FIORES	567.686 DM
ANICA	808.087 DM
vertraglich	54.000 DM
Summe der Drittmittel 1997	1.429.773 DM

Drittmittel für RKK

Brite-EuRam-Projekt N° BE96-3579 (1.1.1997-31.12.1999)

FIORES

(Formalization and Integration of an Optimized Reverse Engineering Styling Workflow)

Budget

- EU-Förderung für RKK über gesamte Projektdauer	896.344 ECU	1.703.054 DM
- Anteilig für 1997	298.782 ECU	576.686 DM

Labour

- Mann-Monate über gesamte Projektdauer	113 MM
- Anteilig für 1997	38 MM

Drittmittelgestützte Mitarbeiterverträge

- Blaurock, Jörg
- Dageförde, Klaus
- Driedger-Marschall, Barbi
- Gandyra, Michael
- Pfleger, Tobias
- Podehl, Gerd

- Wissenschaftliche Hilfskräfte	38 h / Woche

* Wissenschaftliche Hilfskräfte 38 h / Woche

Drittmittelgestützte HiWi-Verträge

- Becker, Björn
- Faißt, Karl-Gerhard
- Kissel, Rolf

- Sattler, Matthias

Drittmittel für RKK

Projekt ANICA

(Analysis of Interfaces of Various CAD/CAM Systems)

Budget

- Förderung durch die Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation

über gesamte Projektdauer	999.200 DM
Anteilig für 1997	359.150 DM

- Industrieleistungen (der Projektpartner)

über gesamte Projektdauer	1.249.000 DM
Anteilig für 1997	448.937 DM

- Drittmittelgestützte Mitarbeiterverträge:
    - Arnold, Florian
    - Iselborn, Bernhard
    - Janocha, Andrzej
    - Kilb, Thomas
    - Swienczek, Bernd

- Drittmittelgestützte HiWi-Verträge:
    - Mehrabani, Temur
    - Bender, Maik

4.2 AG CAD und Algorithmische Geometrie (Prof. Dr. G. Brunnett)

Die zugewiesenen Mittel wurden im Berichtszeitraum zur Unterstützung eines laufenden Projektes zum Thema „Reverse Engineering“ und zur Vorbereitung eines neuen Projektes zum Thema „Entwicklung und Integration von CAX-Techniken zur Individualfertigung von Schuhen“ eingesetzt.

Die Aufgabe des Rekonstruktionsprojektes läßt sich wie folgt beschreiben:
Gegeben ist eine große Menge unstrukturierter, fehlerbehafteter Punkte, die von einem physikalischen Modell abgetastet wurden. Gesucht ist eine für CAD-Systeme verständliche Repräsentation des Objektes.

Zur Lösung wird das Problem in folgende Teilschritte zerlegt:
1. Datenaufbereitung:
Strukturierung der Daten durch Erzeugen einer Oberflächentriangulierung und Schätzen von Zusatzinformationen, wie z. B. Normalen und Krümmungen in den Datenpunkten.
2. Datenanalyse:
Reduktion und Segmentierung der Daten (Erkennen von Kanten, Patchgrenzen, ...).
3. Modellierung:
Erzeugung einer CAD-Beschreibung.

Die Arbeiten im Berichtsjahr konzentrierten sich auf den ersten Teilschritt. Dabei wurden, ausgehend von einer Delaunay-Tetraedrisierung der Datenpunkte, zwei neue Ansätze verfolgt:
1. Sequentielles Entfernen von Tetraedern auf den Außenflächen der Tetraedrisierung, bis alle Punkte an der Oberfläche liegen.
2. Erkennen von Zusammenhangskomponenten im dualen Graphen und Bestimmung der, das Innere des Objektes approximierenden Polyeder und des unbeschränkten äußeren Polyeders.

Das geplante Forschungsprojekt zum Thema Individualfertigung basiert auf der Arbeit einer Gruppe von sieben Projektpartnern aus Industrie und Forschung im Rahmen der Initiative InfoCom des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau in Rheinland-Pfalz an einer Studie zum Thema industrieller Maßschuhproduktion.
Das Ziel dieser Studie war die Erarbeitung eines Konzeptes zur Umsetzung der Individualproduktidee für die Schuhindustrie mit der Absicht, neue Wege und Chancen zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur aufzuzeigen.
Das geplante Projekt basiert auf den im Rahmen dieser Studie gewonnenen Erkenntnissen hinsichtlich der Notwendigkeiten einer Unterstützung der Individualschuhproduktion durch moderne CAX-Techniken. Ein erster Antragsentwurf wurde mit Vertretern des Wirtschaftsministeriums Rheinland-Pfalz diskutiert und wird gegenwärtig überarbeitet.

4.3 AG Datenbanken und Informationssysteme (DBIS) (Prof. Dr. T. Härder)

Das Projekt "Rechnergestütztes Informationssystem für Technische Anwendungen" mit Keiper Recaro wurde 1997 von der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation mit ca. 142 TDM gefördert. Mit dem Fraunhofer-Institut (IESE) wurde das Projekt zum Thema "Warenwirtschaftssysteme" (Workflow-Management, Data Warehousing und Objektorientierte Entwicklung datenintensiver Anwendungen) fortgesetzt (ca. 150 TDM). Zu den Themen "STEP und SDAI" sowie "DB-Zugriff übers Web" arbeiteten wir mit der Fa. Daimler-Benz zusammen (ca. 80 TDM).

Das Projekt DOCAIA (Support for Design and Development of Computer Applications in Industrial Automation) wurde im Rahmen eines deutsch-brasilianischen Kooperationsabkommens bis 1999 verlängert. Wir bearbeiten dort die Themen "Entwurf von Wissensbankverwaltungssystemen" und "Kooperation beim CAD" zusammen mit Projektpartnern der Universität UFRGS in Porto Alegre und München (ca. 60 TDM).

Es fanden mehrere Treffen zur Vorbereitung eines Projektes mit SAP statt. Zur Konkretisierung eines weiteren Projektes über objekt-relationale Datenbanksysteme und Componentware wurden der Arbeitsgruppenleiter und drei stud. Mitarbeiter jeweils für mehrere Monate an das IBM Almaden Research Center nach San Jose, Calif., eingeladen (Unterstützung durch DFG u.a ca. 18 TDM). Das Forschungsprojekt über "DB-Archivierung" zusammen mit der Fa. IBM wurde im Berichtszeitraum abgeschlossen.

1997 wurden den genannten Teilprojekten Schwerpunktmittel von insgesamt 20.000 TDM zur Verstärkung der eingeworbenen Drittmittel zur Verfügung gestellt. Diese Mittel wurden zur Finanzierung von wiss. Hilfskräften, Dienstreisen u. a. eingesetzt.

RITA - ein rechnergestütztes Informationssystem für technische Anwendungen

In einem Kooperationsprojekt zwischen der Abteilung Zentralversuch der Keiper Recaro GmbH & Co und der Arbeitsgruppe Datenverwaltungssysteme werden für Datenbankmodellierung, Ablaufkontrolle und Realisierungsprobleme eines rechnerbasierten Informationssystems für technische Anwendungen (RITA) Lösungskonzepte entwickelt und bewertet.

Ausgangspunkt für das Kooperationsprojekt war die Beobachtung, daß das im Betrieb vorhandene Wissen nicht zentral verwaltet und somit nicht für alle Entscheidungsträger gleichermaßen zugänglich ist. Daten und Erfahrungen früherer Versuche sind zur Zeit entweder in Akten abgelegt oder diese Informationen sind an Personen gebunden. Der wesentliche Nachteil dieser Form der Datenhaltung ist, daß tatsächlich vorhandenes Wissen bei der Vorbereitung und Durchführung von Projekten entweder gar nicht oder nur lückenhaft Berücksichtigung findet. Dies führt zu längeren Entwicklungszeiten, teuren Planungsfehlern und somit insgesamt zu erhöhten Kosten.

Ziel des Projekts ist die prototypische Erstellung eines rechnerbasierten Informationssystems für technische Anwendungen (RITA) zur Unterstützung der Arbeitsabläufe in zunächst einem der Arbeitsbereiche von Keiper Recaro, der Abteilung Zentralversuch. Primäre Aufgabe des Informationssystems soll es sein, Daten und Erfahrungen früherer Versuche zu verwalten und in geeigneter Form bereitzustellen, um so die genaue und umfassende Vorbereitung von Projekten optimal zu unterstützen. Außerdem soll das System laufend relevante Informationen neuer Projekte in das bereits vorhandene Wissen integrieren. Durch die Einrichtung eines solchen Informationssystems soll ein umfassender Informationsaustausch zwischen den an den Versuchen beteiligten Fachleuten ermöglicht werden, wodurch Entwicklungszeiten verkürzt, die Zielerreichung sicherer und Entwicklungsaufwand reduziert werden sollen. Eine wichtige Zielsetzung bei der Entwicklung von RITA ist die nahtlose Integration des Systems in bereits bestehende Arbeits- und Entscheidungsabläufe. RITA soll die Experten bei der Entscheidungsfindung unterstützen, es soll jedoch nicht den Experten ersetzen.

Die Datenbankmodellierung soll sich vor allem auf objektorientierte oder objekt-relationale Ansätze abstützen. Daneben ist die Steuerung und Überwachung der Arbeitsabläufe im Rahmen der Entwurfsprojekte von besonderer Bedeutung. Dazu sind insbesondere Workflow-Konzepte für sehr lange Entwurfsabläufe zu untersuchen. Sie sollen sowohl geregelte als auch freie Arbeitsabläufe steuern und bzgl. ihrer Konsistenz überwachen. Bei der Suche nach geeigneten Realisierungskonzepten für ein solches System spielen DB-orientierte Client/Server-Modelle, die erweiterte Transaktionskonzepte umfassen, eine wichtige Rolle.

Objekt-relationale Modellierung

Relationale Datenmodelle besitzen nur einfache Datentypen, die in vielen praktischen Fällen eine umständliche und ineffiziente Modellierung erzwingen. Die zugehörigen Sprachen sind deskriptiv und mengenorientiert; sie erlauben, basierend auf den einfachen Datentypen, ein hohes Maß an Nutzung von paralleler Anfrageauswertung. Objektorientierte Datenmodelle dagegen besitzen einen reichhaltigen Vorrat an Datentypen und Strukturierungskonzepten, mit denen neben benutzerdefinierten Beziehungen und Generalisierungs-/Spezialisierungshierarchien (als systemkontrollierte Beziehungen) aufgebaut werden können. Die zugehörigen DB-Sprachen sind typischerweise prozedural und satzorientiert; nur in Ausnahmefällen werden mengenorientierte Anfragesprachen (wie z.B. OQL) zur Verfügung gestellt. Eine ausschließlich navigierende Verarbeitung ist aus der Sicht der relationalen DB-Technologie ein deutlicher Rückschritt, insbesondere weil weder Anfrageoptimierung noch Parallelisierung der Verarbeitung genutzt werden können. Andererseits sollten aber auch komplexe Datentypen verfügbar sein. Deshalb gibt es seit kurzem Vorschläge für sogenannte objekt-relationale Modelle und Systeme. Dabei werden immer mindestens vier fundamentale Erweiterungen des relationalen Modells gefordert: Relationen als gültige Datentypen; mengenwertige Attribute; Prozeduren, die an Relationen gebunden sind; Vererbungshierarchien für Relationen. Diese Erweiterungen werden durch UNISQL verkörpert. In anderen Vorschlägen werden als komplexe Typen mehr multimediale Datentypen wie Bild oder Sprache gefordert. Benutzerdefinierte Funktionen und Operatoren, wie sie auch für SQL-3 geplant sind, sollen die Handhabung dieser Datentypen in deskriptiven DB-Sprachen ermöglichen (z.B. in Illustra).

Durch praktische Untersuchungen soll das Potential objekt-relationaler Systeme genauer bestimmt werden. Insbesondere sind auch die Vorteile gegenüber relationalen oder objektorientierten Lösungen zu identifizieren. Dabei soll auch der Tradeoff von Modellierungsmächtigkeit und Leistungsverhalten solcher Systeme im Detail evaluiert werden.

Workflow-Management

Informationssysteme müssen zunehmend komplexe Abläufe unterstützen, die in heterogenen Systemumgebungen ausgeführt werden, verschiedenartige Dienste integrieren, die Kooperation mehrerer Benutzer erfordern und von langer Dauer sind (z. B. 10^7 sec und mehr). Zur Steuerung von Abläufen mit den skizzierten Eigenschaften werden sog. Workflow-Management-Systeme herangezogen. Eine der wesentlichsten Anforderungen an solche Systeme ist Fehlertoleranz, d. h. die automatische Behandlung bestimmter (vorhersehbarer) Fehlersituationen. Dies wiederum bedeutet, daß für Workflows angemessene transaktionale Eigenschaften beschrieben werden müssen und Komponenten zur Ausübung einer entsprechenden systemseitigen Kontrolle konzipiert werden müssen.

Da es sich bei Workflows um applikationsspezifische Prozesse handelt, ist nicht zu erwarten, daß ein allgemeines Fehlermodell, wie es im Falle konventioneller Transaktionen vorliegt, entwickelt werden kann. Daher müssen geeignete Basisdienste für eine applikationsspezifische Fehlerbehandlung bereitgestellt und dem Benutzer durch zugehörige Spezifikationsmöglichkeiten angeboten werden. Letztere sollten sich an dem Prinzip des „Programmierens im Großen“ orientieren, um auf natürliche und einfache Weise im Rahmen der Beschreibung von Workflow-Schemata benutzt werden zu können.

Insgesamt sind für technische Anwendungen insbesondere folgende Aspekte zu unterstützen:

- Flexible, deskriptive Spezifikation eines Ablaufs einschließlich Revisions- und Ausnahmebehandlungsmöglichkeiten
- Dauerhafte Speicherung des aktuellen Bearbeitungszustands sowie kontrollierte Aktivierung und Deaktivierung des Ablaufs
- Korrektheits- und Konsistenzkontrolle bei Operationen sowie Daten- und Kontrollflüssen
- Kooperative Arbeitsumgebung mit Nutzung gemeinsamer Daten
- Integration heterogener Systemkomponenten zur Ausführung elementarer Aktivitäten innerhalb von Workflows

Für alle Aspekte sind in konkreten Systemumgebungen die genauen Anforderungen zu identifizieren, Spezifikationsverfahren vorzuschlagen und Realisierungsmöglichkeiten zu untersuchen.

DB-basierte Client/Server-Architekturen

Rechnergestützte Informationssysteme müssen wegen der Vielfalt der Hardware- und Software-Komponenten als offenes System, das einen hohen Grad an Heterogenität aufweist, konzipiert werden. Auf allen Ebenen (Rechner-Hardware, Peripherie, Software-Komponenten u. a.) ist mit häufigen Änderungen und schnellem Wachstum zu rechnen. Außerdem sind bereits existierende Hardware-/Software-Komponenten in das System zu integrieren (Legacy-Problematik). Client/Server-Systeme gewährleisten zwar einerseits Kosteneffektivität bei den Hardware- und Software-Komponenten und Flexibilität, was die Anpassung des Systems an wachsenden Leistungsbedarf und veränderter Systemumgebung (Skalierbarkeit) angeht, sie verkörpern jedoch andererseits insbesondere durch die vielfältigen Kommunikationsbeziehungen, die die Heterogenität des Systems zu verbergen haben, eine hohe Systemkomplexität.

Das Client/Server-Modell erlaubt eine den Anwendungsanforderungen angepaßte, logische Aufteilung der Verarbeitung. Server erhalten Aufträge von Clients; dabei werden Funktionsaufrufe kontextfrei verarbeitet und nach Ergebnisrückgabe "vergessen". Im Rahmen von DB-Aufrufen und Transaktionskonzepten ist dieses abstrakte Client/Server-Modell jedoch viel zu einfach. DB-Server werden z. B. in einer Transaktion mehrfach aufgerufen und müssen ihren Kontext bewahren. Außerdem sind referenzierte Daten für die Transaktionsdauer stabil zu halten und ggf. Änderungen (bei Rollback) zurückzusetzen. Bei Verteilung und bei heterogenen DB-Servern werden noch weitere Abhängigkeiten eingeführt. DB-Nutzung, Transaktionskonzept und Heterogenität erzwingen also eine beträchtliche Erweiterung des Client/Server-Modells, die wiederum die Systemkomplexität erhöht.

Das herkömmliche Client/Server-Modell muß erweitert und an die Besonderheiten heterogener, technischer Informationssysteme angepaßt werden. Wie sieht die Client/Server-Architektur aus, die Workflows mit langfristigen Abläufen, reaktivem Verhalten, flexibler Ablaufspezifikation, "gruppendynamischer Kooperation", weitgehendem Transaktionsschutz u. a. unterstützt? Dazu sind insbesondere folgende Fragen zu untersuchen:

- Welche Aufteilung der Funktionalität ist auf die verschiedenen Kontroll-/Steuerungskomponenten wie WFM, TP-Monitor, Kommunikationsmechanismus (CORBA) u. a. anzustreben? Wie wird auch im Fehlerfall ein einheitliches Systemverhalten erzielt?
- Welcher Kommunikationsmechanismus wird in technischen Informationssystemen benötigt? Ist beispielsweise ein Mechanismus wie CORBA auch für mengenorientierte DB-Schnittstellen angemessen?
- Welche Erweiterungen des Transaktionskonzeptes sind erforderlich, um angemessenen Schutz (mit selektiven ACID-Eigenschaften) für verteilte und heterogene Aktivitäten bei langfristigen Abläufen zu garantieren?
- Wie läßt sich eine quantitative Systemmodellierung und Leistungsanalyse durchführen? Welches Leistungsverhalten ist zu erwarten?
- Wie wird eine Anbindung an existierende Hardware/Software erreicht? Dabei interessiert besonders die Anbindung an bestehende Software, z.B. CAD-Systeme oder andere, bereits im Einsatz befindliche Datenbanken.

Componentware

Interoperabilität heterogener Systemkomponenten

Softwaresysteme werden immer leistungsfähiger und komplexer. Die dabei entstehenden Probleme wie Pflege (maintenance), Wiederverwendung (reuse) sowie Integration und Interoperabilität von SW-Komponenten können allein durch objektorientierte Programmierung nicht bewältigt werden. Objektorientierte Programmierung kann auch die Entwicklungszeit für große Systeme nicht beliebig reduzieren.

Component Enabling Software (Componentware) könnte für die genannten Probleme eine richtige Antwort liefern. Das Konzept von "Component Enabling System" (Corba, OLE) definiert ein Basisobjektmodel, was die Interoperabilität und Integration von SW-Komponenten ermöglicht. Systeme können danach aus austauschbaren Komponenten, die ein beliebiger SW-Hersteller in einer beliebigen Programmiersprache vorgefertigt hat, zusammengebaut werden.

Solche SW-Komponenten lassen sich ortsverteilt und auf verschiedenen Plattformen (distributed objects) für betriebswirtschaftliche Problemlösungen (business objects, enterprise objects) installieren. Corba und OLE garantieren dabei ihre korrekte Zusammenarbeit untereinander und ihre nahtlose Integration in das gesamte System.

Mit dieser neuen Objekttechnologie lassen sich klassische Client/Server-Systeme von monolithischen 2-tier-Architekturen zu offenen 3-tier- oder gar n-tier-Architekturen restrukturieren. Folgende Systemaspekte werden dabei verbessert: Wiederverwendbarkeit von existierenden Komponenten, Skalierbarkeit und Erweiterbarkeit des Gesamtsystems, Integration mit Altsystemen, Austausch und isolierte Wartung von SW-Komponenten.

DB-Systeme werden eine entscheidende Rolle bei dieser neuen Objekttechnologie übernehmen. Der Einsatz von DB-Technologie bietet Services wie Transaction and Concurrency Service, Persistence Service and Workflow Management Service. In diesem Zusammenhang ergeben sich wichtige Fragen:

- In welchen Anwendungen findet die DB-Technologie ihren Einsatz und wie lassen sich ihre Services definieren und standardisieren?
- Wie kann die bestehende DB-Technologie besser und effektiver in die Komponentenwelt integriert werden? Im Gegensatz zu OODBS lassen sich RDBS und ORDBS nicht ohne weiteres nahtlos mit Corba und OLE verknüpfen.
- Wie können durch eineTiefenintegration Leistungsvorteile erzielt werden?

Die OOP-Technologie hat die Entwicklung von OODBS und seit kurzem ORDBS ausgelöst. Mit der neuen objekt-relationalen Technologie erwarten wir flexible Möglichkeiten der Anpassung an steigende Anwendungsanforderungen, wobei die Vorteile der mengenwertigen Verarbeitung einfacher Strukturen mit denen der objektorientierten Modelierung komplexer Zusammenhänge kombiniert werden sollten.

Persistente Nachrichten-Warteschlangen

In vielen Anwendungsbereichen sind Informationssysteme notwendig, die extrem zuverlässig und fehlertolerant sind, sprich 24h an 7 Tagen pro Woche eingesetzt werden können. Gleichzeitig muß der inhärent verteilten Struktur moderner Unternehmen, die durchaus auch weltweit operieren, und der Heterogenität einer über viele Jahre gewachsenen Infrastruktur Rechnung getragen werden. Moderne Informationssysteme setzen sich daher aus einer Vielzahl von kooperierenden Komponenten zusammen, die auch in einem weit verteilten und heterogenen Umfeld eine sichere Transaktionsverarbeitung ermöglichen müssen. Der Einsatz von TP-Monitoren hat sich in einem weitgehend homogenen Umfeld bereits bewährt. In der *Object Management Architecture* (OMA) der OMG sind Transaktionsdienste vorgesehen, die ähnliche Aufgaben in einem heterogenen Umfeld unter Verwendung der CORBA-Technologie erlauben.

Beide Technologien beruhen auf dem verteilten 2-Phasen-Commit-Protokoll, das die gleichzeitige Erreichbarkeit aller Beteiligten erfordert. Außerdem wird von allen Beteiligten gefordert, das ACID-Paradigma einzuhalten. Die Anwendbarkeit dieser Vorgehensweise reduziert sich daher auf Einsatzgebiete mit kurzen Transaktionen, hoher Verfügbarkeit der Komponenten und sehr zuverlässiger Kommunikation. All dies ist im Umfeld einer verteilten Verarbeitung, die Abteilungen eines ganzen Unternehmens überspannt und teilweise auf anderen Kontinenten stattfindet, nicht realistisch. In vielen Bereichen ist es zudem nicht notwendig alle Teilaufgaben synchron zu bearbeiten. Es reicht vielmehr, sicher zu stellen, daß eine delegierte Tätigkeit ausgeführt wird. Dies erreicht man durch eine asynchrone Verarbeitung, bei der man Aufträge und Ergebnisse über persistente Warteschlangen austauscht. Dann müssen zudem nicht alle Komponenten gleichzeitig aktiv und erreichbar sein, was insbesondere im Umfeld von Inter-/Intranet-Anwendungen ein wichtiger Faktor ist.

Unter dem Schlagwort „message-oriented middleware“ (MOM) werden daher zunehmend Basisdienste wichtiger, die es verteilten Systemkomponenten erlauben, zuverlässig über persistente Warteschlangen asynchron Daten auszutauschen. Das Schreiben von Nachrichten wird in die delegierende Transaktion integriert und ist somit nur erfolgreich, wenn auch die Transaktion erfolgreich ist. Entsprechend liest der Empfänger Nachrichten ebenfalls innerhalb der Transaktion, in der er sie verarbeitet. So lassen sich Ketten von abhängigen Transaktionen bilden, die zusammen die geforderte sichere Ausführung garantieren, ohne daß alle gleichzeitig an einer verteilten Transaktion teilnehmen müssen.

Auf dem Markt sind bereits eine Reihe von Produkten erhältlich, die teilweise auf existierenden DBS aufsetzen. Gegenüber anderen Systemen haben diese den Vorteil, höherwertige Dienste anbieten zu können, beispielsweise die Anfragemächtigkeit zur selektiven Auswahl von Nachrichten zu ermöglichen. Zum Teil basieren diese Systeme bereits auf objekt-relationaler Technologie. Nachteilig ist hier, daß persistente Nachrichten nur in einem homogenen Umfeld ausgetauscht werden können. Des weiteren werden die Möglichkeiten objekt-relationaler DBS, mit strukturierten Typen zu arbeiten, bisher kaum unterstützt. Ein weiteres Problem der hier existierenden Ansätze besteht in der geringen Parallelität. Es werden häufig zentrale Datenstrukturen manipuliert, weshalb die Isolationsmechanismen der DBS für einen Grad an Isolation sorgen, der im Einsatzgebiet von persistenten Warteschlangen aufgrund der Verwendungssemantik nicht notwendig ist.

In diesem Bereich sind Untersuchungen mit dem Ziel notwendig, MOM-Dienste zu schaffen, die einen leistungsfähigen Austausch von strukturierten Nachrichten in heterogenem Umfeld ermöglichen. Dazu analysiert die Arbeitsgruppe die Anforderungen an solche Dienste genauer und untersucht die Bereitstellung der geforderten Funktionalität im Umfeld verteilter Objektsysteme unter Einsatz von CORBA und Java sowie mit Hilfe der neuen, objekt-relationalen DB-Technologie.

Web-basierte Datenbankanwendungen

Seit 1994 ist die Zahl der Internet-Benutzer und auch die zugrundeliegende Netzinfrastruktur stark gewachsen. Waren es bis dahin überwiegend nur Hochschulen und Forschungseinrichtungen, so benutzen heute, ausgelöst durch die Entwicklung des WWW (World Wide Web) im Jahre 1991, ein Großteil der Unternehmen, Institutionen und Verwaltungen sowie viele Privathaushalte das Internet und seine Dienste. Mit dem Web-Browser steht ein einfach zu bedienendes, überall verfügbares, universales Anzeigewerkzeug zur Verfügung. Neben der Darstellung von HTML-Dateien (HyperText Markup Language) unterstützen die Browser meist auch die Ausführung von in Java oder JavaScript erstellten Programmen und ermöglichen so die Realisierung von Browser-gestützten Anwendungen, den sog. Web-Anwendungen. Sollen nicht nur statische Inhalte präsentiert oder z. B. eine Einbindung in bestehende Geschäftsanwendungen geschaffen werden, so ist die Integration von Datenbanksystemen notwendig, es entstehen Web-gestützte Datenbankanwendungen.

Neben den Fragen der generellen Eignung für bestimmte Anwendungsbereiche und dem Vergleich mit traditionellen Lösungen sind für das Themengebiet Web-basierte Datenbankanwendungen die folgenden, nicht unabhängigen Aspekte von Interesse:

- Protokolle: Welche Zugriffsschnittstellen und Kommunikationsprotokolle werden für den Datenbankzugriff aus dem Browser heraus eingesetzt? Welche Protokolle eignen sich für bestimmte Anwendungsgebiete oder Verarbeitungscharakteristika am besten?
- Sicherheit: Wie können die Anwendungen und Datenbanken vor unerwünschtem Zugriff geschützt werden? Wie kann benutzerabhängige Funktionalität realisiert werden?
- Architektur des Anwendungssystems: Wie sehen Architekturen für Web-basierte Anwendungen aus? Welche Architektur eignet sich für ein bestimmtes Anwendungsgebiet oder für eine vorhandene Infrastruktur am besten?
- Integration von Anwendungen: Wie kann eine Integration bestehender Anwendungen erreicht werden? Wie läßt sich Interoperabilität zu anderen Anwendungssystemen realisieren?

DB-Basisdienste für CAD-Frameworks

Beim rechnerunterstützten Entwurf wird die Entwurfsinformation oft durch isolierte Modelle verkörpert, die auf einzelne Entwurfswerkzeuge (Programme) hin zugeschnitten sind und damit einzelne Entwurfsschritte voneinander isolieren. Rechnergestützte Ingenieursysteme müssen jedoch ein wesentlich höheres Maß an Integration von Entwurfsinformation und Operationen (Werkzeugen) aufweisen. Der Schwerpunkt der methodenorientierten Forschung hat sich dabei auf die Modellierung komplexer Entwurfsobjekte sowie auf die Entwicklung integrierter Entwurfsumgebungen zu erstrecken. Als aussichtsreiches Integrationsvehikel bietet sich hierbei das Datenbankkonzept an; es erlaubt eine möglichst redundanzfreie Objektdarstellung sowie eine Zusammenfassung und systemkontrollierte Überwachung aller zugehörigen Integritätsbedingungen des Objektes - also die Idee einer einzigen Repräsentation des komplexen Objektes mit allen seinen Eigenschaften. Auf der Basis eines solchen Datenbankkonzeptes lassen sich dann integrierte Entwurfsumgebungen bzw. CAD-Frameworks aufbauen, wobei Durchgängigkeit von Methoden, Datenstrukturen und entwurfsbegleitenden Konsistenzanforderungen wesentliche Kennzeichen darstellen.

Die aus der Entwicklung eines vollständigen Umgebungsmodells für den VLSI-Entwurf gewonnenen Erfahrungen haben insbesondere geholfen, die DB-Basisdienste für CAD-Frameworks abzuleiten. Hierbei handelt es sich im wesentlichen um Handhabung der Entwurfsobjekte (Versionen), Verarbeitungsmodell und Anbindung von Entwurfswerkzeugen sowie die Unterstützung typischer Ablaufstrukturen (z.B. Hierarchisierung, Kooperation).

In den folgenden Abschnitten werden die oben genannten DB-Basisdienste näher erläutert.

Versionsverwaltung in NDBS

Die Handhabung und Organisation von komplex strukturierten Objekten und Objektversionen ist in vielen Anwendungsbereichen eine inhärente Aufgabenstellung. Sind in betriebswirtschaftlichen Anwendungen eher Zeitversionen von Bedeutung, so sind in den ingenieurwissenschaftlichen Bereichen Entwurfsversionen von primärem Interesse. Diese zeichnen sich durch eine hohe Vermaschung der zugrundeliegenden Entwurfsobjekte und eine Vielzahl von für die Entwurfsorganisation relevanten Bedeutungen der Versionen aus. Besondere Bedeutung kommt den Entwurfsversionen als vorläufige (und damit unvollständige) Lösungen von Entwurfsaufgaben in kooperativen Entwurfsumgebungen zu. Die Kooperation zwischen Entwerfern setzt den Austausch von Informationen über die jeweiligen Lösungen der Teilaufgaben (während des laufenden Entwurfs) voraus, da nur so eine gemeinsame Lösung der Gesamtaufgabe erarbeitet werden kann. Die vorläufigen Entwurfsversionen bilden hierzu ein geeignetes Mittel, da sie ja gerade den aktuellen Lösungsstand einer Teilaufgabe reflektieren. Versionsverwaltungen müssen damit zum einen geeignete Handhabungsoperationen für solche vorläufigen Versionen bereitstellen und zum anderen die einfache Integration von Mechanismen zur versionsgestützten Kooperation bzw. zur Kooperationskontrolle erlauben (siehe unten: 'CONCORD-Ansatz zur Ablaufmodellierung')

Es wurde ein entsprechendes Datenmodell, das Objekt-Versions-Datenmodell (OVM) entwickelt und in zwei prototypischen Implementierungen realisiert (jeweils als Zusatzebene auf dem NDBVS PRIMA bzw. dem objekt-orientierten DBVS ObjectStore; letztere Implementierung wird als 'VStore' bezeichnet). Dabei wurden wesentliche Erkenntnisse bzgl. der Abbildung von Versionsstrukturen auf objektorientierte bzw. objekt-relationale Strukturen gewonnen. Diese werden gegenwärtig genutzt (und weiterverfolgt), um Konzepte zur Bereitstellung von Versionierungs- und Konfigurierungsmechanismen an der Schnittstelle eines geeignet konzipierten objekt-relationalen Datenbanksystems bereitzustellen.

Verarbeitungsmodell für Entwurfsanwendungen

Aufgrund unterschiedlicher Anforderungsprofile sehen wir eine DBS-Strukturierung vor, durch die einem zentralen DB-Server mit den bekannten klassischen DBS-Eigenschaften wie Datenunabhängigkeit, Mehrbenutzerbetrieb, Datensicherheit usw. spezielle, workstation-lokale Datenhaltungskomponenten zugeordnet sind, die sich durch Eigenschaften wie Einbenutzerbetrieb, effiziente Datenanbindung und damit verbunden adäquate Zugriffsoperationen auszeichnen.

Es wurde ein hybrides Verarbeitungsmodell entwickelt, das workstation-seitig durch einen Objektpuffer hohe referentielle Lokalität und eine effiziente Datenanbindung an die verarbeitenden Programme erzielt. Bei Operationen, die keine Lokalität aufweisen, ist eine Verarbeitung direkt auf Server-Seite möglich.

Weiterhin wurde das Verarbeitungsmodell zur Verwendung des Versionskonzeptes von OVM erweitert. Es ermöglicht nun einer Anwendung, Datenobjekte eines versionierten Datenbestandes zu extrahieren und geeignet zu verarbeiten. Dabei bleibt der Anwendung die eigentliche Verwaltung der Versionen verborgen.

Dieses Verarbeitungskonzept wurde bereits (in vorangegangenen Arbeiten) für den VLSI-Anwendungsbereich evaluiert; sowohl für die MQL-Schnittstelle des PRIMA-Systems als auch für die OQL-Schnittstelle der auf PRIMA und VStore implementierten OVM-Zusatzebenen. Nachdem in neueren Arbeiten der Schwerpunkt auf der Realisierung weiterer (neuer) Konzepte, die sich auf eine Anpassung des Austauschgranulats an das Verarbeitungsgranulat (zwischen Server und Workstation) sowie auf eine Anpassung der Objektpufferstrukturen an das Zugriffsverhalten der jeweiligen Anwendung beziehen, gelegt wurde, soll in nachfolgenden Arbeiten über die Integrierbarkeit dieses Verarbeitungskonzeptes mit dem server-zentrierten Verarbeitungsmodell von objekt-relationalen Systemen nachgedacht werden. Dies erscheint erstrebenswert, da neuere Anwendungen sowohl Schritte, die sinnvollerweise durch eine workstation-seitige Verarbeitung unterstützt werden sollten, als auch Auswertungsvorgänge, die besser durch Delegation an der DB-Server vorgenommen werden sollten, beinhalten.

Der CONCORD-Ansatz zur Ablaufmodellierung

Der CONCORD-Ansatz ist ein Modellierungsansatz zur systemseitigen Erfassung der typischen Ablaufstrukturen in einem Entwurfsprozeß. CONCORD steht für "CONtrolling COopeRation in Design environments" und erhebt den Anspruch, die wesentlichen Entwurfsprinzipien, wie *hierarchische Dekomposition*, *Teamorientierung und Kooperation*, *zielorientiertes Vorgehen* sowie *schrittweise Verbesserung von vorläufigen Entwurfsdaten* umzusetzen. Dies wird durch die Bereitstellung verschiedener Typen von Ablaufeinheiten erreicht, die jeweils bestimmte Aspekte der genannten Entwurfsprinzipien reflektieren und sich so zu einem vollständigen Ablaufmodell für den Gesamtentwurfsprozeß ergänzen. Dabei werden drei natürliche Abstraktionsebenen unterschieden. Die unterste Ebene ermöglicht eine transaktionsgeschützte Abwicklung von Werkzeuganwendungen (Ableitung von Versionen). Die mittlere Ebene stellt Konzepte zum zielorientierten Einsatz von Werkzeugen und damit zum Designflow-Management bereit. Die oberste Ebene bietet Unterstützung für die Administration des Entwurfsprozesses und die anwendungsspezifische Kontrolle kooperativer Abläufe.

Mit diesem Modell wurde das Ziel der Entwicklung eines umfassenden Ablaufmodells für Entwurfsanwendungen erreicht. Nach weiterer Verfeinerung und Validierung des Modells wurde das CONCORD-System prototypisch auf der Basis der oben angesprochenen OVM-Implementierung (VStore) realisiert. Die wesentlichen Aufgaben der implementierten Aktivitätsmanager können wie folgt zusammengefaßt werden: Der Transaktionsmanager realisiert die Verwaltung langer Verarbeitungsschritte, insbesondere die Synchronisation dieser Schritte im Hinblick auf eine nebenläufige Manipulation von Versionen und die notwendige Fehlerbehandlung. Der Designflow-Manager assistiert dem Entwerfer und unterstützt ihn in der Einhaltung bestimmter Entwurfsmethodologien. Dazu kann der einem Entwurfs-(Teil)auftrag zugeordnete Designflow als partielle Ordnung von Entwurfswerkzeugaufrufen angesehen werden, wobei jedoch sowohl geregelte (vollständig vorplanbare) als auch ungeregelte (nicht vollständig vorplanbare) Abläufe unterstützt werden können. Der Kooperationsmanager überwacht die Einhaltung von Kooperationsmustern und ermöglicht somit einen kontrollierten Austausch vorläufiger Entwurfsdaten (Entwurfsversionen, siehe oben), der wiederum ein zielgerichtetes Aufeinanderabstimmen der Teilentwürfe verschiedener Entwerfer ermöglicht. Auch der Kooperationsmanager wurde so konzipiert, daß sowohl geregelte als auch ungeregelte kooperative Anwendungen unterstützt werden können.

In weiteren Arbeiten soll nun das CONCORD-Modell im Hinblick auf eine Nutzung im Rahmen der Softwareentwicklung untersucht werden. Hierbei steht insbesondere die Verträglichkeit der CONCORD-Mechanismen mit den im Bereich der Softwareentwicklung eingesetzten Vorgehensmodellen im Vordergrund. Weiterhin ist zu entscheiden, welche Basisdienste der in CONCORD realisierten Ablaufkontrolle in ein (objekt-relationales) DBVS integriert werden sollten und welche dieser Dienste einer übergeordneten Middleware-Komponente zuzurechnen sind.

Warenwirtschaftssysteme

Die Warenwirtschaft ist die Kernfunktion, die Handelsunternehmen im Markt ausüben. Daher bildet auch deren optimale Unterstützung die zentrale Anforderung bei der Entwicklung von betrieblichen Informationssystemen in Handelsunternehmen. Viele derartige Systeme sind inkrementell über eine lange Zeit hinweg entstanden und spiegeln somit sowohl die Entwicklungen in den Bereichen Hard- und Software aber auch die Unternehmensentwicklung wieder. Vielfach sind die eingesetzten Systeme aus heutiger Sicht sehr stark einschränkend, so daß in vielen Unternehmen über Fragen des Reegineerings oder sogar der völligen Neuentwicklung nachgedacht wird.

In unserem Projekt, das in Zusammenarbeit mit der „Fraunhofer Einrichtung für experimentelles Software-Engineering" und der „Markant Südwest Software und Dienstleistung GmbH" durchgeführt wird, steht die Umsetzung von aktuellen Entwicklungstrends, vor allem durch die Nutzung objektorientierter Entwicklungsmethoden, im Vordergrund. Hierbei geht es insbesondere um eine effiziente Anbindung relationaler Datenbanken an objektorientierte Entwicklungsumgebungen, so daß den Entwicklern eine möglichst weitgehende "Objektsicht" geboten wird. Darüber hinaus wird die Frage untersucht, inwieweit der Workflow-Gedanke für derartige Systeme zukünftig relevant sein wird. Weiterhin beschäftigen wir uns mit der Frage, wie die Daten, die im Rahmen eines Handelsunternehmens anfallen, im Sinne eines Data Warehouse den entsprechenden Entscheidungsträgern zur Verfügung gestellt werden können.

Objektorientierte Software-Entwicklungsmethodiken für datenintensive Mehrbenutzeranwendungen

Von der Objektorientierung als Paradigma der Software-Entwicklung verspricht man sich vielfach eine höhere Produktivität der Entwickler/innen und eine verbesserte Wiederverwendung von Software-Komponenten. Über die Nutzung objektorientierter Programmiersprachen hinaus wird dabei auch die Verwendung einer objektorientierten Entwurfsmethodik propagiert. Die bekanntesten folgen Vorschlägen von Booch, Rumbaugh und Coad/Yourdan. Bisher fehlen aber noch Erfahrungen beim Einsatz dieser Entwicklungsmethoden für Anwendungssysteme, in denen eine (logisch) zentralisierte Haltung großer Datenmengen erforderlich ist.

Die Sicherstellung der Persistenz von Daten erfordert die Integration von Programmiersprachen und Datenbanktechnologie. Für eine leistungsfähige Integration müssen die beteiligten Teilsysteme optimal aufeinander abgestimmt werden. Zur systematischen Realisierung schlagen wir eine Entwurfsmethodik vor, die es erlaubt, Applikationsentwicklung und Entwicklung des Datenbankschemas weitgehend eigenständig zu behandeln und zu optimieren, und gleichzeitig die gegenseitigen Abhängigkeiten soweit zu berücksichtigen, daß die geforderte Gesamtleistung erreicht werden kann. Bekannte Entwurfmethoden werden dazu um weitere Entwicklungsphasen erweitert, in deren Mittelpunkt die persistente Datenhaltung und eine leistungsfähige Datenversorgung der Anwendung steht. Besonders um letzteres zu gewährleisten, müssen alle im Entwicklungsprozeß verfügbaren Informationen für eine optimale Anbindung von Applikationslogik und Datenbanksystem genutzt werden können. Dazu entwickeln wir ein passendes Architekturmodell.

Die beschriebene Vorgehensweise erfordert jedoch eine geeignete Werkzeugunterstützung, die heute noch nicht gegeben ist. Ein solches Werkzeug entsteht aus konkreter Projekterfahrung unter Berücksichtigung der verfeinerten Entwurfsmethodik und der von uns verfolgten Architektur.

Workflow-Management-Technologien

Unter dem Begriff Workflow-Management (WFM) versteht man gemeinhin die rechnergestützte Steuerung und Kontrolle von Vorgängen. Ein solcher Vorgang (Workflow, WF) kann sowohl ein Arbeitsablauf aus der Geschäftswelt (Geschäftsprozeß) als auch ein Software-Entwicklungsprozeß (Entwurfsprozeß) oder gar die Kooperation mehrerer Geschäftspartner sein.

Im Kooperationsprojekt „WWS2000“ wird ein neues Warenwirtschaftssystem entwickelt, das als informationstechnologische Integrationsplattform aller Unternehmensbereiche eines großen Handelshauses dienen soll. Durch den Einsatz geeigneter Kommunikations- und Informationssysteme sind die betrieblichen Abläufe dazu intelligent und flexibel zu automatisieren, um eine koordinierte, effiziente und nachvollziehbare Durchführung der Vorgänge zu gewährleisten. Hierfür sollen Workflow-Management-Systemen (WFMS) bzw. Workflow-basierte Anwendungssysteme eingesetzt werden. In diesen Systemen werden Kontroll- und Datenfluß explizit von den Prozeßschritten getrennt modelliert, so daß sie von speziellen Komponenten des Systems gesteuert und überwacht werden können. Die Modellierung der Abläufe muß dazu in einem Prozeßmodell erfolgen und umfaßt neben der Reihenfolge der Prozeßschritte auch Strategien, nach denen Aufgaben und Betriebsmittel auf Aktivitätsträger (Personen und Maschinen) verteilt werden. Das WFMS steuert die so modellierten Abläufe und sollte zudem in der Lage sein, die Einhaltung anwendungsspezifischer Regeln (business rules) zu überwachen. Aus dem Projekt „WWS2000“ ergeben sich daher folgende Forschungsschwerpunkte:

- Ein geeignetes Prozeßmodell ist zu entwickeln, das sich einfach handhaben läßt, da der Prozeßmodellierer nicht notwendigerweise ein EDV-Spezialist ist. Es sollte eine formale Grundlage haben, um bei kritischen Abläufen deren Korrektheit im Vorfeld überprüfen zu können. Zudem muß es flexibel sein, damit sowohl streng geregelte Workflows spezifiziert werden können als auch weniger vorplanbare, wie beispielsweise Kooperationen mit Geschäftspartnern. Für die Spezifikation von Workflows sind geeignete Werkzeuge notwendig, beispielsweise Editoren und Workflow-Bibliotheken.
- Für die Steuerung von Workflows ist eine Basiskomponente zu entwickeln. Diese muß den Fortschritt der Abläufe kontrollieren und die Einhaltung anwendungsspezifischer Regeln überwachen. Um Vorgänge später nachvollziehen zu können, ist der Fortschritt der Abläufe zu protokollieren. Außerdem sollte es möglich sein, laufende Vorgänge gezielt anzuhalten, abzuändern und weiterzubearbeiten.
- Die Interoperabilität mehrerer WFMS, also die Fähigkeit dieser Systeme mit anderen zusammenzuarbeiten, ist bisher kaum berücksichtigt worden. Es fehlt daher noch an

Prozeßmodellen, mit denen Kooperationsbeziehungen modelliert werden können, und an Systemunterstützung zur Abwicklung unternehmensübergreifender Vorgänge. Für die Kommunikation müssen vorhandene Standards auf ihre Eignung untersucht werden. Zusätzlich treten bei der Überbrückung von Unternehmensgrenzen Fragen der Sicherheit und der Integrität auf. Das System muß aufwendigere Geschäftsregeln verwalten und kontrollieren können als bei unternehmensinterner Verwendung.

- An WFMS sind hohe Anforderungen bezüglich Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit zu stellen, da es sich um eine sehr unternehmenskritische Software handelt. Sie müssen für Umgebungen geeignet sein, in denen mit einer großen Zahl von Vorgängen zu rechnen ist, welche sehr unterschiedliche Anforderungen haben und an denen eine Vielzahl von Personen und Maschinen beteiligt sind. Hierzu sind praktikable Fehlermodelle zu entwickeln. Geeignete Architekturansätze müssen zudem skalierbar sein, um auch zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden.

Data Warehouse

Im Rahmen der Abwicklung des tagtäglichen operativen Geschäfts einer Unternehmung entstehen Informationen, die eine erfolgreiche Führung des Unternehmens unterstützen können. So erlaubt z. B. eine Auswertung der Historie der Wareneingangsprüfung sehr genaue Vorgaben für die aktuelle Prüfung (welche Lieferanten sollen mit welcher Anzahl an Stichproben geprüft werden). In Systemen der Vergangenheit wurden diese Informationen allerdings in vielen Fällen entweder gar nicht oder in einer Form abgespeichert, die nur vorgeplanten Auswertungen zugänglich war. Die Zielvorgabe für ein “Data Warehouse” ist es hierbei, die im Unternehmen vorhandenen (und eventuell noch aufzubauende) Datenbestände dem Endbenutzer so bereitzustellen, daß dieser nicht nur *einen* vorgegebenen Blickwinkel (durch Programme realisiert) auf diese Daten einnehmen kann. Das bedeutet, daß sowohl der Datenbestand selbst als auch die benutzten Werkzeuge flexibel genug sein müssen, um *alle* anfallenden Fragestellungen zu beantworten.

Die Analogie zum Warenhaus ist also dahingehend zu interpretieren, daß der Anwender durch die “Datenangebote” geführt wird und die für ihn relevanten Informationen einfach “mitnehmen” kann. Neben bereits dargestellten verschiedenen Blickwinkeln ergibt sich innerhalb der Dimensionen auch noch die Notwendigkeit einer Hierarchisierung: Beispielsweise kann die Warengruppendimension auf artikelgenaue Informationen verfeinert oder aber auf Sortimentsbereiche vergröbert werden.

In der Regel können die operativen Systeme die gewünschte Symmetrie in der Analyse nicht bieten, so daß (auch wegen anderer Lastcharakteristiken) spezielle Data-Warehouse-Systeme aufzubauen sind. Die konkreten Fragestellungen in unserem Projekt beziehen sich auf die Erfassung und die geeignete Strukturierung der vorhandenen Daten (auch zur Validierung der Datenmodellierung im bestehenden System), Strategien für deren Extraktion aus den operativen Systemen und die Schaffung von angemessenen Zugängen für die Sachbearbeiter als die eigentlichen Benutzer im Unternehmen.

STEP und SDAI

DBS-Anwendungsprogrammierschnittstellen (DBS-APS)

Die mit dem vorgestellten Verarbeitungsmodell (s.o.) gewonnenen Erfahrungen haben den Wert seiner grundlegenden Prinzipien bestätigt, jedoch auch eine Reihe von Verbesserungsmöglichkeiten in Bezug auf Effizienz und Benutzerfreundlichkeit zu Tage gefördert. So genügt die gewählte Einbettung (eMQL bzw. eOQL) in eine prozedurale Programmiersprache oft nicht den Anforderungen im CAD-Bereich oder erschwert erheblich eine Anpassung an diese.

Es wurde eine neue Form der Sprachintegration entwickelt, die sowohl die Vorteile des Verarbeitungsmodells der gegenwärtigen Lösungen bietet, als auch deren Programmierschnittstellen entscheidend verbessert. Eine Schlüsselrolle hatten dabei die objektorientierten Konzepte, wie sie derzeit in gängigen Hochsprachen zu finden sind, da diese die beste Unterstützung für abstrakte Datentypen und für die Wiederverwendung von Code-Fragmenten bieten. Die Prototypimplementierungen erfolgten daher exemplarisch mit den Programmiersprachen C++ und Java.

Besonderes Augenmerk liegt auf der Entwicklung abstrakter Datentypen, deren Implementierungen vom Anwendungsprogrammierer gewählt werden können. Weiter werden die Möglichkeiten der Anpassung der externspeicherbasierten DB-Strukturen auf hauptspeicherbasierte Objektpufferstrukturen untersucht. Ein dritter wesentlicher Aspekt ist die Anwendungsprogramm-orientierte Einstellbarkeit des Datenaustauschs zwischen Client und Server, sowie der lokalen Datenhaltung nahe der Anwendung.

Die gewählte Lösung orientiert sich an einer Beschreibungssprache zur Integration von DB-Funktionalität in Wirtssprachen, für die ein Compiler entwickelt wird, der aus diesen Beschreibungen ausführbaren Code erzeugt. Somit verzichtet unser Ansatz auf das klassische Präprozessorkonzept und stellt stattdessen dem Anwendungsprogrammierer nach der optionalen Beschreibung der Integration die volle Funktionalität der Schnittstelle ausschließlich mit der Syntax der eingesetzten Programmiersprache zur Verfügung.

In diesem Rahmen wurden bekannte Einbettungsformen klassifiziert und auf einsetzbare Konzepte hin analysiert. Einige der existierenden DBS-APS wurden zudem detailliert über die Implementierung von Anwendungen (z.B. eine Stücklistenanwendung auf SDAI, der Zugriffsschnittstelle des Standards STEP, s.u.) und Benchmarks (OO7 auf ObjectStore, ONTOS, SDAI, UniSQL) untersucht.

Föderierte Datenbanksysteme im Umfeld von STEP

In fast allen Bereichen der Informationsverarbeitung werden heute Datenbestände heterogen verwaltet. Einerseits ist diese Entwicklung historisch bedingt, da bis vor wenigen Jahren aus Gründen mangelnder Skalierbarkeit für ausgewählte Bereiche Einzelsysteme, meistens basierend auf Mainframes, angeschafft wurden. Auf der anderen Seite werden heterogene Organisationsformen bei den Daten durch die Verwendung spezieller Datenmodelle oder Datenbanksysteme (DBS) für die jeweiligen Anwendungen verursacht. Dies hatte eine Vielzahl autonomer, separierter Systeme zur Folge. Um die dadurch entstandenen Probleme wie

Redundanz, globale Konsistenzerhaltung und fehlender gemeinsamer Zugriff zu beseitigen, wurde ein umfassendes Konzept für die Datenhaltung immer dringlicher.

Einen Lösungsansatz für diese Probleme stellen sogenannte Föderierte Datenbanksysteme (FDBS) dar, bei denen Daten über mehrere autonome und ggf. heterogene DBS verteilt sind und über eine gemeinsame globale Schnittstelle verfügbar gemacht werden. Dadurch lassen sich die Anforderungen nach Integration von DBS, insbesondere von Legacy-Systemen (veraltete DBS mit ihren Anwendungsprogrammen), in die Föderation erfüllen. Um die heterogen verwalteten Daten auf globaler Ebene homogen beschreiben und abfragen zu können, sollen Ergebnisse der STEP-Normierungsbemühungen, d.h. die Datendefinitionssprache EXPRESS sowie die Datenmanipulationssprache SDAI, ausgenutzt werden.

Die Ziele dieses Projektes sind zum einen Legacy-Systeme in die Föderation zu integrieren und damit deren Schemata durch geeignete Mapping-Mechanismen auf die globalen, durch STEP vorgegebenen Schemata abzubilden. Als weiteren Schwerpunkt soll Interoperabilität bei heterogenen DBS und deren effiziente Umsetzung gewährleistet werden.

Als ein erstes wichtiges Zwischenergebnis wurde die Sprache BRIITY entwickelt. Sie stellt Mechanismen bereit, um eine Abbilung zwischen unterschiedlich strukturierten Schemata des relationalen, des objektorientierten und des Entity-Relationship-Datenmodells definieren zu können. Zu dieser Abbildungssprache wurde ein Ausführungsmodell entworfen und realisiert, das Benutzeranfragen entsprechend einer definierten Schema-Abbildung in korrespondierende Datenbankanfragen übersetzt.

KRISYS - ein Prototyp zur Wissensbankverwaltung

Mehrbenutzer-WBVS

Wissensbankverwaltungssysteme (WBVS) zielen auf die effektive und effiziente Verwaltung von Wissensbasen (WB). Heutzutage haben die meisten wissensbasierten Systeme jedoch keine geeignete Unterstützung für die gemeinsame Nutzung einer WB durch verschiedene Anwendungen. In der Regel besitzt jeder Benutzer seine eigene Kopie der WB. Dies führt zu einer erheblichen Redundanz beim gespeicherten Wissen mit vielen weitreichenden Auswirkungen: Verschwendung von Speicherplatz, Konsistenzprobleme, Ineffizienz u.a. Daher müssen WBVS so konzipiert sein, daß sie sich in Mehrbenutzerumgebungen mit gemeinsamer Nutzung der WB einsetzen lassen. Dies ist sowohl aus Gründen der Effizienz als auch zur erfolgreichen Aufnahme dieser Systeme im Markt unerläßlich.

Um gleichzeitige Zugriffe auf WB zu erlauben, müssen WBVS die Eigenschaft besitzen, mehrere konkurrierende Transaktionen zu verarbeiten. In unserem Forschungsprojekt untersuchen wir alle Aspekte der Transaktionsverarbeitung in WBVS. In diesem Zusammenhang haben wir eine generische Architektur eines Mehrbenutzer-WBVS entwickelt, die ein Spektrum allgemeiner Transaktionsdienste anbietet. Desweiteren wurden alle Komponenten dieser Architektur realisiert.

- Der *Transaktionsverwalter* implementiert das geschachtelte Transaktionsmodell und unterstützt die Vererbung von Sperren sowohl nach oben als auch in kontrollierter Weise nach unten.

- Der *Sperrverwalter* implementiert das LARS-Sperrprotokoll (*Locks using Abstraction Relationships' Semantics*), welches verschiedene Sperrgranulate anbietet, deren Sperrmodi die Semantik der Abstraktionsbeziehungen ausnutzen.
- Der *Deadlock-Verwalter* repräsentiert *detection-arcs* in einem Wartegraph, die die Erkennung von *Deadlocks* enorm vereinfachen und beschleunigen.
- Die *Recovery-Komponente* WALORS (*WAL-based and Object-oriented Recovery Strategy*) benutzt eine *Log-Sequence-Number* pro Objekt der WB. Dadurch wird sowohl ein selektiver *Undo*- als auch ein selektiver *Redo*-Durchgang während des Systemwiederanlaufs ermöglicht.
- Der *Cache-Verwalter* verhindert *Cache*-Invalidierung durch sog. *Client*-Sperren und implementiert eine dynamisch verteilte, *Owner*-basierte Lösung.
- Der *WB-Graph-Verwalter* repräsentiert die Objekte als Knoten und die Abstraktionsbeziehungen als Kanten eines azyklischen gerichteten Graphen; er unterstützt die Aufgaben der restlichen Systemkomponenten.
- Der *Kommunikationsverwalter* bietet schließlich den anderen Systemkomponenten synchrone und asynchrone Kommunikationsmöglichkeiten an und gewährleistet einen sicheren, zuverlässigen Informationsaustausch.

4.4 AG Graphische Datenverarbeitung und Computergeometrie (Prof. Dr. H. Hagen)

Die Arbeitsgruppe "Graphische Datenverarbeitung und Computergeometrie" hat die zwei Hauptforschungsgebiete "Geometrisches Modellieren" und "Computer Graphik", insbesondere "Scientific Visualization".

Computer Aided Geometric Design ist aus dem Bedarf für Freiformgeometrie in der CAD/CAM-Technologie entstanden und hat sich in den letzten Jahren zu einem Forschungsschwerpunkt der Informatik mit direkten Anwendungen in den Ingenieurwissenschaften entwickelt. Schwerpunkte unserer Forschungsprojekte in diesem Rahmen sind die von uns entwickelten Variational Design Algorithmen und Qualitätsanalyseverfahren von Kurven und Flächen vor dem eigentlichen NC-Prozeß. Die Details sind in den Projektbeschreibungen dargestellt.

Unsere Forschungsaktivitäten auf dem Computergraphik-Gebiet konzentrieren sich sowohl auf die Visualisierung natürlicher Phänomene, wobei die Visualisierung medizinischer Daten und die interaktive Darstellung in Echtzeit im Vordergrund stehen, als auch auf die photorealistische Computeranimation in der Architektur und die Computersimulation von Bewegungsvorgängen.

Einen weiteren Schwerpunkt bilden die Visualisierungstechniken für Vektor-und Tensorfelder, wie sie bei Strömungsvisualisierungen auftreten.

Neuere Technologien und Kommunikationsmöglichkeiten führen zu einem immer größeren

Integrationsbedarf unterschiedlicher Systeme zu einem Gesamtsystem. Das Pilotprojekt VIPER hat den Aufbau eines dezentralen multimedialen Informationssystems auf Hochgeschwindigkeitsdatennetzen zum Ziel. Durch den demonstrativen Pilotcharakter des Projekts sollen weitere Anwendungsmöglichkeiten für den Einsatz von Hochgeschwindig keitsnetzen aufgezeigt werden.

Mittelübersicht Forschungsprojekte 1997

Pilotprojet VIPER	712 TDM
Anthropoid Forschungsprojekt	218 TDM
Banken-Information System	90 TDM
Aerospace-Projekt	190 TDM
Multi-Media-Projekt	95 TDM
Vicom-Projekt	228 TDM
Transcat-Projekt	50 TDM
Hella-Projekt	60 TDM
Summe	**1.643 TDM**
3D-Bestrahlungs-Projekt	200 TDM
wird dem MNT-Schwerpunkt zugerechnet	
Simulation umweltgerechter Bauvorhaben	350 TDM
wird dem Umwelt-Schwerpunkt zugerechnet	

Die Projekte im Detail

Die Entwicklungsumgebung

Beginnend im November 1995 wurde eine Entwicklungsumgebung geschaffen, in der parallel an unterschiedlichen Modulen gearbeitet werden kann. Als Hardwareplattform zur Entwicklung wurde ein SGI-Cluster, bestehend aus 8 Silicon Graphics-Indy und 2 High-Impact-Systemen, eingerichtet. Zur Verwaltung der Software-Revisionen wurde CVS gewählt. Dokumentiert wird die Entwicklung direkt in HTML.

Der VIPER-Kern

Nach Erstellung eines Konzepts für den Kern begann im März 1996 die Implementierung.

Das Grundkonzept des VIPER-Kerns wurde am Beispiel eines Prototyps auf der Cebit 96 erstmals vorgestellt.

Die Konstruktion

Um den Austausch von Geometrie mit bestehenden Systemen zu ermöglichen, wurde das Geometrieformat ITF (siehe Anhang) definiert und eine objektorientierte Bibliothek zum Lesen und Schreiben von ITF-Dateien entwickelt. Filter zu Open Inventor erlauben den Import und Export von Daten zu allen gängigen Standardformaten.

Als CAD-Systeme wurden HP-SolidDesigner und SDRC Master-Series installiert. Die erste Schnittstelle stellt ein Interface zwischen dem VIPER-Kern und dem SolidDesigner dar, mit dem innerhalb des CAD-Systems Materialien symbolisch vergeben werden können.

Visualisierung

Zum Oktober 96 wurde der Prototyp eines Visualisierungmoduls fertiggestellt, mit dem Informationen aus dem Kern direkt visualisiert werden können. Dieser wurde auf dem VIPER-Workshop am 21. Oktober 1996 Firmen aus Rheinland-Pfalz vorgestellt. Durch dieses Visualisierungsmodul können virtuelle Prototypen entwickelt und bereits in der Planungsphase besichtigt werden.

Der Prototyp

Da es sich bei VIPER um ein F&E-Projekt handelt, liegt der Schwerpunkt nicht ausschließlich im Bereich Grundlagenforschung, sondern auch in der Umsetzung dieser Techniken in Algorithmen und Datenstrukturen. Aufbauend auf den fertiggestellten Modulen aus den Bereichen Konstruktion und Visualisierung wurde ein Protoyp zum Einsatz in Musterzentren erstellt. Die Bedienung erfolgt vollständig über eine WWW-Oberfläche, wodurch sich diese Technik auch auf das Internet übertragen läßt und PCs als kostengünstige Terminals eingesetzt werden können. Ein Kundenberater bzw. Internetbesucher kann über einen WWW-Browser einen Haustyp wählen und bestimmte Parameter festlegen. In einem ersten Schritt wurde der Typ Smart in dieses System aufgenommen.

Nachdem diese Parameter definiert wurden, kann der zukünftige Bauherr eine virtuelle Besichtigung seines Eigenheims vornehmen. Dabei stehen ihm unterschiedliche Visualisierungstechniken wie photorealistische Darstellungen, Computeranimationen und VRML-Darstellungen zur Verfügung.

VIPER und die Möbelindustrie

Ähnlich wie bei realen Hausausstellungen ergibt sich bei Visualisierungen im Bereich Architektur das Problem der Ausstattung mit Möbeln und Deco-Gegenständen. Auf das große Interesse der Möbelindustrie hin wurde ein Format zum Austausch von Möbeln und Materialien offengelegt. Als Beispiel konnten Möbelstücke der Firma Nolte-Möbel in den Kern aufgenommen werden, die nun zur Einrichtung virtueller Eigenheime eingesetzt werden können.

“Entwicklung einer Beschreibungssprache für animierte Starrkörpersysteme”

In der Arbeit wird eine Sprache zur einfachen textuellen Beschreibung von physikalisch basierten Animationsszenen implementiert. Eine solche Animationsszene besteht aus in einem Objektbaum abgelegten skelettbasierten Körpern, aus konstanten oder zeitlich veränderlichen Kräften, die auf diese Körper wirken sowie aus Verbindungen zwischen den Körpern und Geometrien, die über verschiedene Interfaces an die Körper angebunden sind.

Die Körper können nun an vorgegebenen Stellen fixiert sein, sich auf vorgegebenen Bahnen entsprechend der angreifenden Kräfte oder nach einer zeitlich vorgegebenen Kurve bewegen oder sich auch ausschließlich in Abhängigkeit von den angreifenden Kräften und Verbindungen frei im Raum bewegen.

Eine textuelle Beschreibung einer solchen Szene wird durch das vorgestellte Programm eingelesen, die beschriebene Szene wird erstellt und die Animation ausgeführt.

“Physikalisch basierte Animation von Starrkörpersystemen”

Im Rahmen dieser Arbeit wurde für den Einsatz in der Computeranimation ein System zur physikalisch basierten Simulation und Animation von Starrkörpersystemen entwickelt.

Durch die physikalische Simulation wird bei der kollisionsfreien Bewegung von Körpern in animierten Sequenzen eine Realitätsnähe erreicht, wie sie bei der Vorgabe der Animation von Hand selten erreicht wird.

Um das System vielseitig verwenden zu können, wurde auf die Anlage von Geometrien verzichtet, so daß auch keine Kollisionsdetektion durchgeführt werden muß. Durch den Verzicht auf Geometrien werden die einzelnen Körper nur noch durch ihre Masse und den Trägheitstensor beschrieben, die aus der Geometrie und der Dichteverteilung eines Körpers abgeleitet werden können.

Durch die Verwendung einfacher Kopplungsmechanismen wie Federn und Dämpfern zwischen den Elementen sowie die Möglichkeit der zeit- und ortsabhängigen Vorgabe der Bewegungsmöglichkeiten wurde ein einfach zu handhabendes und schnelles System entwickelt, mit dessen Hilfe die Bewegungen in Echtzeit berechnet werden und so eine direkte Überprüfung der Eingabe ermöglicht wird.

Die Leistungsfähigkeit des Systems wurde an verschiedenen Beispielen demonstriert wie z.B. dem schiefen Wurf, einer Achterbahn, einem Kettenkarussell und einer Sprungschanze.

“Eine objektorientierte Basisbibliothek zur Generierung rationaler Kurven und Flächen”

Die Diplomarbeit beschäftigt sich mit der objektorientierten Konzeption und Implementierung einer allgemein verwendbaren, effizienten Basis-Bibliothek für Kurven und Flächen unter Verwendung von B-Splines als Basisfunktionen. Im Rahmen des Projektes VIPER können mittels der zur Verfügung gestellten Funktionen zum Beispiel Kamera- und Objektbahnen beschrieben werden.

Kurven werden dabei durch ihr Kontrollpolygon (Eingabe der Ortseigenschaft) oder durch Vorgabe einer zu interpolierenden Punktemenge (zusätzliche Zeitinformation) beschrieben. Durch die Einführung eines sogenannten Velocity-Splines kann zudem die Geschwindigkeit entlang der Kurve beeinflußt werden.

“Konzeption und Implementierung von schnellen Graphiktransformationen und allgemeinen Matrizen-Vektor-Operationen”

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Bibliothek entworfen und implementiert, die im wesentlichen aus zwei Komponenten besteht. Ein Teil ermöglicht schnelle 3D-Graphiktransformationen, mit denen homogene 3D-Punkte und 3D-Vektoren durch orthogonale Transformationsmatrizen verändert werden können.

Der zweite Teil umfaßt allgemeine Vektoren der Dimension d>1, und allgemeine m*x*n-Matrizen mit entsprechenden Funktionalitäten. Zu diesen zählen zum Beispiel die Inversion und das Lösen von linearen Gleichungssystemen.

“Entwicklung einer objektorientierten Textur-Bibliothek”

Es wurde eine objektorientierte C++ Klassenbibliothek für Textur- und Oberflächenmodelle entwickelt, die zusammen mit einigen Verwaltungsklassen die effiziente Verwaltung von texturierten Materialien ermöglicht. Ein auf der Beschreibungssprache basierender Parser dient zum Einlesen von Materialdateien. Die Beschreibungssprache orientiert sich an den intern verwendeten Datenstrukturen.

Eine der ersten Anwendungen war der Aufbau eines Editors für texturierte Materialien, mit dem Materialdateien erzeugt oder verändert werden können. Dieser Editor ist mit einer graphischen Oberfläche versehen (X11R6, OSF/Motif 1.2) und kann auch in bestehende X11-Applikationen eingebaut werden.

Darüber hinaus wurde ein Konverter entwickelt, der aus dem ITF-Geometrieformat mit Hilfe der TMT-Materialdateien eine Open Inventor Beschreibung generiert.

“Einbindung von B-Splines in Open Inventor”

Die Einbindung der B-Splines soll unter Verwendung der unter VIPER entwickelten Klassen erfolgen. Das betrifft vor allen Dingen die Vektorbibliothek, sowie die Kurvenbibliothek. Als Format für die Beschreibung von B-Splines dient das caned-Dateiformat [Mue94]. Realisiert wird diese Aufgabe über “Engines”, eine spezielle Klasse innerhalb von Open Inventor. Eine der Funktionen von Engines ist die Animation. Daher ist als Ergebnis der Projektarbeit die Animation einer Figur auf einer Bahn vorgesehen. Ein Einsatzgebiet ist zum Beispiel die Bewegung einer Kamera durch ein virtuelles Haus.

“ITF-Struktur”

Die ITF-Struktur ist ein erweiterbares, indiziertes Dreiecksformat zur Speicherung von 3D-Daten. Die interne Struktur der Klasse “ITF” wird so geändert, daß auf die Face-Struktur der Daten direkt zugegriffen werden kann. Die zugrundeliegende Listenklasse “ListOf” soll durch eine effizientere Array-Struktur ersetzt werden. Das ITF-Format wird anschließend um Radiosities für Dreiecke und Eckpunkte ergänzt.

“Objektorientiertes Client-Serversystem zum Aufbau von verteilten multimedialen Anwendungen”

Das Client/Server-Konzept ist eine heute geläufige Form der Strukturierung von Betriebssystemen. Höherwertige Dienstleistungen, die vormals fest in ihn integriert waren, lagert der Kern aus und läßt sie auf Anfrage von Clients von Servern erbringen. Im Rahmen der Diplomarbeit entstand die C++-Bibliothek CSLIB. Unter ihr erfährt das in der Literatur als “Remote Procedure Call” bezeichnete Verfahren eine Ausdehnung von einzelnen Funktionen auf Klassen, was wiederum die Gleichsetzung von Objekten mit Prozessen gestattet, insbesondere Server-Objekt mit Server-Prozeß und Client-Objekt mit Client-Prozeß. Das dabei verwendetete Adressierungsschema ermöglicht Entwicklern, Objekte im Netz innerhalb des Programms als Variablen anzusprechen. Als erste Applikation entstand ein Renderer. Darüber hinaus wäre denkbar, die vom PREMO-Standard vorgestellten Klassen auf der Basis von CSLIB zu implementieren.

“Erweiterung von SolidDesigner um symbolische Materialien”

Im Projekt VIPER wird der HP SolidDesigner als CAD-System zur Generierung von Geometrien eingesetzt. Die Möglichkeiten, Materialien zu beschreiben (RGB-Farbe, Reflexionsfarbe, Reflextionsstärke) sind für den VIPER-Kern jedoch nicht ausreichend.

Eine Erweiterung des SolidDesigners erlaubt dem Benutzer, jedem Objekt (bzw. einzelnen Flächen des Objekts) symbolische Materialnamen zuzuordnen. Die Geometriedaten werden gemeinsam mit den zugehörigen symbolischen Materialnamen an den Kern exportiert. Dieser Materialname verweist auf eine Materialbeschreibungsdatei, in der komplexe Materialien definiert werden können.

“Triangulierer für NURBS-Flächen”

Ziel dieser Arbeit war es, einen Triangulierer für getrimmte NURBS-Flächen zu entwikkeln. Diese Flächen sollten als Inventor-Dateien, welche über die Export-Funktion von IDEAS erzeugt werden, zur Verfügung gestellt werden. Die triangulierten Flächen werden als ITF-Dateien gespeichert.

Der Triangulierer arbeitet adaptiv. Dies gilt sowohl für die Punkterzeugung zu gekrümmten Flächen oder Trimmkurven als auch für Flächenpunkte, die notwendig sind, um eine getrimmte Fläche ‘gut’ triangulieren zu können. Daneben ist in den Triangulierer noch ein Optimierungsverfahren integriert, das ebenfalls die Qualität der Triangulierung weiter verbessern soll.

“Datenreduktion und Punktvariation”

Bei diesem Projekt bestand die Aufgabe darin, durch Zusammenfassung von Dreiecken die Anzahl der Dreiecke in großen ITF-Dateien zu verkleinern. Das implementierte Verfahren berücksichtigt dabei auch gekrümmte Flächen. Ein Nebenprodukt ist dabei das Herausfiltern von fehlerhaften Dreiecken und überflüssigen Punkten. Die Punktvariation untergliedert sich in Punktverschmelzung und Punkteinfügung. Bei der Verschmelzung werden Punkte, die einen Abstand voneinander aufweisen, der kleiner als ein vorgegebener Wert ist, 'verschmolzen'.

"Konverter für verschiedene Dateiformate"

Im Rahmen des Projektes VIPER wurden mehrere Konverter entwickelt. Diese Konverter ermöglichen die Nutzung von in der Arbeitsgruppe vorhandenen Software- und Datenbank- Ressourcen.

Zu diesem Zweck wurden die Programme *htf2iv* und *iv2ivTexCoord* entwickelt. *htf2iv* ist dabei ein Konverter, der das HTF-Geometrieformat liest und in ein Open Inventor Format aufbereitet. Allerdings verwendet das HTF-Format nur Materialindizes, die als Material-Knoten in Open Inventor realisiert werden mußten. Das Ziel war die Verwendung von texturierten Materialien. Deshalb wird das durch htf2iv gelieferte Open Inventor Format durch das Programm iv2ivTexCoord um Texturen und Texturkoordinaten erweitert.

Diese Konverter dienten in der Anfangsphase des Projektes zur Aufbereitung benötigter Daten. Sie wurden zur Datenaufbereitung mehrerer Demonstrationen (z.B. für die Cebit '96) eingesetzt. Insbesondere während dieser Vorbereitungen wurde deutlich, daß die alten Material-Konzepte nur bedingt einsatzfähig waren und auf die neuen Gegebenheiten angepaßt werden mußten.

"Offene Konverterschicht für Materialien"

Aufbauend auf den Ergebnissen der Materialbibliothek wurden weitere Anwendungen texturierter Materialien verwirklicht. Zu diesen Teilprojekten gehören unter anderem Konverter für die Wandlung von MAT nach TMT und umgekehrt, die für die Erzeugung photorealistischer Bilder mit einem am Lehrstuhl vorhanden Renderer notwendig sind.

Eine Bibliothek, die eine Konverterschicht für Open Inventor realisiert und ein darauf aufbauender Konverter für die Umsetzung von VSSG nach Open Inventor gehören zu diesem Teilprojekt.

"Radiosity für realistische VR-Welten"

In der Diplomarbeit wird ein Radiosity-Verfahren implementiert, wobei der Energieaustausch zwischen den Dreiecken, aus denen eine Szene besteht, simuliert wird. Aus dem Radiosity-Verfahren erhält man Intensitäten für jedes Dreieck. Damit diese Intensitäten für das anschließende Shading verwendet werden können, werden sie auf die Eckpunkte der Dreiecke verteilt.

"Entwurf eines Grundrißeditors mit Einbindung von konstruktionsspezifischen und benutzerdefinierten Regeln in 2-D und Visualisierung im 3-D"

Die Diplomarbeit befaßt sich mit der Entwicklung eines Grundriß-Layout-Editors (LED), mit dessen Hilfe die Grundrisse eines Hauses editiert und ausgedruckt sowie in Form von 3D-Geometrie im VIPER-Kern abgespeichert werden können. Die hierzu erforderlichen Werkzeuge werden auf Basis von Open Inventor entwickelt.

Ein wesentliches Merkmal dieses Editors wird seine Möglichkeit sein, mit Hilfe von Constraint-Mechanismen die Layout-Tätigkeit des Benutzers entscheidend zu vereinfachen. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse über Constraints, deren Handhabung sowie deren symbolische Beschreibung werden auch für weiterführende Projekte von Bedeutung sein.

Durch die Beschreibung eines Layouts in Form des dem VIPER-Projekt zugrunde liegenden VSSG-Formates wird die volle Funktionalität und Visualisierungskapazität des Projektes verfügbar.

“Entwicklung eines JAVA Applets zur Darstellung und Veränderung einer online berechneten Szene”

Die Projektarbeit besteht aus zwei Teilen. Ein JAVA-Applet erlaubt in einem Browser die Einstellung einiger für die Ansicht der Szene wichtigen Daten, wie etwa Kamera- und Sichtrichtungspunkt. Der in das Applet integrierte Client baut eine Verbindung zu einem Server auf, schickt ihm die eingegebenen Daten und erhält als Ergebnis ein fertiges Bild, das in dem Applet dargestellt wird. Der in JAVA geschriebene Server wertet die ihm übergebenen Daten aus und gibt sie an in “C++” geschriebene Datenbank- und Rendererfunktionen weiter. Das Ergebnis dieser Berechnungen ist das fertige Bild der Szene. Dieses wird dann an den Client zurückgeschickt.

“Umgebungsrekonstruktion aus 2D-Bildern”

Die Diplomarbeit befaßt sich mit der Erzeugung einer ITF-Datei einer Grundstücksparzelle, auf der das Haus geplant wird. Dies beinhaltet einen Editor zum Bearbeiten von eingescannten Flurplänen, in dem die Höhenwerte für einzelne Punkte vom Benutzer eingegeben werden. Nachdem die Parzelle den Wünschen des Benutzers interaktiv angepaßt wurde, wird mit Hilfe eines Scattered-Data-Verfahrens ein Interpolant erzeugt, der die Parzelle auch zwischen den gegebenen Höhenwerten berechnet. Das Ergebnis ist eine ITF-Datei der Grundstücksparzelle, die dann im VSSG-verwendet wird.

In einem zweiten Teil wird die Funktionalität zur Generierung der Punkte erweitert. Es soll die Möglichkeit gegeben werden, auf zwei eingescannten Fotos der Parzelle (aus unterschiedlicher Perspektive) die Pixel zu markieren, die den gleichen realen Punkt darstellen. Aus dieser Eingabe kann man die Koordinaten des realen Punktes berechnen. Diese Koordinaten werden dann auch zur Parzellenmodellierung verwendet.

“VSSG-Editor VED”

Dieses Entwicklungswerkzeug ermöglicht mit seiner graphischen Benutzeroberfläche die interaktive Erzeugung und Bearbeitung von symbolischen Szenenbeschreibungen (Viper Symbolic Scene Graph). Zur direkten Kontrolle der eingegebenen Visualisierungsparameter kann eine Vorschau auf die Szene berechnet werden.

Die Darstellung des symbolischen Szenengraphen erfolgt mittels Open Inventor, die VSSG-Knoten werden dabei durch verschiedene Icons repräsentiert. Durch Selektieren eines Icons im Editor erhält man eine Eingabemaske, in der die Attribute des VSSG-Knotens geändert werden können. Weitere Möglichkeiten sind das Einfügen neuer Knoten und

Umgruppierungen durch “cut and paste”-Operationen.

Konzeption und Implementierung eines Kamerabahneditors und Regiepultes

Die Dipomarbeit konzipiert im ersten Schritt einen speziell auf das Multimediaprojekt VIPER und dessen interne Datenstrukturen abgestimmten Kamerabahneditor mit Regiepultanbindung. Die Kamerabahnen - als Teil der Hauptdatenstruktur VSSG - können kreiert, editiert und in Verbindung mit der im VSSG repräsentierten Geometrie gesichtet und begangen werden. Ein übergreifendes Modul - das Regiepult - übernimmt die Kontrolle (zeitliche Abfolge und Auswahl) der verschiedenen Kamerabahnen eines VSSG. Die Implementierung des Editors als auch des Regiepultes erfolgt in der Programmierprache C++ bzw. C, die graphischen Komponenten benutzen die Inventor-Bibliotheken.

Distributed Rendering von VSSG

Die Projektarbeit realisiert eine verteilte Renderumgebung mit Web-Schnittstellen für das VIPER-Projekt. Potentiellen Anwendern der VIPER-Software wird durch die gezielt transparent und einfach gehaltene Web-Schnittstelle (z. B. mittels Netscape Navigator 2.0 bedienen) die Benutzung eines variablen Renderpools ermöglicht. Ein Rendermaster und mehrere Renderclients sorgen für die Annahme, Bestätigung, Ausführung und Auslieferung der anstehenden Aufträge. Neben Geometrie- und Materialkonvertern sind auch Datenbankfragen und -Strategien Bestandteil der Arbeit.

VICOM

Entwicklung eines objektorientierten Kernsystems zur Visualisierung sich zeitlich schnell verändernder Prozesse basierend auf den Anforderungen an ein multimediales Kommunikationssystem.

Ausgangspunkt des Projektes war die mangelnde Kommunikation zwischen Wissenschaftlern und Entscheidungsträgern bei der Erforschung dynamischer Prozesse. So können komplexe Zusammenhänge und Forschungsergebnisse von Bewegungsabläufen bisher nur unzureichend oder gar nicht veranschaulicht und weitergegeben werden. Thematik des Projekts ist die Entwicklung eines offenen, objektorientierten Systems basierend auf multimedialen Ansätzen, das technisch komplexe Vorgänge einem breiteren Publikum vermittelt und so das bestehende Informationsdefizit beseitigt.

Um das Projekt aus einer rein theoretischen Ebene herauszuheben, ist a priori die Erstellung eines direkt umsetzbaren Prototyps als Ziel definiert. Dies gewährleistet eine praxisorientierte Entwicklung und enge Kontakte zur regionalen Wirtschaft.

Da die Visualisierung wissenschaftlicher Daten ein Grundbaustein einer optimal funktionierenden Kommunikation zwischen unterschiedlichen Forschungsbereichen darstellt, ist ein breites Interesse an einem nach allen Seiten offenen Kommunikationssystem vorhanden. Die Ziele des Projektes liegen daher in einer Steigerung des universitätsinternen Wissensaustausches durch die Publikation von medienfähigen Forschungsergebnissen mit Hilfe des entwickelten Visualisierungskerns, in der Verbreitung von Forschungsergebnissen auf einer größeren Publikumsplattform und in der medienadäquaten und marketinggerechten Gestaltung und Präsentation von Forschungsergebnissen zur Aquisition von Drittmitteln.

Feature Based Modeling

Heutige CAD-Systeme zeichnen sich durch eine umfangreiche Funktionalität aus,die die Grundlage für den Einsatz und die sinnvolle Nutzung dieser Techniken in vielen Anwendungsbereichen darstellt. Das wichtigste Merkmal von CAD-Systemen ist dabei nach wie vor die Repräsentation der geometrischen Beschreibung von Objekten. Hierauf aufbauend werden weitergehende Funktionalitäten, z.B. zur Simulation und Visualisierung, vom jeweiligen CAD-Systemhersteller entwickelt und den Kunden angeboten. Mit dieser Vorgehensweise können konkrete Problemstellungen effizient gelöst werden. Sie ist aber mit einem großen Kostenaufwand verbunden, da die Erweiterung der Funktionalität auf den geometrischen und topologischen Datenstrukturen des Systemkerns aufbaut, die keinerlei Informationen über die semantische Interpretation eines Objektes besitzen. Dieses Manko kann durch ein relativ junges Modelling-Paradigma, das Feature Based Modeling, beseitigt oder zumindest deutlich entschärft werden. Hierbei enthält ein Feature nicht nur die geometrischen und topologischen Informationen eines Objektes, sondern auch seine Bedeutung und eine der Bedeutung entsprechende funktionale Schnittstelle. Darüber hinaus ist mit diesem Ansatz auch eine vereinfachte Kopplung von CAD- und CAM/CAE-System möglich.

Ziel dieses Projektes ist die Nutzung moderner Softwaretechnologien für die Umsetzung eines Feature Based Modeling Systems. Insbesondere die Untersuchung der Verwendungsmöglichkeiten des Internet sowie der plattformunabhängigen Programmiersprache Java als Basis für ein solches System stand während des Berichtszeitraumes im Vordergrund. Im weiteren Verlauf des Projektes sollen nun verschiedene Konzepte zur Realisierung eines internetbasierten, dynamisch erweiterbaren Feature Based Modeling Systems umgesetzt und auf ihre Tauglichkeit hin untersucht werden.

Anthropometrisch basierte Modellierung eines virtuellen Menschen für die realistischeVisualisierung und Animation in technischen Anwendungen (ANTHROPOID)

Das Ziel des Forschungsprojektes ANTHROPOID ist die Entwicklung von Visualisierungs- und Modellierungstechniken, die die realitätsnahe Darstellung und Animierbarkeit eines anthropometrisch basierten Menschmodells im Hinblick auf funktionale Anforderungen, wie sie typischerweise im technischen Umfeld auftreten, ermöglichen. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf hoher Praxistauglichkeit sowie dem frühzeitigen Praxiseinsatz der Ergebnisse. Aus diesem Grund ist die Forschungsarbeit von Anfang an auf die Behandlung konkreter, in der Industrie auftretender Problemstellungen ausgerichtet.

Um einen schnellen Transfer der erarbeiteten Resultate in die Praxis erzielen zu können, sind zwei aufeinander aufbauende Entwicklungsphasen vorgesehen:

Erstellung eines ästhetisch hochwertigen, realitätsnahen Menschmodells, das alle Funktionalitäten der konkreten Anwendung unterstützt und Echtzeit-Manipulationen erlaubt. Hohe Detailgenauigkeit und einfache Handhabung garantieren dabei die Akzeptanz bei den Entwicklungspartnern in der Industrie sowie den späteren Endbenutzern. Die volle Animierbarkeit und qualitativ hochwertige Visualisierung des Modells bieten bereits in dieser Phase erweiterte Möglichkeiten für Präsentations- und Marketingzwecke.

Erschließung neuer Einsatzbereiche für das betrachtete Menschmodell im Rahmen der bisherigen Anwendung durch Verbesserung und Ausbau vorhandener Funktionalitäten in neuen Anwendungsgebieten durch Ausnutzen der Flexibilität und Erweiterbarkeit des Modellierungsansatzes.

Dabei kommen vor allem folgende Eigenschaften zum Tragen:

hierarchischer Aufbau des Modells

einfache Texturierung durch polygonale Oberfläche (Haut)

integrierte Kollisionserkennung

Möglichkeit der Anpassung an Meßdaten durch voll parametrisierten Modellierungsansatz

Einbeziehen der Wechselwirkungen des Modells mit der Umgebung (z.B. Verformung durch äußere Krafteinwirkung)

Mögliche neue Einsatzfelder reichen dabei von der Crash-Analyse in der Automobilindustrie über die Anwendung als elektronische Schneiderpuppe in der Bekleidungs- und Schuhindustrie (evtl. gekoppelt mit Meßsystemen) bis hin zu Virtual-Reality-Applikationen. Um dieses weite Spektrum an Einsatzgebieten abdecken zu können, wird die Software so ausgelegt, daß sowohl integrierte wie auch Standalone-Varianten möglich sind.

Visualisierung von Clifford-Vektorfeldern

Die Visualisierung von Vektorfeldern steht im Vordergrund dieses Forschungsvorhabens, das in enger Zusammenarbeit mit der Arizona State University in Tempe, Arizona, durchgeführt wird. Da Vektorfelder geometrische Interpretationen von Differentialgleichungen sind, treten sie bei allen Problemen in den Ingenieurs- und Naturwissenschaften auf, deren Beschreibung Differentialgleichungen benutzt. Die Aufgabe der Visualisierung besteht dann darin, die anfallenden Vektorfelder mit Hilfe der Computergrafik sichtbar zu machen, um somit eine Interpretation von theoretisch gewonnenen Modellen und Simulationen, aber auch von gemessenen Daten möglich zu machen. Dies ist vor dem Hintergrund immer größerer Datenmengen zu sehen, die durch den vermehrten Einsatz des Computers in den verschiedenen Disziplinen anfallen. Die wichtigsten Anwendungsfelder liegen in der Strömungsdynamik, elektromagnetischen und Gravitationsfeldern, sowie der Meteorologie.

In diesem Projekt werden Möglichkeiten eruiert, topologische Methoden zur Visualisierung der Vektorfelder einzusetzen. Die Grundidee besteht darin, daß eigentlich nicht das Vektorfeld selbst, sondern die sogenannten Integrationskurven untersucht werden sollen. Diese Kurven beschreiben die Bewegungen von Teilchen in der Strömung oder dem elektrischen bzw. magnetischen Feld und stellen die Lösungen der Anfangsprobleme der zugehörigen Differentialgleichungen dar. Da es von diesen jedoch sehr viele gibt, wird hier eine

Einteilung in Bereiche qualitativ ähnlichen Verhaltens vorgenommen, so daß dann nur noch diese Bereiche dargestellt werden müssen und dennoch ein tiefer Einblick in die Struktur des Feldes gewährt wird. Zudem lassen sich einige wichtige Phänomene in den Vektorfeldern so direkt mit Hilfe des Computers finden. Typische Beispiele für solche Anwendungen liefert die Strömungsdynamik, in der Wirbelzentren, Separationskanten und -flächen, Turbulenzbereiche und rotationsfreie Areale direkt aus der Feldtopologie extrahiert werden können, so daß ein Teil der Analyse vom Wissenschaftler in den Computer verlagert werden kann, wodurch der Prozeß der Auswertung von Messungen und Simulationen deutlich beschleunigt werden kann.

Ein besonderes Augenmerk richtet dieses Projekt auf die Frage der Existenz höherer kritischer Punkte in den Vektorfeldern. Kritische Punkte sind einfach Nullstellen im Vektorfeld, also Stellen, an denen sich Teilchen nicht bewegen. Da hier lokal keine Richtung bevorzugt wird, können in der Umgebung alle Richtungen auftreten, wodurch diese Stellen in der Topologie eine ausgezeichnete Rolle spielen. Wenn das Verhalten des Feldes um diese Nullstelle nicht durch lineare Approximationen beschrieben werden kann, spricht man von höheren kritischen Punkten, da dann höhere Polynomgrade zur näherungsweisen Beschreibung des Feldes nötig werden.

Im Berichtszeitraum ist es gelungen, neue Aussagen über die Topologie bestimmter polynomialer Vektorfelder zu gewinnen, indem mit Hilfe der Cliffordalgebra eine Umformulierung der üblichen Beschreibung von Vektorfeldern durch kartesische Koordinaten vorgenommen wurde. Dies ergibt eine engere Beziehung zwischen der Beschreibung und der Topologie, die weitere Ergebnisse in Zukunft erwarten lassen. Die Resultate wurden mit Erfolg auf mehreren internationalen Konferenzen vorgetragen. Die Cliffordalgebra ist eine im vorigen Jahrhundert entwickelte mathematische Beschreibung geometrischer Sachverhalte, bei der im Gegensatz zur üblichen Vektorraumbeschreibung eine Multiplikation von Vektoren in allen Dimensionen definiert ist, die die bekannten Skalarprodukte, Vektorprodukte und äußeren Produkte zusammenfaßt und ihnen einen einheitlichen Rahmen gibt. Sie wird vor allem in der theoretischen Physik angewendet, da sie als wichtiges Hilfsmittel bei der Entwicklung einer einheitlichen Feldtheorie erachtet wird. Aufgrund dieser Tatsache kann die sehr erfolgreiche Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Krüger aus dem Fachbereich Physik nicht überraschen, der als ein hervorragender Kenner dieser Materie bekannt ist.

Ein Teil der Forschungsarbeit wurde nun schon zum dritten Male während eines Forschungsaufenthaltes an der Arizona State University durchgeführt, wofür ein Stipendium des DAAD in Anspruch genommen wurde. Die seit vielen Jahren sehr enge Zusammenarbeit mit den Professoren Rockwood und Nielson konnte dabei weiter vertieft werden.

Dabei wurde der Grundstein für einen Algorithmus gelegt, der das Auffinden und anschließende Visualisieren von kritischen Punkten höherer Ordnung ermöglicht. Dieser Algorithmus wurde wie schon die eher theoretischen Ergebnisse ebenfalls erfolgreich publiziert.

Anwendung der Methoden der Vektoroptimierung zur Ermittlung ästhetischer Flä-

chen in Computer Aided Design/Computer Aided Engineering

Aus ästhetischen und fertigungstechnischen Gründen (z. B. NC-Fräsen, Design von Teekannen/Autos) müssen Freiformflächen Qualitätskriterien erfüllen. Qualitätsvermindernde Eigenschaften sind z. B. Unstetigkeiten der Fläche, Spitzen, Dellen, Flachpunkte und lokale Verletzung der Konvexitätseigenschaft. Fokalflächen und Isophotenlinienmethoden geben z. B. Aufschlüsse über die Qualität der Fläche. Zusätzlich müssen diese Flächen innerhalb vorgegebener Toleranzen bleiben. Durch Variation der Parametrisierung, sowie der Gewichtung wurden ermittelte Kriterien für Bezierkurven und Beziersplinekurven zur Qualitätsverbesserung modifiziert. Die Übertragung auf Freiformflächen wird vorgenommen. Der Zusammenhangsgraph der effizienten Lösungen wurde bei einem diskreten Optimierungsproblem untersucht. In Bezug auf die hierbei verwendete Ordnung wurde "Reflecting partial orders and weighted sums" (Ulrike Bossong) erstellt und ein Vortrag "Minimale Pfade und geordnete Graphen" auf dem Workshop der Arbeitsgruppe "decision theory and applications" der DGOR im März 1997 in Bad Liebenzell gehalten. Auf diesen gewonnenen Erkenntnissen über die Struktur des Effizienzgraphen basierende Untersuchungen des linearen und nichtlinearen Falls sollen ermöglichen, einen Großteil der nicht in Frage kommenden Lösungen auszugrenzen, sowie gute Ausgangspunkte zur schnellen Ermittlung optimaler Lösungen zu finden.

Produktlebenszyklus-übergreifende Modellierung technischer Systeme zu Diagnosezwecken

Im Rahmen des Promotionsvorhabens in Zusammenarbeit mit der Daimler-Benz Aerospace AG (Produktbereich Raumfahrt-Infrastruktur) soll aufbauend auf bereits bestehenden Diagnose-Werkzeugen ein hybrides System zur Diagnose technischer Prozesse entwickelt werden. Eine Komponente des Systems soll aus einem schnellen, aber in seiner Mächtigkeit und Komplexität beschränkten Werkzeug zur On-Board-Diagnose bestehen. Die andere Komponente hingegen soll von einem aufwendigeren, aber auch wesentlich mächtigeren Programm zur Diagnose mit Methoden des Model-Based-Reasoning gebildet werden.

Die Qualität der Diagnose hängt nun entscheidend von den zugrunde liegenden Modellen und Wissensbasen ab. Diese werden heute jedoch noch häufig in einem Reverse-Engineering-Prozeß nach der Entwicklung des technischen Systems erstellt, anstatt aus den frühen Entwicklungsphasen vorhandenes Systemwissen für Diagnosezwecke wiederzuverwenden. Als geplanter Schwerpunkt der Arbeit sollen daher Möglichkeiten untersucht werden, inwiefern die zur Diagnose nötigen Wissensbasen systematisch aus Daten, die während des Design-Prozesses bereits anfallen, (z. B. frühe Prozeßmodelle oder Fault Mode, Effect and Criticality Analyses, sog. FMECAs) generiert werden können. Damit soll ein lebenszyklusübergreifender Ansatz zur Verwendung von Diagnose-Werkzeugen während aller Entwicklungs-, Produktions- und Betriebsphasen eines Produktes entwickelt werden. Die Hauptpunkte der Arbeit an diesem Projekt erstrecken sich auf die folgenden Bereiche:

- Modellbildung von technischen Prozessen unter besonderer Berücksichtigung der Diagnostizierbarkeit durch Methoden des Model-Based-Reasoning

- Entwicklung von Methoden zur automatisierten oder computerunterstützten Modell-Erstellung aus FMECA-Daten
- Erweiterung bestehender Prozeßmodelle, um auch das Verhalten in verschiedenen Fehlerfällen simulieren zu können
- Anpassung / Erweiterung der bestehenden Diagnosesysteme zur Verarbeitung der neu entwickelten Modelle

Im Jahr 1996 wurden erste Anwendungen im Rahmen des ESPRIT-III-Projekts "Water-CIME" (Projekt Nummer 8399) durchgeführt. Es wurde ein bestehendes modellbasiertes Diagnosesystem an eine Weiterentwicklung eines im Hause Daimler-Benz Aerospace entwickelten Simulators angepaßt. Ein ebenfalls bereits in diesem Hause verwendetes On-Board Diagnosewerkzeug wurde im Rahmen des oben genannten Projekts WaterCIME zur On-Line-Überwachung von Kläranlagen erweitert und reimplementiert. Wesentliche Neuerung war hierbei die Fähigkeit des Systems, auch verrauschte Sensorwerte sowie unscharfes Wissen verarbeiten zu können. Weiterhin wurde im Rahmen einer Diplomarbeit ein Simulationsmodell einer Kläranlage erstellt, um zu Diagnosezwecken weitere Betriebsparameter des biologischen Prozesses zu erhalten, die mittels Sensoren nicht meßbar sind. Dieses Simulationsmodell bildet zusammen mit dem On-Line-Diagnosewerkzeug den Kern der Überwachungs-Software der Kläranlage. Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Überwachung autonomer Raumfahrzeuge ist die Positionierung von Sensoren, die telemetrische Daten über wichtige Prozeßgrößen des Raumfahrzeugs übermitteln. Hier wurden und werden in Zusammenarbeit mit einem anderen Forschungsprojekt Algorithmen entwickelt und 1997 an einem Prototypen getestet werden, die ausgehend von einem funktionalen Modell des Raumfahrzeugs eine optimale Verteilung solcher Sensoren (sog. optimales Telemetrie-Design) ermöglichen. Ausgehend von den Erfahrungen, die 1996 bei der Betriebsüberwachung der Kläranlage und beim Telemetrie-Design gemacht wurden, wird 1997 der gesamte Prozeß der Modellierung, des Telemetrie-Designs, der Erstellung der Wissensbasis und der anschließenden On-Board-Diagnose am Beispiel eines Kleinluftschiffes durchgeführt werden.

Kantenerkennung ausgehend von triangulierten Punktedaten als Voraussetzung für Surface Reconstruction

Das Ziel der Flächenrückführung (Surface Reconstruction) ist es, ein physikalisches Modell in ein CAD-Modell umzuwandeln. Dazu werden durch eine Abtastung des physikalischen Modells digitale Punktedaten bestimmt, mit deren Hilfe die Flächen des CAD-Modells erzeugt werden. In diesem Projekt geht es darum, die Kanten des physikalischen Modells anhand der unstrukturierten Punktedaten zu erkennen. Die Punktemenge kann dann anschließend entlang dieser Kanten in Punktegruppen unterteilt werden.

Dies dient als Vorverarbeitung für die eigentliche Flächenrückführung. Denn nun kann durch einen Flächenmodellierer zu jeder einzelnen Punktegruppe eine Fläche erzeugt werden. Zusammengesetzt ergeben diese Flächen dann das gesuchte Flächenmodell.

Um nun die Kanten anhand der unstrukturierten Puntedaten zu finden, wird zunächst mittels eines Triangulierungs-Algorithmus eine Dreiecksstruktur erzeugt. Diese Triangulierung dient dann dazu, für jeden einzelnen Punkt eine Abschätzung für die Normale und die minimale Krümmung in diesem Punkt durchzuführen. Anhand von Normalenabweichungen und Krümmungssprüngen zwischen benachbarten Punkten können dann die Kanten des Modells erkannt und die Punktegruppierung durchgeführt werden.

Variational Design mit Randbedingungen

Mit den Methoden des Variational Design können glatte Freiformflächen ausgehend von beliebig verteilten Punktedaten generiert werden. Da ein CAD-Modell üblicherweise aber aus mehreren Flächen besteht, müssen bei der Flächenerzeugung die zuvor erzeugten Nachbarflächen berücksichtigt werden. Es muß also möglich sein, bei der Flächengenerierung die Randkurven der Fläche vorzugeben, denn diese müssen ja gleichzeitig die Randkurven der Nachbarfläche sein. Weiterhin muß es möglich sein, die Fläche so zu erzeugen, daß sie tangential in benachbarte Flächen einläuft.

Der Variational Design Prozeß wurde deshalb derart modifiziert, daß Randbedingungen, basierend auf Nachbarflächen, berücksichtigt werden. Das lineare Gleichungssystem des Variational Design kann dabei durch Vorgabe der Randbedingungen reduziert werden.

Variational Design und Parameteroptimierung

Variational Design ist eine grundlegende Methode zur Rekonstuktion von Freiformflächen aus unstrukurierten Punktedaten. Als Voraussetzung für einen Algorithmus müssen die vorgegebenen Punktedaten parametrisiert werden. Diese Parametrisierung beeinflußt dabei direkt die Qualität der Freiformfläche. Um eine nach vorgegebenen Kriterien optimale Parametrisierung zu erhalten, wurden die Algorithmen des Variational Design um zusätzliche Terme erweitert. Dadurch kann in einem Schritt eine glatte Freifomfläche mit optimaler Parametrisierung durch eine unstrukturierte Punktewolke berechnet werden. Das nicht lineare Gleichungssystem wird dabei durch ein Newton-Verfahren gelöst.

Visualisierung von Finite Element Simulationen

Bei einer Simulation mit Finiten Elementen hat man unter anderem das Problem der Darstellung sowohl der approximierten Geometrie als auch der Ergebnisse. Um eine aussagekräftige Simulation berechnen zu können, muß es möglich sein, sich zu Beginn und während der Simulation einen Überblick über die der Berechnung zugrundeliegende Geometrie zu verschaffen. Eine schnelle Darstellung ermöglicht dabei das interaktive Ändern dieser Geometrie. Bei der Darstellung der Ergebnisse liegt der Schwerpunkt der Darstellung nicht mehr in der Geschwindigkeit, sondern in der Qualität der Bilder. Eine Animation z. B. von Schwingungen oder Deformationen veranschaulicht die Simulationsergebnisse schneller als Tabellen und Funktionsgraphen. Insbesondere können Laien diese Ergebnisse besser interpretieren.

In Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Maschinenwesen wurden Verfahren entwickelt und implementiert, um Finite Elemente Simulationen zu visualisieren. Der Schwerpunkt der Arbeit lag auf einer schnellen Darstellung der im Simulationsprozeß verwendeten Geometrie. Für die Simulation von Schwingungen von Rotationskörpern wurden Methoden der Frei Form Deformation (FFD) eingesetzt.

Freiform Features

Die verschärft internationalen Wettbewerbsbedingungen zwingen die Firmen zur Qualitätssteigerung ihrer Produkte bei gleichzeitiger Reduzierung ihrer Kosten und ihrer Entwicklungszeit. Heutige CAD-Systeme sind nicht in der Lage, diese Ziele zu unterstützen. Deshalb ist eine weitere Entwicklung von Werkzeugen, die die Produktentwicklung und den Herstellungsprozeß unterstützen, notwendig. Parallel dazu ist der Produktentwicklungsprozeß durch eine enorme Vielfalt an Produktvarianten und Zubehör gekennzeichnet.

Es existieren keine effizienten Mechanismen zur Speicherung und Wiederherstellung dieser Varianten, da die zugrundeliegende Semantik derzeit nicht gespeichert werden kann.

Feature-based Design ist ein neuer Zugang, um diese Probleme zu lösen: Features werden genutzt, nicht nur um die Form eines Objektes zu speichern, sondern auch seine Semantik. Bislang ist diese Vorgehensweise auf relativ einfache Objekte beschränkt. Für die Features von komplex geformten Körpern existiert keine theoretische Grundlage. Hier besteht ein großer Bedarf an Grundlagenforschung in dem Gebiet der Freiform Features (FFF). Dieses ist das Thema des Forschungsprojekts.

Zugriffsschichten von CAD-Systemen

In dem Projekt "ANICA" werden die Zugriffsschichten wichtiger CAD/CAM-Systeme analysiert. Untersucht werden Datenzugriffe und CAD-Basisfunktionen, um eine möglichst umfangreiche Menge gleichwertiger Zugriffsoperationen zu finden, auf denen systemunabhängige Anwendungspakete aufbauen können. Dies liefert dann die Grundlagen für die Ersetzung konventioneller, monolithischer CAD/CAM-Systeme durch eine offene Systemstruktur von CAx-Bausteinen, die über STEP-konforme Datenstrukturen miteinander kommunizieren.

Die Ergebnisse sind wesentlich für die Übertragung von Konstruktionsabläufen zwischen zusammenarbeitenden Firmen (u. a. in der Automobilindustrie) für die Weiterentwicklung von STEP und für neue Sichtweisen von Benutzerschnittstellen.

Ein multimediales Informationssystem im Bankenbereich

Neuere Technologien und Kommunikationsmöglichkeiten führen zu einer immer größeren Integration unterschiedlicher Systeme zu einem Gesamtsystem. In diesem Zusammenhang wird mit verschiedenen Sparkassen und dem DSGV ein multimediales Informationssystem im Homebanking- und Dienstleistungs-Bereich entwickelt.

Das Informationssystem ist so konzipiert, daß alle Informationen multimedial über Internet oder das Telefonnetz zugänglich sind und interaktiv die Informationen ausgewählt werden können. Im Bereich Homebanking werden die Grundlagen für ein System geschaffen, mit denen es möglich ist, von dezentralen Punkten mit Hilfe eines Rechners Elektronic-Banking-/Homebanking-Dienstleistungen durchzuführen.

4.5 AG Robotik und Prozeßrechnertechnik (Prof. Dr. E. von Puttkamer)

Teilprojekt Topas

Das Projekt untersucht die Erfassung, Analyse und Synthese anthropometrischer Körperbaudaten zur Automatisierung von Design- und Fertigungsprozessen bei Individualprodukten. Das Projekt wird gefördert von der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation.
Ziel ist die Erfassung von Körperbaudaten durch ein schnell arbeitendes Meßsystem, das berührungslos in weniger als zwei Sekunden einen Körper vermißt. In die Wolke von Meßdaten wird dann ein von Industrieseite (Fa. TECMATH) zugeliefertes Menschmodell eingepaßt, so daß aus den Meßdaten die Parameter des Modells erschlossen werden.
Das Projekt wurde im April 1995 begonnen.
Zunächst wurde ein Meßsystem aufgebaut und erfolgreich getestet. Mit einem Lichtschnittverfahren werden Messungen von zwei Seiten her in der vorgegebenen Zeit von weniger als zwei Sekunden gemacht.

Im Berichtsjahr wurden

- Ein Kalibrierverfahren für das System erfolgreich getestet.
- In die erzeugte Wolke von Meßwerten das Modell durch einen genetischen Algorithmus eingepaßt. Es werden nacheinander die Parameter des Modells freigeschaltet und das Modell immer feiner der Meßwolke angepaßt. Aus dem Modell können dann Daten für CAD- Zwecke extrahiert werden.
- Die Verbesserung der Aufnahme der Bilder durch ein System mit automatischem Ermitteln des Peaks der Intensität in einer Zeile untersucht und getestet.

Zur Zeit wird die Untersuchung in zwei weitere Richtungen ausgedehnt:

- Parallelisierung der Evolutionsstrategie zur Steigerung der Robustheit der Anpassung.
- Erfassen von Farbtekturen zusätzlich zu den Entfernungsdaten.

<u>Verwendung der zugewiesenen Mittel:</u>

Gesamtsumme für 3 Jahre:	796.500,-- DM
davon für 1997:	221.300,-- DM
Sachmittel:	Rechnerarbeitsplätze mit PCs
Personalmittel:	2 wissenschaftliche Mitarbeiter Dipl.-Inform. Helmut Hamfeld, Dipl.-Inform. Guido Hansen) 2 studentische Hilfskräfte

Präsentationen:

- Fa. BMW, München, März ´97
- INNOVA, Pirmasens, Juni ´97
- IMB (Int. Messe f. Maschinen d. Bekleidungsindustrie), Köln, Juni ´97
- ZDF-Fernsehgarten, Juni ´97
- 3. Technologie-Transfer-Tag, Kaiserslautern, Dezember ´97

Presseartikel:

"Saarbrücker Zeitung" 19.02.´97
"Bild am Sonntag" 28.07.´97

Teilprojekt Simulation eines Brammenlagers

In Zusammenarbeit mit Fa. ABB-Mannheim wird ein Simulationssystem entwickelt, mit dem die Lagerbewegungen in einem Brammenlager der Stahlindustrie so nachgebildet werden, daß ein Lagerverwaltungssystem Aufträge an die Kräne und LKWs schicken kann und die korrekten Quittungen zurückgeliefert bekommt.
Zugleich können die Lagerbewegungen graphisch dargestellt werden. Damit sollen dann off-line Lagerstrategien im Zeitraffer durchgespielt werden können, um im realen Einsatz auf optimale Strategien zurückgreifen zu können.

Das Projekt wurde im März 1996 begonnen.

Zunächst mußten in Abstimmung mit ABB und einem Kunden von ABB geeignete Rechner für die off-line Simulation ausgewählt werden. Dann begannen Entwurf und Implementierung der Simulation.
Zugleich mußte auf dem Rechner das von ABB zugelieferte Lagerverwaltungssystem (LVS) samt Oracle-Datenbank und interner und externer Kommunikation auf Basis MQS zum Laufen gebracht werden. Das erwies sich als äußerst kompliziert, zumal auch das System auf den Rechnern vom Kunden von ABB (anderer Typ als hier verwendet) noch nicht zufriedenstellend lief. Dies ist aber Voraussetzung dafür, daß das Simulationssystem sich testen läßt. Es wurde deshalb schließlich ein eigenes Kommunikationssystem implementiert, das seit Anfang 1997 zuverlässig läuft.

Im Berichtsjahr wurden

- in das Simulationssystem Wertesammler für Statistiken der Kran- und LKW-Bewegungen eingebaut
- eine Benutzeroberfläche für die Handhabung der Simulation implementiert
- die Datenbank für die Initialisierung angebunden
- Übertragungsmechanismen des Lagerbestands aus der Realität in die Simulation gebaut
- die Integration der MMK des Lagerverwaltungssystems in die Simulation vollzogen

- für den Kunden von ABB ein Modell in Simple++ des Stranggußlagers mit Lager spiegel, Kranbewegungen und LKW-Beladung erstellt
- das Modell mit Wertesammlern für Statistiken ausgerüstet.

Geplant sind:

- Ergebnisauswertung von Simulationsläufen aus der MMK heraus
- Beschleunigung der Simulation durch gezielte Änderungen im LVS, das z. Zt. die Geschwindigkeit der Simulation bestimmt.
- Abschluß der Studie für den Kunden von ABB

Verwendung der zugewiesenen Mittel:

Gesamtsumme für 1 1/2 Jahre:	242.000,-- DM
davon für 1997 :	96.0000,-- DM
Sachmittel:	Software
Personalmittel:	1 wissenschaftlicher Mitarbeiter (Dipl.-Inform. Markus Berg) 3 studentische Hilfskräfte

4.6 AG Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK) (Prof. Dr. G. Warnecke)

Informationssysteme zur Unterstützung des Life-Cycle-Engineering in der recycling-gerechten Produktentwicklung

Die Forderung nach umweltverträglichen, recyclinggerechten Produkten gewinnt durch die Ressourcenverknappung, gesetzliche Auflagen sowie eine zunehmende Sensibilisierung der Bevölkerung an Bedeutung. Daher sind umweltrelevante Aspekte zukünftig als integraler Bestandteil der Produktentwicklung anzusehen und dementsprechend im Konstruktionsprozeß zu berücksichtigen.

Ziel des Forschungsprojektes ist es, die recyclinggerechte Produktentwicklung durch den Einsatz eines dynamischen und wissensbasierten Informations- und Kommunikationssystems effizienter und effektiver zu gestalten. Dadurch soll insbesondere erreicht werden, daß Produkte zukünftig so gestaltet werden, daß sie in den Recyclingprozessen bei hoher Werterhaltung ökonomisch in den Produktkreislauf zurückgeführt werden können.

Der Konstrukteur soll entwicklungsbegleitend sowie problem- und zielorientiert auf die ihm zur Verfügung gestellten Informationen innerhalb des Produktentwicklungsprozesses zugreifen können. Dabei kann sowohl er als auch ein kooperierendes Recyclingunternehmen die Datenbasis pflegen, was unmittelbar dazu beiträgt, daß neue Entwicklungen im Recycling und der Produktentwicklung in das Informationssystem einfließen. Unterstützend wird eine Fallbasis angeboten, die dem Konstrukteur als Mittel der Entscheidungsunterstützung dienen kann.

Der Aufbau des Informationssystems ist modular gestaltet, so daß eine Weiterentwicklung bzw. eine Erweiterung um zusätzliche Systemmodule, wie beispielsweise die Integration von CSCW-Technologien, erfolgen kann.

(Gillet-Stiftung: 97 TDM für 18 Monate)

Informationsmanagement in der Arbeitsplanung durch technisch unterstützte Rückkopplungs- und Informationspflegeprozesse (Regelkreisbasiertes Informationsmanagement)

Innerhalb der Prozeßkette der technischen Produktentstehung spielen aktuelle und fehlerfreie Informationen zum richtigen Zeitpunkt eine wichtige Rolle. Insbesondere im Bereich des Prozeß-Engineering, wo die meisten Informationen in der technischen Produktentstehung gehandhabt werden müssen, ist die Rolle der **Aktualität und Fehlerfreiheit von Informationen** die wichtigste Voraussetzung für alle Entscheidungsprozesse. Korrekte und aktuelle Informationsbestände sind die Basis für qualitativ hochwertige Planungsergebnisse und Effizienz der Planungsaktivitäten. Beides wiederum ist die Bedingung für die Erhöhung der Produktqualität und die Senkung von Produktionskosten und -zeiten. Darüberhinaus können Aktualität und Fehlerfreiheit der Informationsbestände auch positiv auf Motivation und Zufriedenheit der Mitarbeiter wirken. Dies gilt sowohl direkt in den planenden Bereichen, in denen für Mitarbeiter eine bessere Planungsgrundlage zur Verfügung steht, als auch während des Produktionsanlaufs, wo mit besseren Vorgaben gearbeitet werden kann, die sich durch persönliche Vorschläge (Feedback) weiter optimieren lassen.

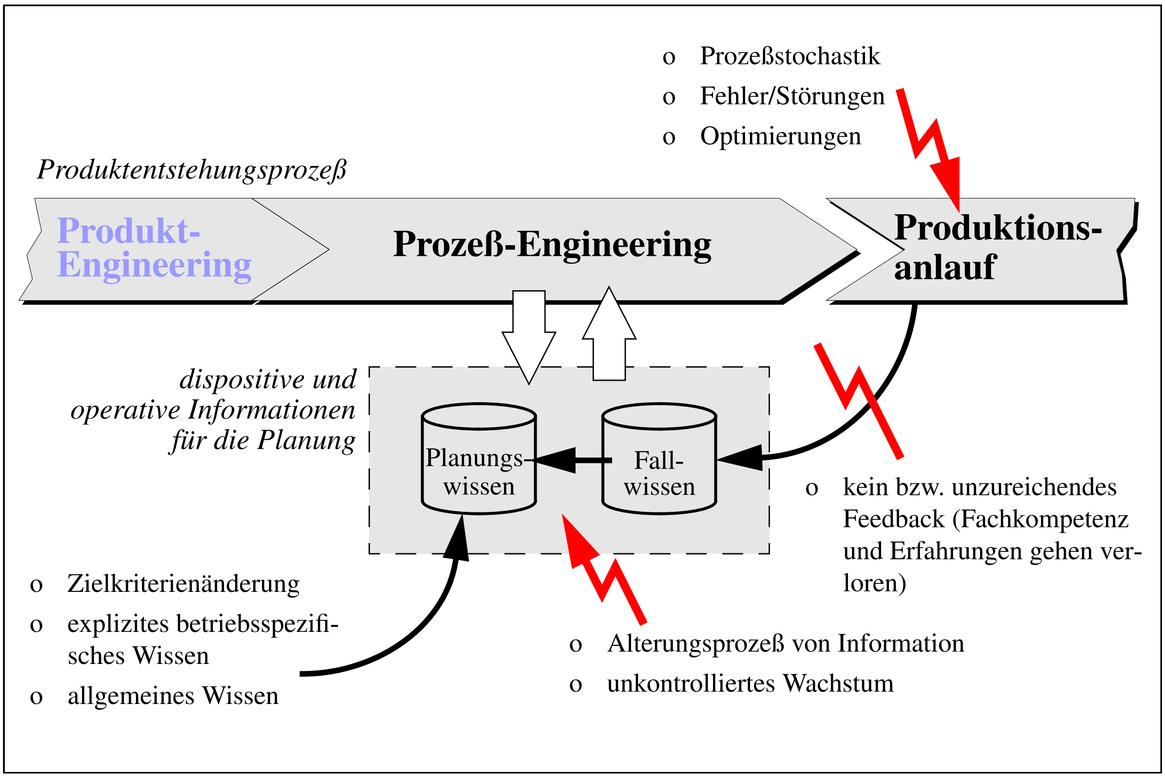


Abb. 1: Informationsmanagement-Defizite im heutigen Produktentstehungsprozeß

Das übergeordnete Ziel beim Umgang mit Information im Produktentstehungsprozeß muß es sein, zur Durchführung von Aktivitäten **aktuelle, fehlerfreie Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort** zur Verfügung zu stellen. Darüberhinaus müssen vorhandene

Informationen aufgrund der Gefahr von Veraltung und Konsistenzverlust systematisch bewirtschaftet werden, um ihren Wert zu erhalten und gegebenenfalls zu steigern.

Auf der Grundlage einer **ganzheitlichen Datenebene**, die im bisherigen Verlauf des Vorhabens erarbeitet wurde, sollen weitere Funktionen des Informationsmanagements realisiert werden. Die Datenebene besteht aus mehreren Teilmodellen, die Elemente des Systems "Prozeß-Engineering" konkretisieren und detaillieren. Die einzelnen Teilmodelle wurden auf der Basis eines integrierten Prozeßmodells der Produktion entwickelt und sind bereits an beispielhaften Funktionen des Informationsmanagements validiert: Durch den Aufbau einer Rückmeldefunktion für NC-Programmänderungen aus dem Produktionsanlauf in das Prozeß-Engineering und die Abbildung der Rückkopplungsnachrichten auf Objekte der Datenebene konnte die Tragfähigkeit der entwickelten Konzepte und Datenstrukturen aufgezeigt werden.

Um aus den bestehenden Vorarbeiten ein durchgängiges System zum Informationsmanagement im Prozeß-Engineering zu entwickeln, sollen weitere Funktionen zur Pflege der auf der Datenebene abgebildeten Informationen und zum Zugriff durch den Planer entwickelt werden. Ziel ist es, auf der einen Seite einen **Arbeitsplatz zur Pflege und Weiterentwicklung von rechnergestützt vorliegenden Planungsinformationen** zu schaffen sowie auf der anderen Seite dem Planer ein leistungsfähiges **Assistenzsystem** an die Hand zu geben, das ihn bei der Planung und Gestaltung der Fertigungsprozesse (Prozeß-Engineering) unterstützt.

(DFG: 216 TDM für 24 Monate)

Methodische Produktentwicklung durch Informationskreisläufe zwischen Geräteherstellern und Recyclern

Große Zeitspannen zwischen Produktentwicklung und Recycling stellen besondere Anforderungen an die Gestaltung von Produkten und deren Ursprungs- und Zustandsdokumentation. Die stetige Weiterentwicklung der Recyclingtechnologie, eine umweltorientierte Produktion und die Veränderungen eines Produktes durch und während des Gebrauchs müssen in eine recyclinggerechte Produktgestaltung eingehen. Zukünftige Recyclingprozesse sind heute schon als Visionen und Szenarien vorauszudenken und durch präventive Maßnahmen zu unterstützen. Derartige präventive Maßnahmen beziehen sich auf die Werkstoffauswahl und -kombination, die Demontage, aber auch auf die Oberflächenbehandlung und den Korrosionsschutz.

Technologische Allianzen und interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Entwicklungsteams und Recyclern ermöglichen und sichern den notwendigen Know-how-Transfer. Mit Hilfe eines dynamischen Kooperationsmodells zwischen Produktentwicklung und Recycling sollen Überlegungen und Entwicklungen zukünftiger Strategien im Recycling und zukünftige Recyclingtechnologien die Produktgestaltung wesentlich mitbestimmen.

Dieses dynamische Kooperationsmodell ist gekennzeichnet durch das Einbringen von Erfahrungs- und Technologiewissen des Recyclers in den Produktentwicklungsprozeß, wodurch Produkte im Sinne zukünftiger Recyclingprozesse recyclinggerechter gestaltet werden. Gleichzeitig werden dem Recyclingpartner produktbeschreibende Informationen als Basis der Planung ökonomischer und ökologischer Recyclingprozesse übermittelt. Sich verändernde Rahmenbedingungen, wie die Entwicklung neuer Recyclingtechnologien, neue Trends auf dem Markt für Sekundärprodukte oder sich ändernde gesetzliche Bestimmungen, können in das Kooperationsmodell einfließen.

Im Rahmen des Projekts wurde ein Leitfaden entwickelt, der den Aufbau eines Informationstransfers zwischen Geräteherstellern und Recyclern unterstützt.

Innerhalb des Leitfadens werden auftretende Probleme bei der Integration von Recycling-Know-how in den Produktentwicklungsprozeß angesprochen und Lösungsalternativen gegeben. Darüberhinaus wurde ein Referenz-Katalog entwickelt, der Anforderungen an die Gestaltung recyclinggerechter Produkte enthält. Aufbauend auf dem Referenz-Anforderungskatalog wurde ein Referenz-Produktdatenumfang erstellt, der bei Übermittlung vom Gerätehersteller zum Recycler Recyclingprozesse planbar macht und damit deren ökologische und ökonomische Optimierung ermöglicht.

Um die Informationskreisläufe effizienter und effektiver zu gestalten, ist geplant, in den verschiedenen Prozessen verstärkt moderne Informations- und Kommunikationstechnologien einzusetzen. Damit soll erreicht werden, daß das durch das Recycling zusätzlich entstehende Informationsvolumen optimal in der Produktentwicklung und im Recyclingprozeß genutzt werden kann.

(DBU: 597 TDM für 24 Monate)

Qualitätsoffensive

Das FBK führt mittlerweile seit Anfang 1994 Aktivitäten im Rahmen der „Qualitätsoffensive in der rheinland-pfälzischen Industrie“ durch. Entsprechende Aufgaben finden sich wieder in qualitätsmanagement-bezogener Beratung, der Organisation und Durchführung von Arbeitskreistreffen sowie in einem vom Land geförderten Verbundprojekt mit dem Thema „Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit rheinland-pfälzischer Unternehmen durch den Einsatz einer Qualitätsmanagement-Systematik zur ganzheitlichen Gestaltung von Qualitätspolitik, Produkt- und Prozeßqualität“.

Im Mittelpunkt des Arbeitskreises, an dem ca. zehn mittelständische Firmen aus Rheinland-Pfalz teilnehmen, stand im Jahre 1997 das Thema „Wissensmanagement und Computer Supported Cooperative Work (CSCW)“. Die Arbeitskreissitzungen wurden vom FBK durch zahlreiche Vorträge und Präsentationen im lehrstuhleigenen CSCW-Labor unterstützt. Dazu gehörten im einzelnen Themen wie Dokumentation und Dokumentenmanagement, Lotus Notes, Workflow-Management, Video Conferencing, Data Warehousing, Data Mining und Information Filtering.

Im o. g. Verbundprojekt arbeiten acht Firmen an unterschiedlichen, großteils auch durch neue IKT geprägten Aufgabenstellungen mit dem FBK zusammen. Beispiele dafür sind die Lieferantenintegration in die Produktentwicklung mit Hilfe des Inter- und Intranet, die rechnergestützte Erstellung eines Entwicklungs- und Konstruktionshandbuchs unter Berücksichtigung relevanter Normen und Richtlinien, die Prozeßsicherung u. a. unter Nutzung neuer Möglichkeiten der Statistischen Prozeßregelung - SPC, neue Unterstützungsmöglichkeiten durch IKT im Bereich externes Fehlermanagement sowie die Fehlermöglichkeits- und Einflußanalyse.

(MWVLW: 496 TDM für 3 Jahre)

Analyse und Modellierung des dynamischen Prozeß- und Systemverhaltens bei der Schleifbearbeitung

Der Schleifprozeß beinhaltet zahlreiche makroskopische und mikroskopische Anregungsmechanismen die zu dynamischen Prozeßverhalten führen. Diese Anregungen führen in Abhängigkeit vom jeweiligen Systemverhalten, insbesondere bei der Bearbeitung von Werkstoffen mit hoher Steifigkeit und geringer Dämpfung, wie z.B. Hochleistungskeramik, zu Prozeßwirkungen, welche die Lebensdauer der Systemkomponenten und Werkzeuge, vor allem aber das Arbeitsergebnis der Bauteile entscheidend beeinflussen. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Vermeidung von störenden Prozeßwirkungen durch die Prozeßdynamik beim Schleifen sprödharter Hochleistungswerkstoffe mit hochharten Schleifscheiben in Bezug auf Oberflächengüte, Randzoneneigenschaften und Verschleiß.

In diesem Forschungsvorhaben wird das Prozeßverhalten untersucht und empirisch sowie analytisch modelliert. Die analytische Modellierung der dynamischen Vorgänge in der Kontaktzone, insbesondere des Verhaltens der Schleifscheibe hat dabei eine wesentliche Bedeutung, da diese nicht direkt beobachtbar sind. Hauptwerkzeug für diese Modellierung ist die Methode der Finiten Elemente. Zur Optimierung der Konstruktionsparameter der Schleifscheibe, im wesentlichen Grundkörper- und Bindungselastizitätsmodul sowie Dämpfungseigenschaften, bei gegebenen Schleifkorneigenschaften, sind dabei umfangreiche statische und transiente Modellrechnungen notwendig, die durch rechnerische Modal- und Frequenzgangsanalysen ergänzt werden. Bereits einfachste zweidimensionale Modelle für transiente Rechnungen haben dabei fast 10.000 Freiheitsgrade, obwohl sie den inhomogenen Schleifbelag als homogenes Kontinuum annähern, das axiale Schwingungsverhalten vernachlässigen und eine nur für relativ niedrige Schwingfrequenzen hinreichend genaue örtliche Verformungsauflösung bieten. Genauere, dreidimensionale FE-Modelle erfordern, auch bei rechenzeit- und speicherplatzoptimiertem Aufbau, modernste Software und erhebliche Rechenleistung sowie sehr große Festplattenkapazitäten.

(DFG: 274 TDM für 24 Monate)

Entwicklung eines Prozeßsicherungssystems auf der Basis Künstlicher Neuronaler Netze und Fuzzy-Logik

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Konzeptes zur Prozeßsicherung am Beispiel der Drehbearbeitung, indem aus Körperschall- und Motorstrommessungen Methoden zur Prozeßidentifikation und -prognose abgeleitet werden. Auf der Grundlage meßtechnischer Informationen und steuerungsinterner Daten soll das System eine Prozeßregelung ermöglichen, die der präventiven Sicherung des Arbeitsergebnisses, insbesondere der Oberflächenqualität und der Maßhaltigkeit, dienen. Als Ansatz zur automatischen Regelung unterschiedlicher Prozeßparameter wird ein kombiniertes System auf Basis Künstlicher Neuronaler Netze und der Fuzzy-Logik gewählt. Aus den Meßdaten soll weiterführend eine Prognose über den Zustand und die Sicherheit des Prozesses für nachfolgende Bearbeitungszyklen erstellt werden. Mit dem Aufbau einer Datenbasis kann diese Form der Prozeßprognose zur Bewertung und Optimierung der Prozeßgestaltung, aber auch zur Fertigungsplanung herangezogen werden. Am Beispiel eines ausgewählten Bearbeitungsprozesses soll die Leistungsfähigkeit dieses Prozeßsicherungssystems unter praxisnahen Bedingungen überprüft werden.

Innerhalb dieses Forschungprojektes werden folgende rechnerintegrierte Anwendungen durchgeführt:

- o Modellierung des statischen und dynamischen Verformungsverhaltens der CNC-Drehmaschine mit Hilfe der FE-Methode an einer Workstation
- o Meßtechnische Erfassung hochfrequenter Körperschall- und Motorstromsignale mit einem Meß-PC mit intergrierter AD-Wandlung und Datenvorverarbeitung zur Merkmalsselektion und Extraktion auf einer Workstation
- o Aufbau eines Neuro-Prozeßmodells in einer Workstation für die Online-Prognose des Prozeßverhaltens
- o Aufbau eines Prozeßleitrechners zur DNC-Ankopplung an die Werkzeugmaschine und Prozeßoptimierung mit Hilfe eines Fuzzy-Logik-Reglers in einem PC
- o Erarbeitung eines Prozeßsicherungssystems für variable Prozeßparameter auf der Basis selbstlernender Expertensysteme

(DFG: 196 TDM für 2 Monate)

Modellierung und Simulation von Schleifprozessen

Die Modellierung und Simulation fertigungstechnischer Prozesse gewinnt vor dem Hintergrund ständig steigender Anforderungen an die Reproduzierbarkeit und Qualität des Arbeitsergebnisses, an die Stabilität des Prozeßverhaltens sowie die Planungs- und damit Kostensicherheit im Bereich der Fertigungstechnik zunehmend an Bedeutung. Dabei ermöglicht die Leistungsfähigkeit moderner Hochleistungsrechner die Abbildung komplexer Prozesse, woraus sich im folgenden die Möglichkeit einer ganzheitlichen Prozeßanalyse und -bewertung ergibt. Insbesondere für das Fertigungsverfahren Schleifen, bei dem die komplexen Vorgänge im Schneidenraum und die Wirkzusammenhänge, im Gegensatz zum Spanen mit geometrisch definierter Schneide, nur schwer visualisiert werden können, stellt die Modellierung und Simulation ein geeignetes Instrument zur systematischen Prozeßanalyse und -bewertung Prozeßauslegung und -optimierung dar.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Erhöhung der Prozeßstabilität von Schleifprozessen mit hochharten Schleifscheiben auf der Grundlage einer numerischen Simulation des Schleifprozesses.

Auf der Basis rechnergestützt erstellter Modelle zur Beschreibung von Schleifscheibentopographien und der Prozeßkinematik und Implementierung dieser Modelle in Simulationsprogrammen kann das Prozeßverhalten eines Schleifprozesses durch die Berechnung grundlegender Kennwerte zur Beschreibung der Trenn- und Spanentstehungsvorgänge sowie der aktiven Schneiden einer Schleifscheibe analysiert und bewertet werden. Dies ermöglicht einerseits die systematische quantitative Analyse der Einflußsensitivität der Schleifscheibentopographie und der Prozeßparameter auf die das Schleifverhalten beschreibenden Spanungskenngrößen. Andererseits kann die Einflußsensitivität der Spanungskenngrößen und der Prozeßwirkungen gegenüber verschleißbedingten Änderungen der Schleifscheibentopographie unter Berücksichtigung der als Übertragungsfunktion anzusehenden Prozeßkinematik untersucht und bewertet werden.

Die Modellierung und Simulation fertigungstechnischer Prozesse ermöglicht somit mit Hilfe mathematischer Algorithmen und numerischer Methoden die Quantifizierung der Wechselwirkungen zwischen den Einfluß- und den Wirkgrößen des modellierten Prozesses. Aufbauend auf der Kenntnis der Wirkzusammenhänge und deren Formalisierung in mathematischen Modellen können dann Konzepte zur Prozeßführung und -regelung, z. B. zur Berechnung der zur Prozeßstabilisierung erforderlichen Anpassung der Einstellgrößen eines Schleifprozesses erarbeitet werden.

(DFG: 225 TDM für 24 Monate)

Prozeßsicherheit und Reproduzierbarkeit in der Prozeßkette keramischer Bauteile

Ziele des Verbundvorhabens „Prozeßsicherheit und Reproduzierbarkeit in der Prozeßkette keramischer Bauteile“ sind der prozeßorientierte Informationsfluß, die technologische Gestaltung sowie die fertigungstechnische Realisierung der Prozeßkette und deren Einzelprozesse bei der Serienherstellung keramischer Bauteile.

Unter reproduzierbaren Prozeßbedingungen sollen definierte Produktanforderungen hinsichtlich vorgegebener Qualitätsmerkmale sowie gleichzeitiger Kosten- und Zeiteffizienz erreicht werden. Die ganzheitlich zu optimierende durchgängige Prozeßkette umfaßt alle Einzelprozesse sowie die sie verbindenden Schnittstellen mit den werkstückrelevanten Parametern als Eingangs- und Ausgangsgrößen der jeweils nachfolgenden Einzelprozesse. Das erwartete Ergebnis des Verbundvorhabens sind allgemeine Richtlinien, die als Grundlage für ein Informations- und Wissenssystem zur rechnergestützten Gestaltung von Produkt und Prozeßkette bei der Herstellung keramischer Bauteile dienen.

Bei den Messungen in allen Bereichen der Prozeßkette fallen eine Vielzahl unterschiedlicher Daten an, die mit rechenintensiven statistischen Verfahren, umfangreichen Datenbanken und digitaler Signalanalytik ausgewertet werden. Diese Daten werden bei mehreren Industriepartnern vor Ort erhoben und später am Institut verarbeitet. Daher müssen Meßrechner und Hardware transportabel und flexibel verfügbar sein. Zur Erfassung von Online-Prozeßdaten, etwa aus Schallemissions-, Verlagerungs- und Schwingungsmessungen, wird in den Bearbeitungsmaschinen eine umfangreiche Sensorik eingesetzt. So fällt bei jeder multisensoriellen Einzelmessung ein Datenaufkommen von ca. 10 MB an, was nur mit entsprechend leistungsfähigen Meßrechnern und -Karten zu bewältigen ist. Für die umfassende Beobachtung eines Serienausschnitts sind ca. 150 solcher Einzelmessungen erforderlich.

Zusätzlich zu den Prozeßdaten werden Meßdaten aus allen Teilschritten der Prozeßkette erhoben, in Datenbanken abgelegt und ausgewertet. Im Projektverlauf wird mit einem Datenaufkommen von ca. 20 GB gerechnet, so daß Speichersysteme für große Datenmengen und entsprechende Workstations für die Auswertung unerläßlich sind.

(BMBF: 691 TDM für 34 Monate)

Bearbeitungsbedingte Oberflächenbildung und tribologische Eigenschaften keramischer Bauteile (Ultraschallunterstütztes Schleifen von Hochleistungskeramik)

Das ultraschallunterstützte Schleifen stellt eine Modifikation des konventionellen Schleifprozesses dar, bei dem das Werkstück senkrecht zur Schnittrichtung zum Schwingen mit Ultraschallfrequenz angeregt wird. Diese Werkstückschwingungen mit einer Amplitude von bis zu 30 m bewirken eine sinusförmige Eingriffsbahn des Einzelkornes. Die sinusförmigen Eingriffsbahnen benachbarter Einzelkörner haben zur Folge, daß sich die Eingriffsbahnen überlagern und es zu einem Freischneiden der Körner kommt. Hierdurch wird der

Materialabtragsprozeß und die dadurch entstehende Oberflächenmikrostruktur verändert.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, durch ultraschallunterstütztes Schleifen beim Flach- und Außenrundschleifen die Oberflächenmikrotopographien und die Randschichteigenschaften von tribologischen Funktionsflächen an mechanisch beanspruchten Bauteilen aus Siliciumcarbidkeramik so zu beeinflussen, daß der Schädigungsgrad im Vergleich zu konventionell geschliffenen Oberflächen definiert geringer ist.

Zur Untersuchung des Materialabtrages und der entstehenden Oberflächenmikrotopographie ist die Kenntnis des Anteiles an schneidendem und freiem Eingriff der Einzelkörner notwendig. Dieser Anteil läßt sich nur mit einer Simulation des Schneideneingriffs im Werkstück bestimmen. Hierzu wird ein im Projekt „Modellierung und Simulation von Schleifprozessen" entwickeltes Simulationsprogramm um die Kinematik des ultraschallunterstützten Schleifens ergänzt. Die simulierte und im realen Schleifprozeß erzeugte Oberflächenmikrotopograpie wird mit Hilfe von dreidimensionalen Oberflächenkennwerten bewertet. Hierzu werden die durch die Simulation erzeugten, bzw. die durch eine dreidimensionale Abtastung realer Werkstückoberflächen gewonnenen Topographiedaten in einem auf einer Unix-Workstation entwickelten Programmsystem zur dreidimensionalen Oberflächenkennwertbildung bewertet.

Mit Hilfe der beiden Systeme ist somit die Untersuchung des Materialabtrages und der entstehenden Oberflächenmikrotopographien und somit eine Optimierung des ultraschallunterstützten Schleifens möglich.

(DFG: 128 TDM für 12 Monate)

Evolutionäre, objektorientierte Prozeßmodellierung

Die derzeitige Situation auf den Märkten ist durch einen verschärften Wettbewerb bei geringer Nachfrage gekennzeichnet. Dies führt zu einer sich beschleunigenden Anforderungsspirale der Größen Zeit, Kosten und Produktqualität. Insbesondere Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung werden hier besonders hart getroffen.

In diesem Zusammenhang entstand eine Reihe von Konzepten wie Lean Production, Total Quality Management oder Just In Time, die die Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses erhöhen und den Kundenanforderungen verstärkt Rechnung tragen. Durch Einbeziehung administrativer, der Fertigung und Montage vor- und nachgelagerter Bereiche, wird eine ganzheitliche Betrachtung erreicht. Bei Reorganisationsprojekten orientieren sich die Verantwortlichen zunehmend an Prozessen bzw. Prozeßketten sowie an den bearbeiteten Objekten.

Ein Grundsatz, der vielen Konzepten zugrundeliegt, ist die Konzentration auf den Kern der Produktion, den Produktionsprozeß, der -als ganzes betrachtet- oft durch große Komplexität gekennzeichnet ist.

Dennoch bleibt als weiteres Kennzeichen von Produktionsprozessen eine geringe Stabilität, die eine entsprechend schwierige Planung und Steuerung zur Folge hat.

Ziel dieser Forschung ist es, grundlegende Erkenntnisse in der rechnergestützten, prozeßorientierten Modellierung zu gewinnen und diese, im Sinne einer Generalisierung, auf anwendungsspezifische Prozesse, z.B in der Logistik, zu übertragen. Ferner sollen die Arbeiten zu einer optimalen, weitestgehend stabilen Kombination aus kundenneutralen und kundenauftragsbezogenen Alternativen der Produktionsregelung führen, die eine dynamische Adaption an unternehmensspezifische Gegebenheiten erlaubt. Dieser konkrete Nutzen der evolutionär angelegten Modellierung und Simulation wird sich aus der Untersuchung von Auswirkungen unterschiedlicher Auftragskombinationen aus konkreter Kundenanforderung und Prognose ergeben, die sich auf das Zusammenspiel der Ressourcen, insbesondere im Hinblick auf die Durchlaufzeit und die Bestände im Unternehmen richtet.

Die grundsätzlichen Aufgaben in der Modellierung von Produktionsprozessen liegen zunächst in der Übertragung der technischen Regelungstechnik in die Produktionstechnik und in der Übertragung der mathematischen Zuverlässigkeitstheorie in die Produktionstechnik. Beide Gebiete erfordern eine sorgfältige Untersuchung der Randbedingungen.

Bezüglich der Regelungstechnik ist es von entscheidender Bedeutung, wie gut die Größen, die in der Regelungstechnik zur Beschreibung der Systemmodelle zu Hilfe genommen werden, in die Produktionstechnik transformiert werden können. Das bedeutet, in der Modellierung von Produktionsprozessen müssen die entsprechenden Größen definiert werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Integrierung metaheuristischer Optimieralgorithmen, wie Genetische Algorithmen, in die Produktionsregelung. Hier ist ausschlaggebend, wie gut die Problematik der Produktionsplanung und -regelung in den entsprechenden Mechanismus der Optimierung codiert werden kann.

Zur Validierung der auf diese Weise eingesetzten Modelle und Regelungsverfahren dient die Computersimulation, die es erlaubt komplexere Produktionsabläufe, deren internen und externen Zusammenhänge analytisch nicht erfaßt werden können, zu untersuchen. Ferner ist der Einsatz numerischer Optimierverfahren, wie Genetische Algorithmen, ohne massive Rechnerunterstützung nicht sinnvoll realisierbar.

(DFG: 116 TDM für 12 Monate)

Modellierung mechanischer und thermoelastischer Werkstückverformungen zur Optimierung der Fertigungsgenauigkeit beim Hartdrehen

Spanende Verfahren mit geometrisch bestimmter Schneide weisen gegenüber dem Schleifen ökonomische und ökologische Vorteile auf. Bei der Zerspanung harter Werkstoffe schränken jedoch elastische Verformungen der Systemelemente der Werkzeugmaschine, wie Werkstück und Werkzeug, bedingt durch hohe Kräfte und hohe Temperaturen, die erreichbare Fertigungsgenauigkeit ein. Die im Prozeß entstehenden Verformungen bewirken eine Verlagerung zwischen der Schneidkante und dem zu bearbeitendem Werkstück, die zu Form- und Maßabweichungen des Werkstücks führt. Ziel dieses Projektes ist die Optimierung der Fertigungsgenauigkeit durch Modellierung der Systemelemente unter mechanischen und thermischen Einflüssen. Dabei werden Experimente zur Validierung der Ergebnisse durchgeführt. Die Ermittlung funktionaler Zusammenhänge zwischen den Prozeßeinflußgrößen ist eine Voraussetzung für die Modellierung der elastischen Verformungen.

Die Modellierung der Elemente und die experimentellen Untersuchungen ermöglichen die Erstellung eines Prozeßmodells, das durch Simulation Richtlinien für die Gestaltung und Auslegung von Zerspanprozessen bei harten Werkstoffen liefert.

Für die Modellierung der Systemelemente wird die Methode der Finiten Elemente verwendet. Da das Systemverhalten unter thermischen und mechanischen Einflüssen modelliert wird, und sowohl transientes als auch statisches Prozeßverhalten auftritt, sind umfangreiche Modellrechnungen notwendig. Je nach Systemelement werden zwei- oder dreidimensionale Finite-Elemente-Modelle verwendet. Im weiteren Projektverlauf wird auch das nichtlineare Werkstoffverhalten berücksichtigt, um das Verhalten der Systemelemente bei mechanischer und thermischer Beanspruchung unter realistischen Bedingungen zu modellieren. Dazu bedarf es hoher Rechnerleistung und großer Festplattenkapazitäten.

(DFG: 224 TDM für 24 Monate)

Umsetzung von Sekundärproduktion

Die Beeinträchtigung der natürlichen Umwelt durch Produkte und Produktion erfordert zunehmend die Realisierung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Einen wesentlichen Beitrag dazu können industrielle Recyclingprozesse liefern, die auch als Sekundärproduktion bezeichnet werden. Im Rahmen des Forschungsvorhabens soll ein zuvor entwickeltes Konzept zur Gestaltung von Sekundärproduktion in drei Industrieunternehmen umgesetzt, evaluiert und erweitert werden. Darüberhinaus ist ein Leitfaden zu entwickeln, der es Unternehmen erlaubt, selbständig eine Sekundärproduktion einzuführen.

Dabei stellt die Planung und Steuerung der Sekundärproduktionsprozesse ein wesentliches Element der Forschungsaktivitäten dar. Im Vergleich zu herkömmlichen Produktionsprozessen ist die Sekundärproduktion durch erheblich stärkere Unsicherheiten gekennzeichnet. Weder der Zustand des zu rezyklierenden Produktes noch der zu planende Recyclingprozeß sind dem Unternehmen bei der Auftragserteilung bekannt. Darüber hinaus sind die Altproduktmengen sowie der Zeitpunkt des Wareneingangs nur schwer zu prognostizieren. Wird die Sekundärproduktion beim Gerätehersteller installiert, so ist es erforderlich, ein PPS-System bereitzustellen, mit dem sowohl die Primär- als auch die Sekundärproduktion geplant und gesteuert werden kann. Ein solches Produktions- und Recyclingplanungs- und -steuerungssystem existiert jedoch bislang nicht. Im Rahmen des Projektes werden daher zunächst die Anforderungen an ein solches PRPS-System ermittelt, anschließend ein Systemkonzept entwickelt und in Form eines Prototypen realisiert. Damit soll ein Beitrag für die effiziente Planung und Steuerung von Recyclingprozessen geleistet werden.

(MWVLW: 158 TDM für 14 Monate)

Technologie-Transfer in Rheinland-Pfalz durch das Centrum für Produktionstechnik, CIM-Centrum Kaiserslautern CCK

Als Nachfolge des bereits überregional bekannten CIM-Centrums Kaiserslautern, das im Jahre 1988 an der Universität Kaiserslautern gegründet wurde, entstand Mitte 1993 an gleicher Stelle das Centrum für Produktionstechnik.

Dieses Centrum besteht aus Mitarbeitern der beiden Lehrstühle für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation sowie Produktionsautomatisierung und wird von den Lehrstuhlinhabern Prof. Dr.-Ing. G. Warnecke und Prof. Dr.-Ing. D. Zühlke geleitet.

Unter Förderung des Ministeriums für Wirtschaft und Verkehr des Landes Rheinland Pfalz wurde 1993 das Centrum für Produktionstechnik (CCK) als Technologietransferstelle in der Produktionstechnik gegründet.

Schwerpunkte der Forschungsaufgaben liegen einmal im Bereich Produktionsautomatisierung, der Handhabungs- und Montagetechnik, der numerischen und graphischen Simulation, und der Steuerungen und Fabriknetze, zum weiteren im Bereich der Produktionssimulations- und -informationssysteme, der Organisation und des methodischen Requirements Engineering (Pflichten- / Lastenhefterstellung für EDV-Systeme, schwerpunktmäßig in der Produktion) und der prozeßorientierten CAD / CAP / CAM - Integration.

Das Centrum beschäftigt sich mit dem Technologietransfer und Forschungsprojekten im industrienahen Bereich. Neben Seminaren, Demonstrationen, Workshops und Orientierungsberatungen werden eine Reihe konkreter Industrieprojekte durchgeführt. Daneben existiert mit dem Arbeitskreis Innovative Technologie, dem eine Reihe von mittelständischen Unternehmungen angehört, ein Forum zum Informationsaustausch, zum Aufzeigen neuer Trends und eine Basis für Synergieeffekte.

Im DV- und DV-nahen Bereich existieren Kooperationen mit zwei Software-Häusern, womit ein Multiplikatoreffekt bei der Verbreitung von DV-technischem Know-how in die insbesondere Mittelständische Industrie erreicht wird.

Die Arbeit des Zentrums ist nach der ersten Phase, die Mai 1995 ausgelaufen ist, in die 2. Phase übergegangen, in der insbesondere ein weiterer Ausbau der vorhandenen Demonstrationssysteme (im Bereich CAD, CAP, CAQ, Fertigung und PPS) stattfinden soll. Zusätzlich sollen neue DV-Technologien aus dem Bereich der rechnerunterstützten Teamarbeit (CSCW, Computer Supported Cooperative Work) aktiv für den Technologietransfer genutzt werden.

(MWLVW: ca. 410 TDM, Industrie: ca. 833 TDM für 2 Jahre)

Thermische und mechanische Beanspruchung der Schneidplatte beim Zerspanprozeß

Das Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide stellt hohe Anforderungen an die mechanische und thermische Belastbarkeit der Schneide bzw. den Schneidstoff. Die Belastungen sind abhängig von den Einstellparametern, der Werkstoff-/Schneidstoff- Kombination sowie der Geometrie der Schneidplatte und bestimmen das Verschleißverhalten an der Schneide. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Analyse und Bewertung des Verhaltens der Schneidplatte unter mechanischer und thermischer Beanspruchung.

Zur Modellierung des thermischen und mechanischen Verhaltens der Schneidplatte wird die Finite Elemente Methode verwendet. Zur Simulation der mechanischen Spannungen in den Wirkzonen der Spanentstehung und Reibungsverhältnisse auf der Span- und Freifläche der Schneidplatte wird die Materialtrennung und der Materialabtrag durch den Schneideneingriff modelliert. Die Ergebnisse der mechanischen Simulation dienen als Eingangsgröße für die nachfolgende Berechnung der thermischen Beanspruchung der Schneidplatte. Nichtlineare und viskoplastische Materialeigenschaften des Werkstoffes werden bei der Modellierung berücksichtigt. Um die Beanspruchungsverhältnisse realitätsnah abzubilden, sind eine ausreichende Anzahl von Finiten Elementen und eine lange Rechenzeit, sowie eine große Speicherkapazität unvermeidbar.

(Stipendium des koreanischen Kultusministeriums)

Arbeitskreis Innovative Produktionstechnik

Mit dem Arbeitskreis Innovative Produktionstechnik ist ein Forum geschaffen worden, in dem im Dialog zwischen Vertretern der beteiligten Unternehmen und des Centrums für Produktionstechnik Themenschwerpunkte für künftige Seminare und Projekte diskutiert werden. Ziel ist neben dem Erfahrungsaustausch und der Projektbetreuung die Nutzung von Synergieeffekten, indem Erfahrungen und Ergebnisse der Projekte in Form von Strategien und Vorgehensweisen den Teilnehmern zugänglich werden.

Im Jahre 1995 wurde der Erfahrungsaustausch auch vor Ort bei der Lufthansa Technik AG angestrebt. Im Mittelpunkt stand dabei das Thema PPS bei der Flugzeuginstandhaltung. Weitere Schwerpunkte im Rahmen von Workshops am CCK bildeten die Themen Prozeßsicherheit und Mensch-Maschine-Kommunikation in der Produktion.

Der Arbeitskreis führt die Arbeit des ehemaligen CIM-Arbeitskreises nahtlos fort.

Ziele: Unterstützung der Einführung rechnerintegrierter Produktion durch:

- Technologie-Transfer
- Erarbeitung von Schwerpunktthemen (z.B. PPS, CAD, CAP, CAM, CAQ, etc.)
- Weiterbildungsmaßnahmen
- Maßnahmenkoordination
- Unterstützung bei Betriebsanalysen
- Beratung bei der Umsetzung entwickelter Konzepte
- Kooperationsprojekte

Zielgruppe: Unternehmen des produzierenden Gewerbes

Nutzen für die beteiligten Unternehmen:

- Bestimmung der Schwerpunktthemen und Seminarinhalte und damit Schaffung gezielter Weiterbildungsmaßnahmen
- Information über Stand der Technik (z.B. EDV) und zukünftige Entwicklungen
- Informationsaustausch
- Marktübersicht gängiger Systeme und Konzepte
- Profitieren aus den Erfahrungen anderer
- Nutzen und Synergieeffekte bei der Entwicklung von Konzepten und Strategien
- Ansprechpartner für Projekte

Organisationsstruktur:

Der Arbeitskreis selbst wird von Vertretern der beteiligten Unternehmen und den Mitarbeitern des Centrums für Produktionstechnik gebildet. Er trifft sich regelmäßig, um die festgelegten Themenschwerpunkte in Form von Vorträgen, Diskussionen und Demonstrationen zu erarbeiten. Die Ergebnisse der Arbeitskreissitzungen münden in speziell auf die aktuellen Bedürfnisse ausgerichtete Maßnahmen, wie z.B. Seminare, Pilotprojekte etc.

(Industrie)

Industrieprojekt: Optimierung der Auftragsplanung in der Härterei

Zur Verbesserung der Auftragsplanung in der Härterei bei einem Unternehmen der Automobilzulieferindustrie wurden die Abläufe mit Hilfe des Simulationstools Simple++ abgebildet. Das Konzept zur Verbesserung der Auftragsplanung sieht die Vorhaltung der Daten und die Auftragserfassung mit Hilfe einer Datenbank vor. Für die Auftragsreihenfolge werden durch einen zu entwickelnden Optimierungsalgorithmus, der Endtermin, Priorität etc berücksichtigt, mehrere Möglichkeiten vorgeschlagen, die dann durch die Simulation auf die beste Durchlaufzeit hin überprüft werden.

(Industrie)

Industrieprojekt: Intranet-Technologie im Unternehmen

Intranets sind private Netzwerke, die Rechner auf der Basis von Internetprotokollen verbinden, selbst aber nicht Bestandteil des Internets sind. Sie ermöglichen den Austausch von Hypermedia-Informationen innerhalb von Unternehmen und stellen so das jeweils geeignete Medium für die interne Informationsversorgung bereit. Die Anzahl der Intranet-Implementierungen steigt zur Zeit so stark an, daß Softwareanbieter dieses Einsatzgebiet bereits als den größten Markt für ihre WWW-Anwendungen ansehen. Für den Einsatz von Intranets sprechen entscheidende Vorteile gegenüber anderen Informationssystemen wie z. B. ihre Flexibilität und die konsequente Verwendung offener Technologien.

Intranets lassen sich universell und für eine Vielzahl von Einsatzgebieten anwenden. Die zugrundeliegende Client-Server-Architektur, die durchgängige Offenlegung von Schnittstellen sowie die Verfügbarkeit plattformneutraler Programmiersprachen (Java) ermöglichen die rasche und effiziente Entwicklung nahezu beliebiger Anwendungen.

Der Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation beschäftigt sich mit der systematischen Auswahl und Einführung von Intranet-Systemen und -Komponenten zur Unterstützung von Geschäftsprozessen in Produktentwicklung und Produktion in Unternehmen. Besondere Schwerpunkte bilden hierbei die Planung und Konzeption eines ganzheitlichen Informationsmanagements zur Umsetzung in Intranet-Systemen sowie der Einsatz von Intranet-Technologie zur Unterstützung von Arbeitsgruppen. Aus diesen Forschungsaktivitäten heraus wurden im Berichtszeitraum zwei Projekte mit Industriepartnern durchgeführt:

- Für die Entwicklungs- und Konstruktionsabteilung eines Möbelbauunternehmens wurde ein Richtlinien- und Normeninformationssystem entwickelt, das allen Mitarbeitern am Rechnerarbeitsplatz zur Verfügung steht. Mit Hilfe der Intranet-Technologie hat jeder Mitarbeiter Zugriff auf relevante Normen für die jeweils aktuelle Aufgabe im Produktentwicklungsprozeß. Durch die Nutzung dieses Intranet-Systems kann eine höhere Effektivität der Entwicklungsarbeit, größere Sicherheit hinsichtlich der Beachtung geltender Richtlinien sowie eine bessere Qualität des Produkts gewährleistet werden.
- Zur Unterstützung der Geschäftsprozesse eines Unternehmens der Beratungsbranche wurde ein Konzept zur Verbesserung der Ablauforganisation durch die Einführung eines Intranets entwickelt. Dieses gemeinsam mit den Mitarbeitern des Unternehmens in Workshops erstellte Konzept wird derzeit in Pilotbereichen umgesetzt. Ziel der Intranet-Einführung ist die Bereitstellung einer durchgängigen Dokumentations- und Ablagesystematik für das Projektgeschäft, der Aufbau eines ganzheitlichen Wissensmanagements sowie die Verbesserung der Kommunikation innerhalb der Projektteams und mit externen Partnern.

Industrieprojekt: Analyse und Auswahl eines NC-Programmiersystems

An ein Unternehmen der Flugzeugindustrie wurde durch die Ausgliederung aus einem Konzernverbund die Aufgabe gestellt, eine flexible Fertigungszelle zu übernehmen und in die bestehenden Fertigungsstrukturen zu integrieren. Die Fertigungszelle bestand neben einem Hochregallager und verschiedenen Handarbeitsplätzen aus einem Fräsbearbeitungszentrum. Da das am ursprünglichen Standort benutzte NC-Programmiersystem nicht Bestandteil der Produktionsverlagerung war, mußte für die Inbetriebnahme des Fräsbearbeitungszentrums am neuen Standort ein NC-Programmiersystem beschafft werden.

Dazu wurde im ersten Schritt eine Analyse hinsichtlich der im Unternehmen vorhandenen NC-Programmiersysteme, der EDV-Netzwerke und der neuen Anforderungen durch das Fräsbearbeitungszentrum durchgeführt. Diese Analyse diente als Grundlage für die abteilungsübergreifende Erarbeitung eines durchgängigen technischen und organisatorischen Konzepts für die NC-Programmierung. Aus diesem Konzept wurden die für die Anbindung des Fräsbearbeitungszentrums an das Werkstattnetzwerk und die Durchführung der NC-Programmierung notwendigen Investitionen abgeleitet, Pflichtenhefte erstellt sowie die Beschaffung veranlaßt.

Durch die eingehende Anforderungsanalyse und abteilungsübergreifende Konzeption konnten die zur Inbetriebnahme des Fräsbearbeitungszentrums notwendigen Investitionen termingerecht durchgeführt und eine Konzentration auf zukunftsweisende Programmiersysteme im Unternehmen erreicht werden.

4.7 AG Produktionsautomatisierung (PAK) (Prof. Dr. D. Zühlke)

3-dimensionale Visualisierungstechniken für die Prozeß- und Anlagensteuerung

Die Produkte des Maschinen- und Anlagenbaus sind in den letzten Jahren durch den Einsatz von Mikroelektronik nicht nur sehr viel leistungsfähiger, sondern auch komplexer geworden. Diese Komplexität erfährt der Nutzer i.w. über das sogenannte Bediensystem, über das er mit der Maschinen- bzw. Anlagensteuerung kommuniziert.

Leider ist momentan zu beobachten, daß das Bediensystem der stark steigenden Funktionsvielfalt der Maschinen und Anlagen durch ebenso steigenden Visualisierungsumfang folgt. Von den Entwicklern wird - mangels Kenntnissen - dabei der Fehler gemacht, sich weitgehend an den technischen Möglichkeiten der Maschine und des Steuerungssystems zu orientieren und dabei den Menschen und seinen sehr begrenzten Möglichkeiten der Informationsaufnahme und -verarbeitung fast nicht mehr zu berücksichtigen.

Andererseits geben neue Arbeitsorganisationsformen, wie Teamarbeitskonzepte, dem Menschen mehr Eigenverantwortung, verlangen dafür aber eine höhere Arbeitseffizienz. Untersuchungen des pak in mehreren deutschen Unternehmen mit Unterstützung von Arbeitspsychologen und -soziologen haben ergeben, daß sich viele Maschinen- /Anlagenbediener durch das Bediensystem moderner Produktionsanlagen überfordert fühlen und so insbesondere in Fehlersituationen unter Streß geraten, was seinerseits wiederum die Fehlerentstehung begünstigt.

Die Arbeitsgruppe Mensch-Maschine-Kommunikation des Lehrstuhls für Produktionsautomatisierung ist eine der wenigen ingenieurswissenschaftlichen Forschungseinrichtungen in Deutschland, die sich dieser Thematik widmet. Durch zahlreiche öffentlich oder industriell geförderte Projekte zu dieser Thematik wurde bislang eine fundierte Wissensbasis erstellt, welche nun auch in entsprechenden Lehrveranstaltungen sowohl an Studenten als auch an industrielle Entwickler weitergegeben wird.

Mit der Mitarbeit im Zentrum für rechnergestützte Ingeniuerssysteme ZRI kann nunmehr dieses erworbene Wissen über die Gestaltung von Bediensystemen einerseits an andere Arbeitsgruppen weitergeben werden und andererseits dazu genutzt werden, aus den Problemstellungen der anderen Arbeitsgruppen neue Anforderungen an zukünftige Bediensysteme abzuleiten. Als ein Schwerpunkt der Zusammenarbeit mit weiteren Arbeitsgruppen hat sich dabei das Thema Nutzung 3-dimensionaler Visualisierungstechniken für die Anlagen- und Maschinensteuerung herausgestellt. Denn durch die gestiegenen Möglichkeiten der grafischen Datenverarbeitung ist es abzusehen, daß die Entwickler mehr und mehr auch räumliche Darstellungen zur Prozeßvisualisierung nutzen werden. Dieses wird eng verbunden sein mit der Anwendung multimedialer Techniken. Erste Schritte in diese Richtung lassen sich z.Z. bereits an den Oberflächen moderner Fensterbetriebssysteme wie WINDOWS erkennen, bei denen mit Pseudo-3D-Effekten gearbeitet wird. Auch in der CAD-Welt wird z.Z. sehr stark in Richtung 3D-Visualisierung gearbeitet.

Verzahnungen zu diesem Thema lassen sich daher zu folgenden Arbeitsgruppen definieren:

* Prof. Warnecke auf dem Gebiet der Leitstandsapplikationen,

* Prof. Dankwort auf dem Gebiet der User-Interfaces für CAD-Arbeitsplätze,

* Prof. Hagen auf dem Gebiet der grafischen Visualisierungstechniken sowie

* Prof. v. Puttkammer auf dem Gebiet der Prozeßrechentechnik und mobilen Robotik.

Um in den folgenden Jahren ein konkretes Projekt im Rahmen der ZRI-Aktivitäten bearbeiten zu können, hat der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung 1997 eine Anschubfinanzierung in Höhe von DM 10.000 erhalten. Mit diesen Mitteln konnte die Infrastruktur aufgebaut sowie die wissenschaftliche Basis für weiterführende Arbeiten gelegt werden.

Da über den Einsatz derartiger Techniken für die Prozeßvisualisierung bislang keinerlei Untersuchungen exisitieren, war es zunächst einmal wichtig, mittels Literaturrecherche zu ermitteln, welche Fähigkeiten den Menschen bei der räumlichen Wahrnehmung auszeichnen sowie welche charakteristischen Gestaltungsmerkmale dem Menschen in 2 Dimensionen existente Abbildungen den Eindruck von Räumlichkeit vermitteln.

Eigens für die weiterführenden Arbeiten wurde z.T. aus den in diesem Jahr zur Verfügung stehenden Mitteln eine Versuchsumgebung in Form eines Computerarbeitsplatzes für die Tests von Gestaltungsmerkmalen und -lösungen aufgebaut. Weiterführende Arbeiten an diesem Laborarbeitsplatz sollen dann Aussagen zu konkreten Gestaltungslösungen ermöglichen. Gegenstand dieser Untersuchungen sollten diejenigen Gestaltungselemente sein, die die räumliche Wahrnehmung unterstützen (z.B.: virtuelle Lichtquelle und Schattenwurf, Perspektive und Fluchtpunkt, Leuchtdichteunterschiede etc.) sowie die räumliche Wahrnehmung hemmen bzw. zur Verwirrung beitragen. Mittels experimenteller Untersuchungen mit Versuchspersonen ließen sich so die theoretisch aufgestellten 2D-Gestaltungskriterien abschließend aus Nutzersicht beurteilen.

Zur Vorbereitung dieser Arbeiten, zur Definition der interessierenden Themenbereiche sowie zur Spezifizierung der weiteren Strategie fanden dazu im laufenden Jahr Projektsitzungen mit Prof. Warnecke, Prof. Hagen und Prof. v. Puttkammer statt.

Die bisherigen Vorarbeiten führen zur Erkenntnis, daß sich der aktuelle Trend zu graphischen Bediensystemen für Maschinen und Anlagen in Zukunft noch verstärken wird. Dabei werden realistische 3D-Darstellungen sowohl bei der Verbesserung der Benutzungstransparenz des 'Look and Feel' eines Benutzungsprogramms wie auch bei graphischen Abbildungen zur Steigerung der Prozeßtransparenz an Bedeutung gewinnen. Aufgrund dieser Erkenntnis und der Tatsche, daß auf diesem Gebiet keinerlei wissenschaftliche Untersuchungen exisitieren, wird das pak im kommenden Jahr 1998 einen Forschungsantrag bei der DFG einreichen. Die dafür notwendigen vorbereitenden Maßnahmen sollen u.a. mit den Fördermitteln des ZRI finanziert werden.