1. Allgemeine Zielsetzung

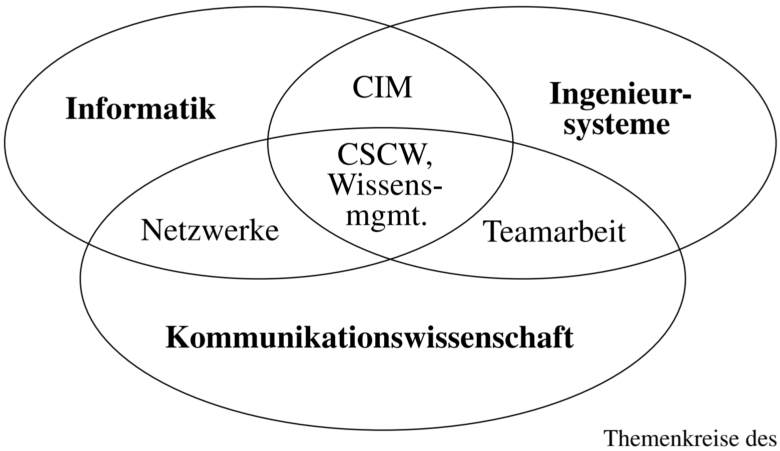
Ingenieuraufgaben sind in der heutigen Zeit ohne Rechnerunterstützung im Grunde nicht lösbar. Zentrale Aufgabenbereiche einer Kooperation zwischen Ingenieurwissenschaften und Informatik sind dabei die Abbildungen flächenbezogener und / oder räumlicher Entwurfs-, Konstruktions- oder Produktionsobjekte 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

Wechselwirkungen zwischen Informatik und Ingenieursystemen:

(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: 1998

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. A. Brayner	(CNPq, Brasilien, Prof. Härder)
Dipl.-Inform. K. Hergula	(Daimler-Projekt, Prof. Härder)
Dipl.-Inform. H. Loeser	(Stiftung Innovation, Prof. Härder)
Dipl.-Inform. Günter Sauter	(Daimler-Projekt, Prof. Härder)
Dipl.-Inform. H.-P. Steiert	(Fhl-Projekt, Prof. Härder)
Dipl.-Inform. Nan Zhang	(RITA-Projekt, Prof. Härder)
Dipl.-Ing. Weiping Zhang	(SAP-Projekt, Prof. Härder)

Dipl.-Inform. J. Zimmermann	(RITA-Projekt, Prof. Härder)
Dr. rer. nat. P. Jacob	(Pilotprojekt VIPER, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. M. Bumann	(Schuhmodellierung mit CAGD, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. H. Burbach	(DFG, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. U. Bossong	
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.-Inform. B. Hornig	(VICOM-Projekt, Prof. Hagen)
Dipl.-Phys. I. Hotz	(DFG, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. M. Münchhofen	(Pilotprojekt VIPER, 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)
Dipl.-Inform. T. Rosenkranz	(VICOM, Prof. Hagen)
Dipl.-Ing.-Math. X. Tricoche	(DFG, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. Th. Wischgoll	(DFG, Prof. Hagen)
Dipl.-Inform. Helmut Hamfeld	(Topas, Prof. von Puttkamer)
Dipl.-Inform. Markus Berg	(ABB Thüssen, Prof. von Puttkamer)
Dipl.-Wirtsch.-Ing. C. Barth	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. O. Braun	(BMBF/Industrie, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. K. Dobberkau	(MWVLW, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. R. Dollmeier	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. K. Eichgrün	(BMBF, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. H.-J. Fetzer	(ZRI-Projekt, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. H. Förster	(Industrie, Prof. Warnecke)
Dipl.-Wirtsch.-Ing. S. Geelhaar	(Industrie, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. A. Gissler	(Industrie, Prof. Warnecke)
Dipl.-Wirtsch.-Ing. F. Hallfell	(Industrie, Prof. Warnecke)
Dipl.-Wirtsch- Ing. F. Hiller	(Industrie, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. R. Kluge	(DFG, Prof. Warnecke)

Dipl.-Ing. R. Ludwig	(Industrie, Prof. Warnecke)
Dipl.-Math. techn. D. Maus	(VW Stiftung, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. S. Peles	(Gillet Stiftung, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. H. Puhl	(MWVLW, Prof. Warnecke)
Dr.-Ing. C. Rauch-Geelhaar	(C1, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. N. Sepet	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. G. Stammwitz	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. L. Schäfer	(BMBF, Prof. Warnecke)
Dipl.-Wirtsch.-Ing. P. Schülke	(MWVLW, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. F. Zeihsel	(Industrie, Prof. Warnecke
Dipl.-Ing. U. Zitt	(DFG, Prof. Warnecke)
Dipl.-Ing. Rüdiger Dabelow	(CCK-Projekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. Holger Eich	(DFG, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Ralf Eissler	(CCK-Projekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. Rüdiger Kliewer	(CCK-Projekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. Lutz Krauß	(Innovationsprojekt, Prof. Zühlke)
Dipl. Wirt.-Ing. Holger Oortmann	(CCK-Projekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. Achim Reuther	CCK-Projekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Psych. Kerstin Röse	(CCK-Projekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. Markus Romberg	(CCK-Projekt, Prof. Zühlke
Dipl.-Ing. Christoph Schröder	(CCK-Projekt, Prof. Zühlke)
Dipl.-Ing. M. Wahl	(Innovationsprojekt, 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	237
Rechneranwendung in der Konstruktion DANKWORT	EU, MBW, VDA, Innovation	1.098
Datenbanken und Inf.-systeme HÄRDER	Innovation, Daimler-Benz, SAP DFG (SFB 501)	462 343
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.	170
Fertigungstechnik und Betriebsorganisation WARNECKE	BMBF, Innovation, DFG, Industrie, Bundesumweltstiftung	2.194
Produktionsautomatisierung ZÜHLKE	Innovation, DFG CCK, KUKA	740

Summe der 1996 eingeworbenen Drittmittel: TDM 6905
==========

3.2 Verwendung der Landesmittel

Allgemeine Haushaltsmittel

Nach Abzug der Gemeinkostenumlage für die Universität standen dem ZRI 1998 insgesamt DM 166.500.--- an Sach- und Investitionsmitteln sowie an Mitteln für wissenschaftliche Hilfskräfte zur Verfügung. Die Restmittel wurden dann so verwendet:

- Aufteilung an die Projekte nach Anzahl der eingeworbenen Mitarbeiter — DM 145.000.--

- Gemeinschaftsaufgaben DM 21.500.--

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 1998 keine Mitarbeiterstellen zugewiesen.

3.3 Beantragte Landesmittel für 1998

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

SFB-Antrag:

Mit dem Ziel der Einrichtung eines Sonderforschungsbereichs erarbeiteten im Jahr 1998 insgesamt zehn Partner aus verschiedenen fachlichen Disziplinen, den Fachbereichen Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Elektrotechnik, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften sowie der Informatik eine umfangreiche Projektskizze zum Thema: „Bewältigung der Komplexität technischer Systeme im Produktlebenszyklus durch Integration und Koevolution von Kompetenzbereichen“. Diese wurde durch eine Gutachtergruppe der DFG bewertet, woraus sich die Ausarbeitung eines Antrags für die Folgezeit ergibt. Die Inhalte des Vorhabens sind nachfolgend kurz skizziert.

Einleitung

Unternehmen und wissenschaftliche Forschungseinrichtungen unterschiedlichster Disziplinen befinden sich in einer Zeit, die geprägt ist von steigender Umfelddynamik und daraus resultierenden neuen Anforderungen an Qualität, Effizienz und Flexibilität in bezug auf die zu erbringenden Leistungen.

In besonderem Maß wirken sich die veränderten Anforderungen auf den Prozeß der Produktentwicklung aus. Diese Phase im Produktlebenszyklus muß durch Neu- und Weiterentwicklungen stetig Produkte hervorbringen, die den neuen Anforderungen bestmöglich gerecht werden. Als direkte und meist unvermeidbare Folge dieser Zusammenhänge ist eine zunehmende Komplexität technischer Systeme festzustellen. Unter einem „technischen System“ sind dabei Produkte und Prozesse innerhalb des Produktlebenszyklus zu verstehen, in denen Materialien, Betriebsmittel und Informationen zusammen wirken. Dabei spielt auch der Mensch bzw. das an Menschen gebundene Wissen eine wesentliche Rolle; aufgrund seiner Entscheidungen und Handlungen kann der Mensch sowohl Teil als auch Gestalter technischer Systeme sein.

Die Fähigkeit, mit der steigenden Komplexität technischer Systeme umzugehen, wird sich zukünftig für Unternehmen, unabhängig von Größe, Standort und Leistungsspektrum, ebenso wie für Forschungseinrichtungen zu einem Schlüsselfaktor für den langfristigen Erfolg entwickeln. Ausgehend von einer neuen Art der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren, Sozial-/Betriebswissenschaftlern und Informatikern, soll deshalb der hier vorgeschlagene SFB ein Instrumentarium zum Umgang mit der Komplexität technischer Systeme im Produktlebenszyklus hervorbringen. Im Sinne einer Trendwende sollen dabei unter dem neuen Planungsparadigma „Komplexität“ die Verflechtung von Produktentwicklung, Produktion, Gebrauch und Recycling in der Bewältigung von Komplexität deutlich stärker als in allen bekannten Ansätzen hervorgehoben, und die damit verbundenen Anforderungen an Produktions-, Gebrauchs- und Recyclinggerechtheit von Produkten und Prozessen sowohl planerisch als auch präventiv berücksichtigt werden.

Motivation und Zielsetzung

Die Motivation für das gewählte Thema resultiert aus einem visionären Positiv-Szenario zur Situation deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Jahr 20XX, das die SFB-Partner gemeinsam auf Grundlage neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse entwikkelt haben, aus Erfahrungen, die die Partner im Verlauf verschiedener Forschungs- und Industrieprojekte gewonnen haben sowie aus einem gemeinsam entwickelten Verständnis des Phänomens Komplexität.

Unter Berücksichtigung heutiger Trends und Rahmenbedingungen, in denen deutsche Unternehmen auf dem Weltmarkt bestehen müssen, resultiert die Schlußfolgerung „Das Neue ist das einzig Beständige“ für die **Situation** deutscher Unternehmen **in den kommenden etwa zehn bis zwanzig Jahren**. Im einzelnen werden hinsichtlich der Aufgaben im Rahmen des SFB folgende insgesamt zu beobachtende Entwicklungen als richtungsweisend erachtet:

- Steigende Bedeutung des Sustainable Development, qualitatives Wachstum, Wachstum und Wohlstand im Einklang mit dem Erhalt der Lebensgrundlagen, Erschließung neuer Märkte in privaten Haushalten, Verkehr, Kommunikation, Gesundheit, Sicherheit, Umwelt, grundsätzlich zunehmende Relevanz von Dienstleistungen
- Starke Stellung deutscher Unternehmen in Technologien wie Mechatronik, Werkstofftechnik, Optoelektronik sowie Zell-, Biotechnologie, zunehmende Bedeutung von Umwelt- und neuen Transportttechnologien, sowie weiter Marktanteile in High-Tech-Branchen
- Strategisches Agieren auf globalen Märkten, häufige vorwettbewerbliche Kooperationen, internationale Netzwerke in Produktentwicklung und Produktion, langfristige Partnerschaften, intensive Kooperationen von Großunternehmen mit flexiblen, innovativen KMU
- Unternehmen als komplexe, offene, aber transparente Systeme mit flachen Hierarchien und eigenverantwortlichen Regelkreisen; Fabriken mit produktflexiblen, hocheffizienten Produktionssystemen, verstanden als Teil des Lebensraums mit individuell gestaltbaren Arbeitszeitmodellen
- Dominanz von Team- und Ergebnisorientierung in Projekten und zeitlich befristeten Aufgaben; extrem kurze Innovationszyklen; hohe Spezialisierung auf Kundengruppen, Dominanz der Kundenorientierung mit starker Wirkung auf Unternehmensprozesse
- konsequente Nutzung von neuen Informations- und Kommunikationstechnologien

(IKT), weltweite, netzwerkorientierte Informationsdienste; Multimedia als Alltagstechnik der Wissensgesellschaft von Morgen; Entwicklung neuer Lernkulturen, virtueller Weltuniversitäten und Volkshochschulen

- deutlich engere Verzahnung von Grundlagenforschung, angewandter Forschung und industrieller Entwicklung bzw. Anwendung

Die im Szenario beschriebenen, erwarteten Entwicklungen bedeuten für Unternehmen wie auchfür wissenschaftliche Forschungseinrichtungen eine steigende Komplexität durch zunehmende Vernetzung, hohe Dynamik, enge Toleranzen und mehrdimensionale Ziele.

Über die angenommene Unternehmenssituation in Deutschland hinaus, die eine generell positive Entwicklung voraussetzt, wurden von den SFB-Partnern eine Reihe von **Erkenntnissen zu Gestaltungsfeldern im Produktlebenszyklus** erarbeitet, die ebenfalls zur Motivation dieses SFB beitragen. Zusammenfassend läßt sich festhalten: Es gibt komplexe technische Systeme im Unternehmen, die als Gestaltungsfeld von Entscheidungsträgern mit unterschiedlicher Qualifikation und damit zugleich von verschiedenen Kompetenzbereichen unterschiedlicher Forschungsgebiete beeinflußt werden. Dies geschieht vor dem Hintergrund von Veränderungen im Umfeld, die die Unternehmenssituation direkt beeinflussen. Daraus resultieren im wesentlichen zwei Fragestellungen:

- Hinsichtlich der Wirkung auf die Komplexität technischer Systeme und ihre Bewältigung die Frage nach störenden Wechselbeziehungen unterschiedlicher Maßnahmen
- Hinsichtlich der Ableitung dieser Maßnahmen die Frage nach Möglichkeiten einer intensiveren Verschmelzung unterschiedlicher Kompetenzbereiche bis hin zu einer Trendwende im Sinne präventiver Komplexitätsreduzierung innerhalb der Produktentwicklung bzw. innerhalb der übrigen Phasen im PLC für die jeweils folgenden sowie phasenbezogener Komplexitätsbeherrschung im gesamten Produktlebenszyklus.

Die **Vision** des SFB ist es, den Wandel im Verständnis unterschiedlicher Kompetenzbereiche im PLC zu fördern, neue Kompetenzbereiche in gemeinsamen Gestaltungsfeldern innerhalb der Ingenieurwissenschaften bzw. in gemeinsamen Gestaltungsfeldern von Ingenieur-, Sozial-/Wirtschafts- und Informationswissenschaften zu erschließen, und damit einen Beitrag zur immer wichtiger werdenden Bewältigung der zunehmenden Komplexität technischer Systeme im Produktlebenszyklus zu leisten.

Komplexitätsbewältigung bedeutet dabei zum einen die Reduzierung einer oder mehrerer objektiver Beschreibungsdimensionen der Komplexität. Zum anderen gehört dazu die bessere Beherrschung der Komplexität durch den Menschen, d.h. der sichere Umgang mit den Wirkungen der Komplexität technischer Systeme.

Übergeordnetes **Ziel** des Sonderforschungsbereichs, das aus der Vision hervorgeht, ist die Integration und Koevolution von Methoden und Modellen unterschiedlicher Kompetenzbereiche auf Basis gemeinsamer systemtechnischer Grundprinzipien zur Beherrschung bzw. Reduzierung komplexer technischer Systeme im gesamten Produktlebenszyklus mit besonderem Fokus auf der Produktentwicklung, hin zu einer im folgenden anvisierten „Trendwende“ bei der kompetenzbereichübergreifenden Produkt- und Prozeßgestaltung.

Lösungsansatz

Aus dem im folgenden beschriebenen Lösungsansatz, der sich in der Projektvernetzung und den Arbeitspaketen innerhalb der Projekte wiederspiegelt, resultiert direkt der SFB-übergreifende Arbeits- und Zeitplan.

- Ausweitung des von allen Partnern akzeptierten Sprachraums, d. h. gemeinsamen Definitionen von Begriffen, im Zusammenhang mit der Komplexität im Produktlebenszyklus
- Auswahl von repräsentativen komplexen Gestaltungsfeldern in Schnittstellenbereichen innerhalb der Ingenieur- sowie zwischen Ingenieur-, Sozial-/Wirtschafts- und Informationswissenschaften
- Analyse und Synthese von Grundprinzipien, Methoden, Modellen und Hilfsmitteln zur Komplexitätsbeherrschung bzw. -reduzierung in unterschiedlichen Konkretisierungsstufen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte von Komplexität in technischen Systemen und der besonderen Rolle des Menschen
- Erforschung von Potentialen und Grenzen einer intensiveren interdisziplinären Kooperation und Kommunikation bezogen auf die Zielsetzung durch systematisches Durchlaufen von Problemlösungszyklen in allen Projekten der vernetzten SFB-Matrixorganisation sowie Meilensteinreviews und Ergebnisabgleich (s.u.)
- Exemplarische Integration komplexitätssteuernder Prozesse in die Produktentwicklung mit dem Ziel der Erforschung verstärkter Prävention der negativen Auswirkungen von Komplexität in den Phasen Produktion, Gebrauch und Recycling des PLC; Definition von Anforderungen an eine verbesserte Komplexitätsbewältigung
- Konkretisierung des Szenarios „Unternehmen 20XX“, das basierend auf den entwickelten Grundprinzipien, Methoden, Modellen, Hilfsmitteln und neu gestalteten Prozessen wiederspiegelt, wie Unternehmen in der Zukunft denken und handeln können, welche Strukturen geschaffen werden sollten, um die neuen Herausforderungen bewältigen zu können
- Zusammenfassung der Ergebnisse im Sinne eines Leitfadens, der über die prototypisch gewählten Projekte hinausgeht, die Erkenntnisse weitestmöglich generalisiert und damit die Übertragbarkeit des „Trendwendeinstrumentariums“ auf andere Anwendungsfeldern sichert
- Arbeiten in einzelnen Projekten mit unterschiedlichen Schwerpunkten auf Basis einer gemeinsamen Datengrundlage ausgehend von einem gemeinsam gewählten Leitprodukt Getriebe zur Demonstration von Wechselwirkungen der unterschiedlichen Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung
- Räumliche Nähe sämtlicher am SFB beteiligten Mitarbeiter, so daß die ständige, interdisziplinäre Kooperation in den Vordergrund rückt, teilweise rechnerunterstützt, z. B. mit Hilfe eines Kommunikationslabors. Sie soll im weiteren Verlauf des SFB auch organisatorisch noch weiter ausgebaut werden.
- Meilensteinphasen mit workshopartig organisierten Reviews in den letzten drei Monaten jedes Jahres zur intensiven Ergebnisdiskussion und inhaltlichen Abstimmung der

eng miteinander vernetzten Einzelprojekte, sowohl innerhalb der drei Projektbereiche als auch Projektbereich-übergreifend

- Praxisnahe Evaluation der entwickelten Grundprinzipien, Methoden, Modelle und Hilfsmittel auf Projektbasis gemeinsam mit Partnern aus der Industrie sowie der in verschiedenen Etappen des SFB jeweils gewonnenen Erkenntnisse durch entsprechend zu definierende Industriearbeitskreise zu übergreifenden, organisatorischen und technologischen Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Phänomen Komplexität
-

Verbundprojekt: **3D-Visualisierungssyteme**

Visualisierung transformiert (üblicherweise über einen geometrischen Zwischenschritt) symbolische in bildliche Information. Sie erlaubt es Anwendern, datenerzeugende Prozesse (Messungen und Berechnungen) 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 Datenhelmarbeiten

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

eine studentische Hilfskraft (18Std/Woche)	16.500 DM
eine SGI 02 Workstation mit R 10000 Prozessor	28.000 DM
eine Software Lizenz Surfacer (Imageware)	20.000 DM
Reisemittel	10.000 DM
Summe:	**74.500 DM**

Projekte von Prof. Dankwort

ProDMU II:

Kopplung von verschiedenen CAD-Systemen für den interaktiven

Einsatz in der Automobilindustrie (Digital Car)

1 Hochleistungs-CAD-Workstation	
für UNIGRAPHICS und Software-Entwicklung	35.000,- DM
div. Software-Lizenzen (Hochschul-Preise)	
UNIGRAPHICS	1.000,- DM
Orbix	3.000,- DM
Java-tools	1.000,- DM
(eine weitere notwendige Workstation wird aus der Lehrstuhlausstattung zur Verfügung gestellt)	
Summe für das Projekt ProDMU II	40.000 DM

DIFCAx - Digitale Fabrik (Projektvorbereitung für OPEL) Kopplung verschiedener CAx-Systeme für die Simulation von Fertigungsanlagen auf der Basis des CAx-Objektbusses

Notwendige Investitionen und Aufwände

diverse Software (Werkslayout, Robotik, usw.)	ca. 50.000,- DM
1 Kommunikations-PC	7.000,- DM
12 Mon. Studentische Hilfskraft (6h)	5.450,- DM
Summe für das Projekt DIFCAx	62.450 DM

FIORES II (Nachfolgeprojekt des laufenden BriteEuRam Projekts):

Notwendige Investitionen und Aufwände (hier nur für AG Dankwort):

12 Mon. Studentische Hilfskraft (12 h)	10.900,- DM
Diverse Reisen zu den Partnern in Europa	6.000,- DM
Summe EU-Project FIORES II	16.900,- DM

ICAFE (Reaktivierung des abgelehnten ESPRIT-Projekts):

Notwendige Investitionen und Aufwände (hier nur für AG Dankwort):

12 Mon. Studentische Hilfskraft (12 h)	10.900,- DM
Diverse Reisen zu den Partnern in Europa	6.000,- DM
Summe EU-Project FIORES II	16.900,- DM

Akquisition weiterer Projekte

Notwendige Aufwände:

Reisen:

DARATECH-Strategic Workshop	9.500 DM
DARATECH-Strategic Workshop	3.000 DM
1 Mon. Studentische Hilfskraft (4h)	3.630 DM
(für das Erstellen von Unterlagen)	
Summe für Aquisition weiterer Projekte	16.130 DM

Gesamtsumme der geplanten Aufwendungen: 163.650 DM

Projekte von Prof. Härder

1 Workstation vom Typ SUN-SPARC

inkl. Externspeicher und Drucker	15.000,- DM
1 Farbdrucker	6.000,- DM
Middleware-System (Software) für	
DB-Anwendungen	12.000,- DM
Zwei wissenschaftliche Hilfskräfte zur Unterstützung	
der Programmierarbeiten a 19 Std/Woche	40.000,- DM
Reisemittel	10.000,- DM
Summe	**83.000,- DM**

Projekte von Prof. Hagen

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

4 wissenschaftliche Hilfskräfte zur System-administration	30.000,-DM
1 Professionelles System zur ergonomischen Analyse und Auswertung von 3D-Simulationen und Videodaten	25.000,-DM
1 Blickanalysesystem, kopfgetragenes HED-System mit 3D-Headtracking - Erweiterung zur Systemadministration	100.000,-DM
Summe	**155.000,00 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 (Prof. Dr. Dankwort)

(1) Verwendungsnachweis 1998

Der erhaltene Betrag von DM 25.000 wurde für die Vorbereitung neuer Projekte voll ausgeschöpft. Die Verwendung von 26.259 DM ist nachstehen ausgewiesen. Zusätzlich zu den angegebenen Aufwendungen waren weitere Eigenleistungen des Lehrstuhls erforderlich.

Equipment	
• 24.11.98 Faxgerät Ricoh 2700 L	2.639,00 DM
• 20.11.98 2 Compaq Armada 1592DT	5.247,00 DM
• 13.10.98 Speichererweiterung 256 MB für Silicon	1.132,00 DM
• 08.10.98 PC: TCAT-P33	3.849,20 DM
Equipment total	12.867,20 DM
Travel	
• Februar / März 98	
Cypress (LA), Chicago, Milford	
Projektbespr. UG, Daratech Strategic Workshop, SDRC	9.831,52 DM
(Dankwort, Janocha)	
• diverse weitere Reisen auf Lehrstuhlbudget	
Travel total	9.831,52 DM
Wissenschaftliche Hilfskraft	
• 12 Monate 1998 mit 4 Stunden / Woche	3.560,00 DM
Wissenschaftliche Hilfskraft total	3.560,00 DM
Ausgaben gesamt	
• Equipment	12.867,20 DM
• Travel	9.831,52 DM
• Wissenschaftliche Hilfskraft	3.560,00 DM
Total	26.258,72 DM

(2) Projekt Planungen für 1999

ICAFE (Integration of CAD and FEA Workflow in a Component Based Environment)

Das Projekt wurde von der EU abgelehnt. Für das 5. Rahmenprogramm ist eine Reaktivierung vorgesehen. 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

ProDMU II

Kopplung von verschiedenen CAx-Systemen für den Einsatz in der Automobilindustrie ohne Datei-basierten Datenaustausch auf der Basis von des offenen CAx-Objektbusses.

- Partner: VW, CAxOPEN (und eventuell AUDI, BMW, Porsche)
- Geplantes Gesamtbudget: ca. 250.000 DM
- Laufzeit: ca. 12 Monate

DIFCAx

Kopplung von verschiedenen Systemen für die Simulation von Fertigungsanlagen auf der Basis des CAx-Objektbusses

- Partner: OPEL, Systemhersteller, CAxOPEN
- Geplantes Gesamtbudget: ca. 200.000 DM für 1999

FIORES II

Fortführung des laufenden BriteEuRam Projekts

- Vorbereitungsphase
- Projektstart frühestens 2. Quartal 2000

Weitere Akquisitionen

- Technomatix (Kontakte)
- ProDMU bei Porsche, Audi, BMW
- Kontakte mit OPEL
- Kontakte mit Unigraphics, und SDRC
- Kontakte mit der Dassault-Systèmes/MatraDatavision/IBM – Kooperation zum Einsatz des CAx-Objektbusses

(3) Drittmittel des Lehrstuhls in laufenden Projekten 1998

COMPAx-Projekt

Partner:	Audi, BMW, MB, Porsche, VW	
Laufzeit:	12 Monate	
Beginn:	9/98	
Förderung:		180.000 DM
davon		
Innovationsstiftung		80.000 DM
Industrie		100.000 DM
Für 1998		60.000 DM

ProDMU-Projekt

Partner:	VW	
Laufzeit:	12 Monate 1998	
Förderung komplett in 1998		150.000 DM

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

Das Projekt wurde von der EU abgelehnt. Eine Reaktivierung ist nicht vorgesehen.

FIORES (Formalization and Integration of an Optimized Reverse Engineering Styling Workflow) Brite-EuRam-Projekt N° BE96-3579 (1.1.1997-31.12.1999)

Budget

- EU-Förderung für RKK
  gesamte Projektdauer: 896.344 ECU 1.703.054 DM
  anteilig für 1998: 298.782 ECU 567.686 DM

Labour

- Mann-Monate
  über gesamte Projektdauer 113 MM
  Anteilig für 1998 38 MM
- Drittmittelgestützte Mitarbeiterverträge:
  Blaurock, Jörg; Dageförde, Klaus; Driedger-Marschall, Barbi; Gandyra, Michael; Janocha, Andreas; Pfleger, Tobias; Podehl, Gerd
- Drittmittelgestützte HiWi-Verträge:
  Becker, Björn; Faißt, Karl-Gerhard; Kissel, Rolf; Sattler, Matthias; Weidlich, Roland

ANICA

Das Projekt wurde zum 30. April 1998 abgeschlossen.

Stiftungsgelder	119.000 DM
Industrieleistungen	148.000 DM
Summe ANICA	267.000 DM

Sonstige vertraglich gesicherte Drittmittel 1997

CAx-Arbeitskreis (Automobilindustrie)	32.500 DM
Tecmath-Projekt	12.000 DM
Hardware (Spende in Form NC-Steuerung der Fa. Tebis)	10.000 DM
Summe sonstige Drittmittel	54.000 DM

Summe der Drittmittel des Lehrstuhls in laufenden Projekten 1998

FIORES	567.686 DM
ANICA	267.000 DM
ProDMU	150.000 DM
COMPAx (Anteil 1998)	60.000 DM
vertraglich gesicherte Drittmittel	54.000 DM
Summe der Drittmittel 1998	1.098.686 DM

(4) Aufwandsplanung 1998

ProDMU II:

Kopplung von verschiedenen CAD-Systemen für den interaktiven Einsatz in der Automobilindustrie (Digital Car)

Notwendige Investitionen:

- 1 Hochleistungs-CAD-Workstation
  für UNIGRAPHICS und Software-Entwicklung 35.000 DM
- div. Software-Lizenzen (Hochschul-Preise)

UNIGRAPHICS	1.000 DM
Orbix	3.000 DM
Java-tools	1.000 DM

(eine weitere notwendige Workstation wird aus der Lehrstuhlaustattung zur Verfügung gestellt)

Summe für das Projekt ProDMU II40.000 DM

DIFCAx - Digitale Fabrik (Projektvorbereitung für OPEL)

Kopplung verschiedener CAx-Systeme für die Simulation von Fertigungsanlagen auf der Basis des CAx-Objektbusses

Notwendige Investitionen und Aufwände:

• diverse Software (Werkslayout, Robotik, usw.)	ca. 50.000 DM
• 1 Kommunikations-PC	7.000 DM
• 12 Mon. Studentische Hilfskraft (6h)	5.450 DM

Summe für das Projekt DIFCAx62.450 DM

FIORES II (Nachfolgeprojekt des laufenden BriteEuRam Projekts)

Notwendige Investitionen und Aufwände (hier nur für AG Dankwort):

• 12 Mon. Studentische Hilfskraft (20 h)	18.170 DM
• Diverse Reisen zu zukünftigen Partnern in Europa	10.000 DM

Summe EU-Project FIORES II 28.170 DM

ICAFE (Reaktivierung des abgelehnten ESPRIT-Projekts)

Notwendige Investitionen und Aufwände (hier nur für AG Dankwort):

• 12 Mon. Studentische Hilfskraft (12 h)	10.900 DM
• Diverse Reisen zu den Partnern in Europa	6.000 DM
Summe EU-Project FIORES II	16.900 DM

Akquisition weiterer Projekte

Notwendige Aufwände:

• Reisen:	
DARATECH-Strategic Workshop	9.500 DM
Zu Partnern in Deutschland	3.000 DM
• 1 Mon. Studentische Hilfskraft (4h) (für das Erstellen von Unterlagen)	3.630 DM
Summe für Aquisition weiterer Projekte	16.130 DM

Gesamtsumme der geplanten Aufwendungen:	163.650 DM

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

Die Arbeitsgruppe betreibt anwendungsorientierte Forschung in den Gebieten des Rechnergestützten Konstruierens (CAD) und der Algorithmischen Geometrie.

CAD ist ein Sammelbegriff für alle Tätigkeiten, bei denen EDV in den Bereichen Entwurf und Konstruktion eingesetzt wird. CAD umfasst u.a. die graphisch interaktive Erzeugung und Manipulation dreidimensionaler Objekte, den Einsatz von Analyse- und Simulationsprogrammen zur Qualitätsanalyse der Konstruktion, sowie die Dokumentation und Speicherung des Entwurfs. Ein wesentlicher Aspekt von CAD ist die Verarbeitung geometrischer Objekte. Die theoretischen Grundlagen einer effizienten Geometriebearbeitung werden von der Algorithmischen Geometrie bereitgestellt. Dieses Gebiet ist mit dem Entwurf und der Analyse von Algorithmen zur Lösung geometrischer Probleme befasst.

Oberflächen- und Volumen-Rekonstruktion

Als Rekonstruktion bezeichnet man die automatisierte Erzeugung einer CAD-Beschreibung eines existierenden Objektes, für das keine derartige Darstellung vorliegt. Durch die zunehmende Verbreitung dreidimensionaler Digitalisiergeräte gewinnt der Rekonstruktionsprozess, der stets mit der Digitalisierung des Objektes beginnt, zunehmend an Bedeutung.
Das Ziel der Rekonstruktion ist die Erzeugung einer gültigen CAD-Beschreibung eines Objektes auf der Grundlage der Menge von abgetasteten Oberflächenpunkten sowie evtl. zusätzlich vorliegender Informationen, die durch die Anwendung gegeben sind (z.B. sämtliche Flächensegmente sind von einem bestimmten Typ).

Die bei der Objekt-Rekonstruktion auftretenden Probleme lassen sich im wesentlichen in die Teilprobleme

- Datenreduktion,
- Datenstrukturierung,
- Ergänzen von Information,
- Segmentierung und Flächenklassifikation, sowie
- Modellierung

unterteilen. Im Berichtszeitraum wurden Fortschritte bei der Entwicklung von Verfahren zur Datenreduktion, zur Datenstrukturierung, zum Ergänzen von Information und zur Segmentierung erzielt, auf die im folgenden näher eingegangen wird.

Datenreduktion

Die verschiedenen Abtastverfahren liefern in der Regel riesige Datenmengen. Eine solche Datenmenge muss zur Weiterverarbeitung zunächst auf eine handhabbare Größe reduziert werden.

Das Problem der Datenreduktion wurde durch eine Clusteranalyse gelöst. Dabei werden nahe beieinanderliegende Punkte in demselben Cluster zusammengefasst, so dass eine möglichst natürliche Unterteilung entsteht. Anschließend wird aus jedem Cluster ein Punkt ausgewählt, der dieses Cluster möglichst gut repräsentiert.

Datenstrukturierung

Bei komplexeren Objekten besteht das Problem, dass zur vollständigen Abtastung mehrere Abtastvorgänge notwendig sind, wodurch eine evtl. vorhandene Struktur der Daten aus jedem einzelnen Abtastvorgang zerstört wird. Findet eine Datenreduktion statt, so wird auch diese im allgemeinen eine vorhandene Struktur zerstören. Deshalb muss zunächst eine Datenstrukturierung stattfinden. Ziel dieser Datenstrukturierung ist die Erzeugung von Nachbarschaftsinformation zwischen den Oberflächenpunkten. Diese werden benötigt, um die in den Datenpunkten erforderlichen Zusatzinformationen zu schätzen. Zur Datenstrukturierung wird in der Regel eine Triangulierung der Datenpunkte erzeugt.

Im Rahmen des Projektes wurden dazu zwei verschiedenen Verfahren entwickelt. Beide Verfahren erzeugen eine Triangulierung der Datenpunkte durch Unterteilung der dreidimensionalen Delaunay-Tetrahedrisierung der Punkte in Bereiche, die zum Inneren des Objektes gehören und solche, die außerhalb des Objektes liegen.

Das erste Verfahren ist volumenbasiert und verwendet die Delaunay-Tetrahedrisierung der dreidimensionalen Oberflächenpunkte als Volumen-Repräsentation. Aus dieser werden dann nach und nach Tetraeder entfernt, bis die gewünschte Approximation der Objekt-Oberfläche entstanden ist. Das Verfahren ist in der Lage, Objekte beliebigen Geschlechts automatisch zu rekonstruieren.

Das zweite Verfahren zur Strukturierung der Oberfläche eines zu rekonstruierenden Objekts benutzt das Voronoi-Diagramm, den zur Delaunay-Triangulierung der Punktmenge dualen Graphen. Zunächst wird der minimal spannende Baum der Voronoi-Punkte aus dem Voronoi-Diagramm bestimmt. Dieser Baum wird anschließend in Teilbäume zerlegt, wobei die zugehörigen Regionen entweder zum Objekt gehören oder nicht. Anschließend wird durch eine innnerhalb/außerhalb-Klassifikation der Teilbäume die Approximation des Objektes bestimmt.

Ergänzen von Information

Um aus einer strukturierten Objekt-Oberfläche eine Segmentierung vornehmen zu können, sind in den einzelnen Datenpunkten außer den Punktkoordinaten zusätzliche Informationen erforderlich. Diese müssen aus der Oberflächenbeschreibung geschätzt werden. Aufgrund dieser Informationen wird dann die Zuordnung der Punkte zu den einzelnen Segmenten vorgenommen.

Zum Ergänzen von Information wurde zuerst das bislang auf den zweidimensionalen Fall beschränkte Konzept einer datenabhängigen Triangulierung auf den dreidimensionalen Fall erweitert, wodurch sich Qualität einer linearen Oberflächen-Approximation, wie sie durch die Triangulierung gegeben ist, verbessert wird.

Normalen und Krümmungen sind Eigenschaften, die das lokale Verhalten einer Fläche in einem Punkt beschreiben. Die Normalenvektoren in einem Oberflächenpunkt p lassen sich aus den Normalenvektoren der Oberflächendreicke in der Umgebung von p schätzen. Zur Krümmungsschätzung wird ein Verfahren verwendet, das in jedem Punkt p einen Ausgleichsparaboloiden mit Ursprung in p durch die Punkte in der Umgebung von p bestimmt. Die Hauptkrümmungen im Ursprung des Paraboloiden dienen als Approximation der Krümmungen in p.

Segmentierung

Bei der Segmentierung der abgetasteten Oberflächenpunkte werden Datenpunkte mit ähnlichen Eigenschaften zu einem Segment zusammengefasst. Dies kann entweder durch eine flächenbasierte Segmenterzeugung, bei der die Dreiecke der Triangulierung gruppiert werden, oder durch kantenorientierte Verfahren, die Segmentgrenzen bestimmen, geschehen.

Im Berichtszeitraum wurde ein flächenbasiertes und ein punktbasiertes Segmentierungsverfahren implementiert. Beide Verfahren basieren auf dem Ansatz des „region growings“. Beim region growing versucht man eine Fläche wachsen zu lassen. Beginnend mit einem Dreieck bzw. Punkt werden angrenzende Dreiecke bzw. Punkte zur aktuellen Region hinzugefügt, wenn gewisse Kriterien erfüllt sind. Diese Kriterien sind abhängig von der Fläche, die man wachsen lassen möchte. Man beginnt mit der Erkennung von Regelflächen (Ebene, Zylinder, etc.). Im Berichtsjahr wurde ein neues Kriterium zur Erkennung dieser Flächen entwickelt. Es basiert auf Normaleninformationen. Ein angrenzendes Dreieck bzw. ein angrenzender Punkt wird genau dann zur aktuellen Region hinzugenommen, wenn sowohl der Winkel zum Nachbarelement als auch der Winkel zur Flächennomalen kleiner als ein Schwellwert ist. Bei erfolgter Hinzunahme eines neuen Elementes wird die Flächennormale aktualisiert. Anhand verschiedener Schwellwerte lassen sich so mit demselben Verfahren verschiedene Regelflächen erkennen.

Flächenklassifikation

Ziel der Flächenklassifikation ist es, den bei der Segmentierung gewonnenen Flächensegmenten jeweils einen bestimmte Flächentyp zuzuordnen. Dabei müssen insbesondere die Parameter der Regelflächen bestimmt werden (z.B. Hauptachsenrichtung und Radius eines Zylinders). Dazu wurde bisher ein Klassifikationsverfahren für Zylinderflächen entwickelt, das das Normalenbild eines Segmentes (d.h. die Normalenvektoren aller Segmentpunkte im Ursprung aufgetragen) ausnutzt. Bei einem Zylindersegment bilden alle Normalen einen verrauschten Großkreis auf der Einheitskugel. Legt man eine Ebene durch die Endpunkte dieser Normalen, so erhält man die Zylinderachse aus dem Normalenvektor dieser Ebene. Durch Projektion der Segmentpunkte auf diese Ebene und anschließende Anpassung eines Kreises an die projizierten Punkte lässt sich auch der Zylinderradius bestimmen. Zur Zeit wird an der Entwicklung von Klassifikationsverfahren für weitere Flächentypen gearbeitet.

Verwendung der zugewiesenen Mittel (DFG-SPP "Effiziente Algorithmen")

Personalmittel	88.226 DM
Reisekosten	3.644 DM
Gesamtsumme:	**91.870 DM**

Optimierte Werkzeugsteuerung durch nichtlineare Modellierungsmethoden

In der automatisierten Produktion durch numerisch kontrollierte Maschinen und Roboter sind gegenwärtig Steuerungssysteme im Einsatz, die auf Modellierungsmethoden basieren, welche alleine aufgrund ihrer Modellbildung zu Effizienz- bzw. Qualitätsverlusten beitragen. Zur Beseitigung der bestehenden Schwachstellen können komplexere mathematische Modellierungsmethoden für die geometrischen und kinematischen Aspekte der verschiedenen Fertigungsverfahren beitragen. Nichtlineare Modellierungstechniken bieten sich für solche Fertigungsverfahren an, bei denen möglichst glatte (verwerfungsfreie) und gleichmäßig parametrisierte Werkzeugbahnen erforderlich sind.

Das Ziel des von der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation geförderten Projektes „Optimierte Werkzeugsteuerung durch nichtlineare Modellierungsmethoden“ ist die Realisierung eines Prototypsystems zur Steuerung von Werkzeugverfahrwegen auf Basis einer nichtlinearen Modellierung der Werkzeugwege. Erwartet wird eine deutliche Qualitätsverbesserung bei vergleichbarem Modellierungs- und Berechnungsaufwand (bzw. eine Effizienzsteigerung bei Einhaltung gleicher Qualitätsanforderungen) gegenüber herkömmlichen Verfahren.

Unter einem energieminimierenden, nichtlinearen Spline versteht man eine Kurve, deren Krümmungsfunktion einer hochgradig nichtlinearen Differentialgleichung genügt, die mit Hilfe des sogenannten Variational Design aus der Bedingung einer minimalen elastischen Energie über den gesamten Kurvenverlauf hergeleitet werden kann. Die daraus entstehenden Kurven sind glatter als herkömmliche lineare Spline-Kurven, und somit in technischen Anwendungen oftmals besser geeignet.

Ausgehend von einer Eigenentwicklung zur effizienten und stabilen Berechnung nichtlinearer, ebener Spline-Segmente wird an der Entwicklung eines Verfahrens zur Interpolation räumlicher Datenpunkte gearbeitet. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf der Ableitung eines praktikablen Berechnungsverfahrens, das einen Einsatz der nichtlinearen Spline-Kurven zur Steuerung von NC-Maschinen ermöglicht. Dort ist es notwendig, den Verfahrweg von Werkzeugen möglichst glatt und ruckfrei durchlaufen zu können. Im Berichtszeitraum wurde eine Methode zur nichtlinearen Interpolation ebener Kurven implementiert. Mit Hilfe dieses Verfahrens werden Eigenschaften und Vorteile nichtlinearer Splines gegenüber herkömmlichen Techniken untersucht. Zu diesem Zweck wurde ein Programm realisiert, mit dessen Hilfe sich geometrische Eigenschaften von beliebigen Raumkurven visualisieren lassen.

Verwendung der zugewiesenen Mittel (Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation)

Personalmittel	136.141 DM
Sachmittel	5.000 DM
Reisekosten	4.000 DM
Gesamtsumme:	**145.141 DM**

4.3 AG Datenverwaltungssysteme (Prof. Dr. Härder)

Das Projekt "Rechnergestütztes Informationssystem für Technische Anwendungen" mit Keiper Recaro wurde 1998 von der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation mit ca. 142 TDM gefördert. Mit der Fa. SAP wurde 1998 ein Projekt über Optimierungsfragen bei der Abbildung der R/3-Systems auf Datenbanksysteme begonnen (ca. 160 TDM). Das mit dem Fraunhofer-Institut (IESE) durchgeführte Projekt zum Thema "Warenwirtschaftssysteme" wurde in 1998 abgeschlossen (ca. 40 TDM). Zum Thema "Föderierte Datenbanksysteme" arbeiteten wir mit der Fa. DaimlerChrysler zusammen (ca. 80 TDM). Ein neues Projekt über den Einsatz DB-basierter Middleware wurde initiiert.

Einen erfolgreichen Start hatte 1998 das Projekt A3 des SFB 501 über Objekt-relationale DB-Technologie zur Unterstützung des Softwareentwicklungsprozesses (343 TDM).

Das Projekt DOCAIA (Support for Design and Development of Computer Applications in Industrial Automation) wurde im Rahmen eines deutsch-brasilianischen Kooperationsabkommens fortgesetzt. Wir bearbeiten dort das Thema "Web-basierte DB-Anwendungen" zusammen mit Projektpartnern der Universität UFRGS in Porto Alegre und München (ca. 40 TDM). Ein weiteres internationales Projekt über objekt-relationale Datenbanksysteme und Componentware wird mit dem IBM Almaden Research Center in San Jose, Calif., durchgeführt (Austausch von Studenten und Mitarbeitern).

Die Zusammenarbeit mit dem ZFUW der Universität Kaiserslautern führte zur Definition eines neuen Projektes zum Thema "Netzbasiertes Lehren und Lernen", zu dem ein Antrag bei der Stiftung Innovation eingereicht wurde.

1998 wurden den genannten Teilprojekten Schwerpunktmittel von insgesamt 15.000 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.

Abbildung des R/3-Klassensystems auf RDBS

Das SAP-R/3-Klassensystem ist eine wesentliche Komponente von SAP-R/3. Es erlaubt dem Anwender, seine Daten in Form von Klassenhierarchien zu beschreiben und mit deren Hilfe zu verwalten. Entsprechend bietet das Klassensystem eine Reihe von Funktionen, welche die Erzeugung und Bearbeitung von Klassenhierarchien sowie die Verwaltung und Selektion von den Klassen zugeordneten Ausprägungen erlauben. Bei dem Klassensystem handelt es sich um eine in der 4GL-Sprache ABAB/4 entwickelte Komponente, so daß die an ihrer Schnittstelle zur Verfügung stehenden Funktionen (z. B. „erzeuge Klasse", „ordne Objekt einer Klasse zu" oder „suche Objekt“) in Aufrufe an die sogenannte SAP-Basis transformiert werden, die diese wiederum in relationale Datenbankanfragen umsetzt. Um diese Vorgehensweise zu ermöglichen, werden die durch das Datenmodell des Klassensystems vorgegebenen (Klassen- und Objekt-) Strukturen nach festen Abbildungsvorschriften auf ein relationales Datenbankschema abgebildet, das von verschiedenen relationalen Datenbankverwaltungssystemen (wie z. B. ORACLE oder INFORMIX) verwaltet werden kann.

Beim Einsatz des Klassensystems in verschiedenen Anwendungsszenarien wurden Leistungsdefizite festgestellt, die zurückzuführen sind auf die gewählte Abbildung der Strukturen des Klassensystems auf das relationale Schema. Daraus ergibt sich direkt die in diesem Projekt zu betrachtende Problemstellung; sie besteht darin, eine hinsichtlich der Gesamteffizienz des Systems optimale, neue Abbildung zu finden.

Das Projekt hat den nachfolgend beschriebenen Stand. Eine neue Abbildung wurde konzipiert. Eine Meßumgebung wurde implementiert bestehend aus einem die Anwendungen simulierenden Meßtreiber sowie einer Zwischenschicht zur Transformation von (Klassensystem-)Funktionen in (Mengen) von Datenbankanfragen. Letztere wurde jeweils einmal der alten Datenbankabbildung, wie sie in SAP-R/3 realisiert ist, und einmal der neuen Abbildung folgend implementiert. Desweiteren wurde ein Datengenerator implementiert, der typische, in SAP-R/3-Anwendungen vorkommende Datenaufkommen erzeugen kann. Dieser wird benutzt, um zwei Datenbanken zu erzeugen; wiederum eine, die der alten Abbildung und eine, die der neuen Abbildung folgt. Vergleichende Messungen und zugehörige Bewertungen der neue Abbildung stehen unmittelbar bevor.

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 wurde, stand die Umsetzung von aktuellen Entwicklungstrends, vor allem durch die Nutzung objektorientierter Entwicklungsmethoden, im Vordergrund. Hierbei ging es insbesondere um eine effiziente Anbindung relationaler Datenbanken an objektorientierte Entwicklungsumgebungen, so daß den Entwicklern eine möglichst weitgehende "Objektsicht" geboten wird. Weiterhin beschäftigten 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.

Föderierte Datenbanksysteme

Aspekte bei der Überwindung struktureller Heterogenität

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.

Das Projekt, inzwischen abgeschlossen, beschäftigte sich mit den vielfältigen Problemen der Datenbank-Middleware, die sich bei struktureller Heterogenität der einzubindenden Datenquellen ergeben. Als Grundlage der Arbeit wurde eine systematische Analyse von Heterogenität, insbesondere auf der Ebene der Datenbanksysteme durchgeführt. Darauf aufbauend wurde ein neuer Lösungsansatz zur Datenintegration vorgeschlagen. Der wesentliche Bestandteil dieses Ansatzes ist eine Abbildungssprache, die im Rahmen der Arbeit entwickelt wurde und die wesentlich die internationale Norm EXPRESS-X geprägt hat. Diese Sprache wird eingesetzt, um den Anwendungen eine homogene Sicht auf heterogene Datenquellen bereitzustellen. Ergänzend wurde gezeigt, daß sich die Abbildungssprache darüber hinaus auch zur Unterstützung der Datenmigration verwenden läßt. Somit wurde als Ergebnis des Projektes ein umfassendes und einheitliches Konzept zur Unterstützung beider Aspekte von Interoperabilität - Datenintegration und Datenmigration - entwikkelt.

Integration von heterogenen Datenquellen durch DB-basierte Middleware

Datenintegration bezieht sich auf heterogene Datenquellen, die neben den konventionellen DBS auch Non-Standard-DBS, wie z.B. ORDBMS, semi-strukturierte Daten (SGML), Anwendungssysteme (Zugriff nur über APIs) etc. umfassen. Es besteht die Anforderung, diese Datenquellen möglichst flexibel, effizient und komfortabel einbinden zu können.

In diesem Umfeld sollen die folgenden Probleme bzw. Aufgabengebiete bearbeitet werden:

- Systemunterstützte Erstellung von Wrappern
- Anbindung von Wrappern an eine DB-Middleware
- Einbettung der Datenintegration in ein generelles Integrationskonzept, das neben Daten auch Funktionen systemübergreifend unterstützt.

Neben verschiedenen Ansätze zur Datenmigration und -integration und der Behandlung der dabei auftretenden Probleme der Konsistenzerhaltung soll auch der Einfluß neuer, auf objekt-relationalen Konzepten beruhender Möglichkeiten der Nutzung von DB-basierter Middleware untersucht werden. Die bisherige Aufteilung in sprachgekoppelte und schemagekoppelte Integrationsansätze scheint durch SQL3 zu verschwinden. Welchen Einfluß hat die Entwicklung heutiger kommerzieller DB-Middleware-Produkte, die SQL3 auf der föderierten Ebene unterstützen? Hier sehen wir folgende wichtigen Fragestellungen:

- Kann SQL3 als neues einheitliches Datenmodell eingesetzt werden? Was ist mit STEP-standardisierten Schemata? Ist eine Abbildung von EXPRESS nach SQL3 möglich? Kann damit eine Schnittstelle bereitgestellt werden, die nicht nur eine Anfragesprache (SQL3), sondern auch den navigierenden Zugriff (SDAI) und damit zwei Standards unterstützt?
- Ist durch dieses Konzept eine einfachere Integration von Legacy-Systemen in neue Anwendungssysteme möglich? Ist EXPRESS-X eine geeignete Abbildungssprache für SQL3? Kann eine vollständige und korrekte Abbildung auf objektorientierte Sichten definiert werden? Wie wird die Aktualisierungsproblematik bei objektorientierten Sichten gelöst?
- Welche Integritäts- und Konsistenzüberwachungsmechanismen werden durch kommerzielle Produkte angeboten? Können sie genutzt werden?

Objekt-relationale DB-Technologie zur Unterstützung des Softwareentwicklungsprozesses

Wiederverwendung ist in großen Softwareentwicklungsprojekten durch eine gemeinsame Datenbank, einem sogenannten Repository, zu unterstützen. Aus der Vielfalt der Entwicklungstätigkeiten ergeben sich weitreichende Anforderungen an das Repository. So müssen sowohl große Mengen einfach strukturierter Daten, wie z. B. in Experimenten gewonnene Meßdaten, als auch komplex strukturierte Entwurfsobjekte, wie z. B. Softwaremodule, und komplexe Dokumente, die auch Bilder und Texte umfassen können, integriert verwaltet und verarbeitet werden. Um die heterogenen Anforderungen bezüglich Daten- und Verarbeitungsmodell angemessen erfüllen zu können, muß das verwendete Datenbanksystem an das jeweilige Anwendungsprofil angepaßt werden können. Die Verwendung objekt-relationaler Datenbanktechnologie, die auf eine Integration objektorientierter Konzepte und relationaler Datenbank-systeme abzielt, scheint hier vielversprechend, da durch das Konzept der Erweiterbarkeit um benutzerdefinierte Datentypen, Funktionen und Zugriffspfadstrukturen eine Anpassung an die Anwendungsdomäne besonders unterstützt wird. Obwohl bereits kommerzielle Produkte verfügbar sind, die in die Klasse der objekt-relationalen Systeme eingeordnet werden, ist bei weitem noch nicht geklärt, inwieweit sich relationale und objektorientierte Konzepte mit dem Ziel einer geeigneten Modellierungsmächtigkeit, ausreichender Erweiterbarkeit, angepaßter Schnittstellen und angemessenem Leistungsverhalten integrieren lassen.

Folglich hat dieses Projekt die folgenden drei Ziele. Erstens soll unter Beachtung des entstehenden SQL3-Standards auf eine geeignete Integration relationaler und objektorientierter Konzepte hingearbeitet werden. Zweitens soll eine angemessene Client/Server-Architektur entwickelt werden, die die reine Serverzentrierung gegenwärtiger objekt-relationaler Systeme ablöst, so daß ein flexibleres Verarbeitungskonzept für Entwurfsanwendungen, wie die Softwareentwicklung, geboten werden kann. Dies umfaßt neben der Bereitstellung von DBS-Komponenten zur Verwaltung eines Client-Caches auch die Erarbeitung von Konzepten und Mechanismen zur dynamischen Bestimmung des Ausführungsorts (Server oder Client) von Anwendungsfunktionen. Drittens sollen konkrete, für den Softwareentwicklungsprozeß spezifische Erweiterungen konzipiert und realisiert werden, die z. B. die Versionierung von Entwurfsdaten erlauben bzw. die Zusammenarbeit der Entwurfsdatenverwaltungskomponente mit der Softwareentwicklungsumgebung ermöglichen.

SERUM - Software Engineering Repository using UML

Um die Kooperation und die Wiederverwendung in großen Entwicklungsumgebungen zu unterstützen, sollte eine gemeinsam genutzte Datenbank verwendet werden. In der Regel ist ein Repository der Verwendung eines reinen DBVS (Datenbankverwaltungsystem) vorzuziehen, da durch ein Repository zusätzliche Dienste, wie z. B. Versionierungsdienste, bereitgestellt werden.

Der SERUM-Ansatz zeichnet sich dadurch aus, daß nicht ein universeller Repository-Manager zur Verfügung gestellt werden soll, sondern vielmehr ein Framework entwickelt werden soll, mit dem verschiedene Repository-Manager generiert werden können, die an die Bedürfnisse spezieller Anwendungsbereiche angepasst sind. Um Dienste sowohl bei der Erstellung von Repositories als auch bei den von SERUM erstellten Repository-Managern in das DBVS zu integrierten, verwenden wir ein ORDBVS (Objekt-Relationales Datenbankverwaltungsystem).

Die Versionierung von Produktdaten ist ein Teilgebiet, das in vielen Anwendungsbereichen erforderlich ist. Obwohl eine Vielzahl von Versionierungssemantiken zur Unterstützung verschiedener Anwendungen mit unterschiedlichen Anforderungen erforderlich ist, gibt es einige grundlegende Eigenschaften der Versionierung. Wir wollen in SERUM ein Framework mit diesen grundlegenden Versionierungseigenschaften zur Verfügung stellen, das an die anwendungsspezifische Versionierungssemantik angepasst und anschliessend angewandt werden kann.

Erweiterung eines ORDBVS zum Multimedia-DBVS -
Abstraktionen, Konzepte, Architekturen (VirtualMedia)

Objekt-orientierte Eigenschaften und benutzerdefinierte Erweiterungen der objekt-relationalen Datenbanksysteme machen es möglich, multimediale Daten wie Bilder oder Videos elegant in Datenbanksystemen zu verwalten. Nach wie vor kontrovers wird jedoch die Frage diskutiert, in welchem Umfang ein solches MM-DBVS medienspezifische Funktionalität bereitstellen kann (bzw. soll). Kommerzielle Produkte konzentrieren sich dabei meist auf spezielle Retrieval-Funktionen auf der Basis von aus den Rohdaten extrahierten oder von Benutzern eingegebenen Indexdaten. Das VirtualMedia-Projekt fokussiert hingegen auf die - sonst meist außerhalb des MM-DBVS realisierte - Verwaltung der Medienrohdaten mit dem Ziel, grundlegende Eigenschaften wie Datenunabhängigkeit und Anwendungsneutralität für Medienobjekte zu unterstützen. Darauf aufbauend sollen Funktionen zur aktiven Unterstützung von Multimedia-Präsentationen und Medienverarbeitung (z. B. Transformation, Transkription, Format/Qualitäts-Adaption) in das MM-DBVS integriert werden. Die Arbeiten erfolgen teilweise in Kooperation mit dem an der Professur für Datenbanken der TU Dresden durchgeführten KANGAROO-Projekt.

Verarbeitungsmodell für ORDBVS

Gegenwärtige objekt-relationale Datenbanksysteme (ORDBVS) zeichnen sich durch eine server-zentrierte Verarbeitung aus. Die angereichterten Modellierungskonzepte dieser Systeme zusammen mit den Möglichkeiten der Integration von Funktionen/Verhalten in das DBVS lassen ORDBVS jedoch auch für Anwendungen geeignet erscheinen (z. B. komplexe Ingenieranwendungen), die bis zu einem gewissen Grad auch eine client-seitige Verarbeitung erwarten. Aus diesem Grund muß über eine Flexibilisierung des bisher starren Verarbeitungskonzeptes von ORDBVS nachgedacht werden. Wir streben in diesem Zusammenhang ein Verarbeitungskonzept an, das in der Lage ist, dynamisch und implizit über den Verarbeitungsort (Client oder Server) einer zur Ausführung anstehenden Funktion zu entscheiden. Ein erstes Konzept wurde bereits erarbeitet, das auf statistischen Methoden beruht. Es sieht vor, den Aufwand (Verarbeitungszeit) von Funktionen zur Laufzeit zu protokollieren. Als weitere Information wird der erwartete, von der Funktion benötigte Verarbeitungskontext und die benötigten Kosten zum Transport dieser Daten zum jeweiligen Verarbeitungsort betrachtet. Darüber hinaus werden Abhängigkeiten zwischen Funktionen, die eine Abschätzung des weiteren Verlaufes der Verarbeitung zulassen als Entscheidungegrundlage herangezogen. All diese Informationen werden zur Laufzeit ausgewertet, um dynamisch über der Verarbeitungsort einer zur Ausführung anstehenden Funktion zu entscheiden. Die angesprochenen Konzepte sind nun prototypisch zu implementieren und an Anwendungsbeispielen zu evaluieren.

Web-basierte Datenbankanwendungen

Architekturen und Protokolle

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-basierte 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?

Netzbasiertes Lehren und Lernen

Das Fernstudium in seiner klassischen Variante leidet insbesondere darunter, dass es nur in einem sehr beschränkten Umfang die Möglichkeiten einer Kommunikation und Interaktion zuläßt. Unterstellt man das in der Didaktik für das Lehren und Lernen konstitutive Dreieck einer Interaktion, die zwischen dem Lernenden und dem Material, dem Lernenden und dem Lehrenden und den Lernenden untereinander stattfindet, dann muß man feststellen, dass das Fernstudium sich in der Vergangenheit weitgehend auf die Lerner-Inhalts-Interaktion beschränkt hat. Austauschprozesse nach dem Muster der Lerner-Lehrer- oder Lerner-Lerner-Interaktion sind zumeist nur rudimentär und zum Teil auch gar nicht gegeben. Diese Reduktion der Interaktivität auf nur eine Komponente des didaktischen Dreiecks ist in der Perspektive der Fernstudienkonstruktion eine notwendige Bedingung auf der seine Leistungsfähigkeit, d. h. ein Lehren und Lernen über Raum- und Zeitgrenzen hinweg zu ermöglichen, beruht. Aus pädagogisch-didaktischer Sicht ist sie allerdings eine Einschränkung, die ein erfolgreiches Lernen aus der Ferne oftmals erschwert.

Um mit der künftigen Entwicklung auf dem Fernstudiensektor Schritt halten zu können, bedarf es daher vermehrter Anstrengungen zur Nutzung und Integration der neuen Technologien. Dies nicht zuletzt auch deshalb, weil davon auszugehen ist, dass das Lehren und Lernen sich aus seinen nationalen Grenzen befreien und zu einem weltumspannenden Lehren und Lernen weiterentwickeln wird. Durch die Nutzung des Internet wird ohne zusätzliche Kosten eine Plattform- und Ortsunabhängigkeit des Lernens erreicht. Vor diesem Hintergrund verfolgt das Zentrum für Fernstudien und Universitäre Weiterbildung (ZFUW) der Universität Kaiserslautern das Ziel der Errichtung eines digitalen Fernstudienzentrums, das seine Lehr-/Lerninhalte auf der Basis von computergestützten multimedialen Netzwerken zur Verfügung stellt und dabei zugleich neue Formen des Lehrens und Lernens verwirklicht, die bisher im Fernstudium nicht zu realisieren waren.

Das Herzstück dieser Transformation von einer papierbasierten hin zu einer digitalen, multimedialen Weiterbildungseinrichtung, einem sog. Virtuellen Seminarraum, ist die Schaffung der notwendigen technischen Infrastruktur. Dabei muss sichergestellt werden, dass zum einen später ein den funktionellen Anforderungen genügendes System eingesetzt werden kann. Zum anderen soll dieses aber ebenso sowohl der beim Fernstudium besonderen Pädagogik und Didaktik als auch den bei einer solchen Anforderung bedeutsamen technischen und sicherheitsrelevanten Aspekten, wie sie bei Web-basierten DB-Anwendungen auftreten (siehe Architekturen und Protokolle), genügen.

Die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien sind geeignet, dieses konstitutive Defizit der bisherigen Fernlehre abzumildern bzw. "Werkzeuge” zur Verfügung zu stellen, die eine erhebliche Qualitätsverbesserung der Lehre darstellen. Das durch den Technikeinsatz erzielbare Verbesserungspotential liegt - so wie es sich gegenwärtig abzeichnet - auf drei Ebenen:

- Ermöglichung neuer Lehr-/Lernformen,
- Ermöglichung neuer Strukturen des “student support” und
- Vereinfachung und Optimierung von Verwaltungsvorgängen.

Kurz gesagt, das Projekt will ein System zur Unterstützung des netzbasierten Lehren und Lernens entwickeln. Diese Zielvorstellung wird heute oft auch mit den Schlagworten „Virtuelle Universität“ oder „Virtueller Seminarraum“ bezeichnet.

4.4 AG Graphische Datenverarbeitung und Computergeometrie (Prof. Dr. Hans 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 1998

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.

Webbasierte, interaktive Präsentation von Daten aus dem Viperkern

Innerhalb des Viper-Projekts wurde ein System für die Präsentation von VSSG-Daten in VRML geschaffen, wobei durch externen Zugriff die Möglichkeit der parametrischen Änderung von Objektdaten vorgenommen werden können. Als Client dient der WWW-Browser Netscape 4.06 zusammen mit dem VRML-Viewer Cosmoplayer 2.1 von SGI. Der Cosmoplayer wird durch ein Java-Applet angesteuert. Durch Selektion der Objekte in 3D werden die Variationsmöglichkeiten zur Auswahl angezeigt. Die auf dem Markt befindlichen VRML-Viewer können Interaktivitäet durch das komplette Neuladen einer Szene nicht erreichen, so daß eine spezielle Datenstruktur in VRML eingebettet wurde. Diese ermöglicht die selektive Neugenerierung von Objekten durch Clientanforderung. Die aufgebaute VRML-Datenstruktur unterstützt das Caching der Objekte.

Javabasierter Grundrißeditor

LayEd ist ein Editor zum Erstellen und Verändern von Grundrissen. Er ist eine webbasierte Client- / Serveranwendung, die zu 100% in Java geschrieben worden ist. Das der Client in den meisten Fällen kein Hochleistungsrechner ist, mußten rechenintensive Berechnungen auf dem Server ausgeführt werden. Der Server ist für die Datenhaltung und Datenaufbereitung zuständig. Auf der Clientseite ist ein Database-Manager für den ständigen Kontakt zur Datenbank verantwortlich. Ein Graphic-Manager verwaltet die eigentlichen Editoren, welche die graphischen Primitive visualisieren. Die Editoren sind zur Zeit nur in 2D implementiert, können aber ohne Probleme auf 3D erweitert werden. Die Erstellung von Grundrissen benötigt einige Spezialkenntnisse über den Aufbau der Datenstruktur. Die Regeln zum Aufbau der Datenstruktur wurden im House-Manager implementiert. Der Grundrißeditor wird im Viper Prototyp eingesetzt.

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.

InVIS: Interaktive Visualisierung

Interaktive Visualisierung medizinischer und biologischer Datensätze

Die interaktive Visualisierung von Volumendaten beschäftigt sich mit der Verarbeitung und anschaulichen Darstellung großer Datenmengen in Echtzeit. Die Entwicklung leistungsfähiger, computerunterstützter Abtastgeräte und Messmethoden in der Medizin und in der Biologie (z. B. Computertomographie [CT], Magnetresonanztomographie [MRT] und Konfokale Lasermikroskopie) ermöglicht es, qualitativ hochwertige und detailgenaue Abbildungen zu erzeugen. Die dabei anfallenden enormen Datenmengen machen es notwendig, die Messwerte in geeigneter Weise aufzubereiten, um daraus eine schnelle, aussagekräftige Visualisierung zu erzeugen.

Im Berichtsjahr wurde das interaktive Visualisierungssystem InVIS weiterentwickelt. Wichtige grundlegende Verfahren zur Reduktion der Komplexität hybrider Datensätze, die aus Volumendaten (meist Scannerdaten) und geometrischen Objekten (als Preview-Repräsentation der Volumendaten oder als eigenständige CAD-Objekte zur Ergänzung der Szene) bestehen, wurden implementiert. Unter Ausnutzung einer im Vorjahr geschaffenen, plattformübergreifenden Benutzerschnittstelle, mit der sich auf einfache Weise graphische Oberflächen gestalten lassen, wurde der Visualisierungskern implementiert, mit dem sich sowohl oberflächenbasierte als auch volumenbasierte Objekte in Echtzeit darstellen lassen. Die Objekt- und Bildraumauflösung und damit die Bildqualität lassen sich in weiten Grenzen variieren, so dass in jedem Fall eine interaktive Bildwiederholrate garantiert werden kann. Die Benutzeroberfläche steht sowohl Anwendern von Hochleistungsgrafik-Workstations als auch PC-Benutzern offen und ist jederzeit erweiterbar. Die Programmierschnittstelle ist so beschaffen, dass eine gemeinsame Aufrufschnittstelle für UNIX- und MS-Windows-basierte Systeme vorhanden ist. Dies reduziert den Entwicklungsaufwand und kommt dem Wunsch viele Mediziner nach PC-basierten Lösungen entgegen.

Die Forderung nach interaktivem Programmverhalten stellt hohe Ansprüche an die zu verwendenden Darstellungsalgorithmen. Diese müssen zum einen sehr schnell sein, um dem Mediziner eine direkte Rückmeldung *(feedback)* über den Erfolg seiner Aktionen zu geben, auf der anderen Seite müssen sie jedoch auch gewisse Mindestanforderungen bezüglich der Präzision der Darstellung erfüllen.

Die zukünftige Forschung richtet sich vor allem auf die Integration der Datenreduktionsverfahren mit den Darstellungsmethoden zu einem gemeinsamen Visualisierungssystem. Dabei soll insbesondere die Skalierbarkeit berücksichtigt werden, so dass die Algorithmen sich in ihrer Leistungsfähigkeit automatisch an die zur Verfügung stehende Rechnerleistung anpassen und in jedem Fall ein interaktives Verhalten mit vorgegebenen Antwortzeiten garantieren.

Component Based Framework For Computer Graphics And Visualization

Heutige Graphik- und Visualisierungssysteme zeichnen sich durch eine umfangreiche Funktionalität aus, die die Grundlage für den Einsatz und die sinnvolle Nutzung dieser Techniken in vielen Anwendungsbereichen darstellt. Erst mit Hilfe von Visualisierungssystemen können biologische, chemische, physikalische und technische Sachverhalte graphisch dargestellt und von Ingenieuren und Spezialisten interpretiert werden. Aufgrund der enormen Größe der zu verarbeitenden Datenmenge sowie der Komplexität der Visualisierungsverfahren ist die Entwicklung solcher Systeme jedoch ein zeitaufwendiger und sehr teurer Prozess, der entsprechenden Spezialisten vorbehalten ist. Zudem ist die einer konkreten Problemstellung angepasste Visualisierung oft zu unflexibel in Bezug auf sich ändernde Parameter. Hier hilft oftmals nur eine hybride Architektur des Softwaresystems, wodurch sich die Komplexität und damit die Kosten für die Entwicklung weiter erhöht.

Ziel dieses Projektes ist die Nutzung moderner Softwaretechnologien, um den Softwareentwicklungsprozess im Computergraphik- und Visualisierungsbereich zu unterstützen. Hierzu werden spezifische Softwarebausteine identifiziert und in einer Bausteinbibliothek abgelegt. In einem Framework führt dann die visuelle Komposition von Komponenten zu einem rapid prototyping spezieller Visualisierungssoftware. Man zerlegt also den Softwareentwicklungsprozess in zwei Unterprozesse:

- *Component Development* und
- *Componentbased Visual Prototyping.*

Unter *Component Development* verstehen wir hier die Entwicklung von Softwarebausteinen, die im Rahmen eines Visualisierungssystems konkrete Aufgaben übernehmen. Diese Komponenten zeichnen sich durch ein implizit vorhandenes Wissen über das zu lösende Teilproblem aus. Zudem sind sie nur lose oder überhaupt nicht mit dem Kontext, in dem sie verwendet werden sollen, gekoppelt. Hierdurch erreicht man einen hohen Wiederverwendungsgrad der Software.

Unter *Componentbased Visual Prototyping* verstehen wir das visuelle Zusammensetzen von Komponenten/Applikationen zu neuen Komponenten/Applikationen. Hierbei kann zur Laufzeit die Softwarearchitektur editiert werden, d.h. der Benutzer kann die Art und Weise der Kommunikation zwischen den Komponenten festlegen bzw. verändern. Darüber hinaus kann auch die Parametrik der Komponenten verändert werden (Customizing).

Da die Entwicklung eines *Componentbased Visual Prototyping* Systems von grundlegender Bedeutung für dieses Projekt ist, wurde im Berichtszeitraum ein dieser Zielrichtung entsprechendes Framework entworfen. Dieses Framework wurde schließlich in Java entwikkelt und bedient sich der *Java*-Komponentensarchitektur *JavaBeans*. Hierbei wurde darauf geachtet, dass *Component Development* und *Componentbased Visual Prototyping* weitgehend unabhängig voneinander sind.

Visualisierung von Schleifprozessen

Im FBK enstand ein Simulationstool zur Berechnung von verschiedenartigen Schleifprozessen. Die anfallenden Daten konnten nicht adäquat dargestellt werden. In Zusammenarbeit mit dem FBK wurde ein System zur Visualisierung entwickelt, mit dem sich sowohl fertig geschliffene Werkstücke als auch Werkstücke während des Schleifprozesses betrachten lassen. Mögliche Darstellungsformen der Schleifobjekte sind die VRML 2.0 Szene und durch einen Renderer erzeugte Bilder bzw. Filmsequenzen.

Das Visualisierungstool setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Die Grundlage bilden zwei Programme, die aus den Rohdaten eines statischen oder eines dynamischen Schleifobjektes den entsprechenden VSSG-Knoten erzeugen. Der VSSG bildet die Basis für die weiteren Transformationen. Um die Datenmengen zu verringern, kann bei diesem

Schritt das Verfahren der datenunabhängigen Reduktion eingesetzt werden.

Die Integration neuer Actions für beide Schleifobjekttypen in das Viper-System ermöglicht es, aus der Beschreibung im VSSG eine VRML 2.0 Szene zu erzeugen. Diese Szene läßt sich mit einem VRML-Viewer darstellen, wobei der Benutzer sich interaktiv in der virtuellen Szene bewegen kann. Das eröffnet dem Betrachter die Möglichkeit, die für ihn interessanten Stellen des Werkstückes detailliert betrachten zu können.

Um diese Konvertierung durchführen, ist eine weitere Datenreduktion nötig. Dazu wurde die datenabhängige Reduktion entwickelt, mit der sich sehr starke Reduktionen durchführen lassen. Mit dem Verfahren zur Triangulierung wird die Oberfläche des Werkstückes in möglichst gleichmäßige Dreiecke zerlegt, um damit die Hüllfläche des Schleifobjektes zusammenzusetzen.

Anthropometrisch basierte Modellierung eines virtuellen Menschen für die realistische Visualisierung und Animation in technischen Anwendungen

Ziel des Projektes Anthropoid ist die Entwicklung neuer Modellierungs- und Visualisierungskonzepte für anthropometrisch basierte Menschmodelle im technischen Umfeld.

Die Grundlage für deren prototypische Umsetzung und Evaluierung bildet eine im Projektrahmen entwickelte offene, modulare Software-Testumgebung. Neben einer neuartigen Sichtmanipulationsmethode stellt diese rudimentäre Funktionen zum Aufbau von Geometrie-Editoren, Lademöglichkeiten für unterschiedliche Geometrien sowie eine Fülle unterschiedlicher Darstellungsmöglichkeiten für geometrische Modelle zur Verfügung. Kern der Testumgebung ist ein experimentelles, erweiterbares Menschmodell, das auf einem sogenannten Stockskelett basiert und die Grundlage für die Erstellung von Animationen bildet.

Die modulare Struktur der Testumgebung garantiert dabei, daß der Anpassungsaufwand bei der Überführung einzelner, nach den Anforderungen der Kooperationspartner ausgewählter Softwaremodule in die industrielle Praxis möglichst gering ist.

Systemdesign

In Verbindung mit Arbeiten der Firma TECMATH und des Fraunhofer-Institutes für Sofwareergonomie in Kaiserslautern wurde eine Anforderungsanalyse für generische Menschmodelle durchgeführt. Basierend auf diesem Anforderungskatalog soll ein vollständiges Design eines modernen Softwaresystems zur Beschreibung von Menschmodellen durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang wurde das Grobdesign, insbesondere im Hinblick auf die zugrundeliegende kinematische Struktur, die Integration von unterschiedlichen Knochen-, Muskel- und Hautmodellen sowie die strukturelle Gliederung von Menschmodellen bereits abgeschlossen.

Sitzdesign

In Zusammenarbeit mit Prof. Hubbard (Universität Michigan) wurde ein Konzept erstellt, wie sich das Menschmodell RAMSIS speziell für den Einsatz im Sitzdesign erweitern läßt. Das Konzept ist auf beliebige Menschmodelle übertragbar. Dabei wird die Wirbelsäulenkrümmung und damit die Oberkörperhaltung des Menschmodells durch lediglich drei Parameter vollständig beschrieben, was eine intuitive Steuerung des Modells bei der Untersuchung individueller Sitzhaltungen ermöglicht.

Sichtmanipulationskonzept

Das Sichtmanipulationskonzept der Anthropoid-Testumgebung wurde vollständig in RAMSIS integriert. Es erlaubt eine wesentlich einfachere interaktive Wahl der Ansicht der dargestellten Geometrie. Zusätzlich ist es möglich, Modelle schrittweise aufzuschneiden, um dem Benutzer einen Einblick in die inneren räumlichen Verhältnisse zu geben.

Texturierung

Es wurden Techniken entwickelt, die das Aufbringen von Einzel-Texturen wie z.B. Firmenlogos, Gesichter etc. auf ein Menschmodell sowie dessen komplette Texturierung zum Erreichen eines textilen Aussehens der Oberfläche erlauben. Das Ziel ist hier eine stärkere Akzeptanz des „freundlicher“ aussehenden Modells durch den Benutzer. Ein entsprechendes Softwaremodul wurde in RAMSIS integriert.

Animationen

Mit Hilfe der in der Testumgebung implementierten Animationstechniken wurden einfache Animationen erstellt, die bei den Kooperationspartnern im Kundenkontakt zur Demonstration zukünftiger Produktfunktionalitäten eingesetzt werden. Ein entsprechendes prototypisches Animationsmodul steht zur Ankopplung bereit.

Behinderteneditor

Eine häufige Anforderung aus der Industrie an moderne Menschmodelle besteht in der Möglichkeit, basierend auf einer anthropometrischen Datenbank neben körperlich unversehrten Menschen auch behinderte Menschen nachbilden zu können. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, wurde ein spezieller Behinderteneditor entwickelt und im Rahmen des Menschmodells RAMSIS den Kooperationspartnern zur Verfügung gestellt.

Statistikprozessor

Im Projekt wurden mathematische Verfahren entwickelt und implementiert, die auf der Basis einer anthropometischen Datenbank erweiterte Funktionalitäten für das Generieren von Menschmodellen mit beliebigen anthropometrischen Maßen unter Beachtung der natürlich vorgegebenen Randbedingungen und gegenseitigen Korrelationen ermöglichen. Die Verfahren können als Grundlage für das Erzeugen von Testsamples zur Untersuchung der unterschiedlichsten Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit Menschmodellen (wie z.B. Erreichbarkeitsanalysen) dienen. Sie wurden in das Menschmodell RAMSIS integriert und stehen in dieser Form den Kooperationspartnern zur Verfügung.

Laserscans

Eine aktuelle Entwicklung beim Einsatz von Menschmodellen besteht darin, real existierende Menschen automatisch zu vermessen und als Computermodell nachzubilden. Als Meßwerkzeug kommen dabei zunehmend Laserscanner zum Einsatz. Es wurde ein Verfahren entwickelt und implementiert, das die automatische Nachbildung eines Individuums durch Anpassung eines Menschmodells an eine durch einen Laserscan gegebene Oberfläche erlaubt. Da die Ergebnisse noch nicht völlig zufriedenstellend sind, werden zur Zeit alternative Ansätze zur Lösung des Problems untersucht. Die vorläufigen Resultate stehen den Kooperationspartnern in Form einer prototypischen Implementierung zur Verfügung.

Skelett

Basierend auf Modellen der einzelnen Knochen eines einzigen realen Menschen soll die

Darstellung des Knochenskeletts beliebiger Menschen ermöglicht werden. Dazu müssen Verfahren zur Skalierung der einzelnen Knochen entsprechend vorgegebener anthropometrischer Maße unter Beachtung gegebener Randbedingungen (wie z.B. gegenseitige Paßform in den Gelenken, Begrenzung der Gestalt durch äußere Haut) entwickelt werden. Als Ausgangspunkt für diese Arbeiten wurde ein polygonales Modell eines menschlichen Skelettes erworben und in einzelne Modelle für die jeweiligen Knochen separiert. Entsprechende Routinen zum Einlesen, Verwalten und Darstellen der Modelle wurden in die Testumgebung integriert. Ein integrationsreifes Softwaremodul befindet sich kurz vor der Fertigstellung.

Visualisierung von Cliffordvektorfeldern

Die Visualisierung von Vektorfeldern steht im Vordergrund dieses Forschungsvorhabens, das in enger Zusammenarbeit mit der Arizona State University in Tempe, Arizona, durchgeführt wurde. 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, dieses Projekt weitgehend abzuschliessen. Die Visualisierung der kritischen Punkte höherer Ordnung wurde in einem Artikel der IEEE Transactions for Computer Graphics and Visualization veröffentlicht und ist somit Teil der allgemein bekannten Algorithmen auf diesem Gebiet. Damit wurde zugleich die Cliffordalgebra als mathematisches Hilfsmittel in die Scientific Visualization eingeführt. Die Cliffordalgebra ist ein im vorigen Jahrhundert entwickelte mathematische Beschreibung geometrischer Sachverhalte, bei der im Gegensatz zur \"ublichen Vektorraumbeschreibung eine Multiplikation von Vektoren in allen Dimensionen definiert ist, die die bekannten Skalarprodukte, Vektorprodukte und \"au\3eren Produkte zusammenfa\3t und ihnen einen einheitlichen Rahmen gibt. Sie wird vorallem in der theoretischen Physik angewendet, da sie als wichtiges Hilfsmittel bei der Entwicklung einer einheitlichen Feldtheorie erachtet wird.

Aufgrund dieser Tatsache wurde die sehr erfolgreiche Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Krüger aus dem Fachbereich Physik fortgesetzt, der als ein hervorragender Kenner dieser Materie bekannt ist.

Datenabhängige Triangulierung für Vektorfelder

Wissenschaftliche Daten sind häufig an diskreten Positionen auf Flächen oder im Raum gegeben. Diese sind meistens als Gitter mit einer topologischen Struktur versehen. Um solche Daten zu visualisieren, wird häufig das Gitter weiter vereinfacht. Um eine stückweise lineare Interpolation zu ermöglichen, werden bei vielen Anwendungen auf Flächen Triangulierungen erzeugt, da diese auch für die Grafikhardware besonders gut zugänglich sind. Dieses Vorgehen hat natürlich Auswirkungen auf die Resultate der Visualisierung. Insbesondere bei analysierenden Methoden läßt sich leicht eine zuweilen massive Beeinträchtigung der Resultate durch schlecht gewählte Dreiecksstrukturen nachweisen. In diesem Projekt wurde daher ein Konzept zur datenabhängigen Triangulierung verwirklicht, das sich für topologische Visualisierungen besonders eignet, indem sicher gestellt wird, das Artifakte in der Vektorfeldtopologie möglichst entfernt werden. Das Verfahren wurde bereits veröffentlicht. Eine Erweiterung auf höhere Dimensionen erscheint lohnenswert und möglich, erfordert aber aufgrund der komplexeren Unterteilungsmöglichkeiten im Raum noch weitere Untersuchungen.

Scattered Data Interpolation für 2D-Vektorfelder

Ausgehend von dem Forschungsvorhaben zur Visualisierung von Cliffordvektorfeldern erscheint es nötig im Bereich der Visualisierung auch bei nicht vorgegebener Interpolation nicht nur stückweise lineare Approximationen zu verwenden. Insbesondere, wenn neben dem Vektorfeld auch die Ableitung betrachtet werden soll, erscheint eine stetige Ableitung über das gesamte Gebiet günstig. Will man dabei lokale Fehler in der Beziehung zwischen Ableitung und Vektorfeld vermeiden, muss eine INterpolation des Vektorfeldes mit nichtlinearen Methoden durchgeführt werden, so dass die Ableitung selbst stetig ist. Hierzu wurde eine von G. Nielson vorgeschlagene Interpolation für skalare Scattered Data auf Vektorfelder übertragen. Besonderes Augenmerk bei der Visualisierung wurde dabei auf die anschliessende topologische Analyse des Vektorfeldes gelegt. Anhand von theoretisch untersuchten Beispielen liess sich dabei der Nachweis führen, dass die Topologie des approximierten Feldes deutlich weniger Fehler enthält und die Analyse der kritischen Punkte besser möglich ist. Ein ausführlicher Vergleich wurde im Rahmen einer Diplomarbeit verwirklicht, die in Zusammenarbeit mit dem Laboratoire Modelisation et Calcul (LMC), Grenoble, und der Universite J. Fourier Grenoble durchgeführt wurde.

Visualisierung belasteter Bauteile

Neben der Visualisierung von Ergebnissen der Strömungsmechanik stellt auch die Visualisierung von Daten über das Verhalten von Festkörpern ein wichtiges Teilgebiet der Scientific Visualization da. In diesem Forschungsvorhaben wurden optisch gemessene Daten der Deformation eines belasteten Bauteils aus dem Automobilbau visualisiert.

Mit Hilfe von Interferenzmustern lassen sich die Deformationen von Bauteilen optisch erfassen. Die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Renz des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrens-technik verfügt über mehrere solche Geräte. Ziel der Untersuchungen ist dabei, durch Verbesserungen an Bauteilen ein einfacheres Recycling zu ermöglichen. Die Daten mehrerer Messungen wurden uns als Grauwertbilder der Verschiebungen in den verschiedenen Koordinatenachsen zur Verfügung gestellt. Diese Daten wurden dann zunächst mittels typischer Verfahren zur Darstellung von Vektorfeldern visualisiert. Ein direkte Darstellung der Vektoren als kleine Liniensegmente erwies sich dabei erwartungsgemäß als ungeeignet. Besser waren die Ergebnisse der sogenannten Line Integral Convolution (LIC), bei der ein zufälliges Grauwertbild entlang der Feldlinien integriert wird, um so den Verlauf der Deformation sichtbar zu machen. Allerdings eignet sich dieses Verfahren bisher nur für zweidimensionale Felder, während die Deformation dreidimensionale Gestalt hat. Um diesem Manko abzuhelfen, wurde die Oberfläche entsprechend der Deformation leicht übertrieben deformiert und dann mit dem LIC-Muster als Textur belegt, um auch die Information über die Richtung der Deformation in das Bild zu integrieren. Als dreidimensionales Objekt kann nun das deformierte Bauteil mit Hilfe von Beleuchtungsmodellen aus der Computergrafik visualisiert werden. Das im Rahmen einer Diplomarbeit entwickelte Programm erlaubt nun ein interaktives Drehen des Bauteilausschnitts, so dass ein räumlicher Eindruck entsteht, der die Verformung der Oberfläche durch die Lichtreflektionen und die Textur gut sichtbar hervortreten lässt. Neben diesen Ergebnissen wurde auch eine Visualisierung mit topologischen Methoden versucht, die allerdings bislang nicht die gewünschten Resultate liefern konnte, so dass hier weiterer Bedarf für Forschung besteht

DFG-Projekt
Visualisierung nichtlinearer Vektorfeldtopologie

Da Vektorfelder geometrische Interpretationen von Differentialgleichungen sind, treten sie bei allen Problemen in den Ingenieurs- und Natirwissenschaften auf, deren Beschreibung Differenzialgleichungen 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, Strukturmechanik, elektromagnetischen und Gravitationsfeldern, sowie der Meteorologie.

Die bisherigen Arbeiten in der Scientific Visualization konzentrieren sich beinahe alle auf stückweise lineare Vektorfelder. Besonders bei analysierenden Methoden, die im Hinblick auf Informationsreduktion den direkten Verfahren überlegen sind, kommt es aber darauf an, auch lokal präzise Approximationen zu verwenden, so dass die Darstellung, hier der Topologie, nicht verzerrt wird und wichtige Aspekte nicht aussen vor gelassen werden. In diesem neuen Forschungsprojekt sollen nun parallel neue Modellansätze vertieft werden und in der Scientific Visualization umgesetzt werden. Der Modellierung kommt dabei die Aufgabe zu, die Erfahrungen aus der Visualisierung von Cliffordvektorfeldern und der Scattered Data Interpolation für 2D-Vektorfelder weiter auszubauen, um die nötigen algorithmischen Grundlagen zu erarbeiten. Mit Hilfe der Scientific Visualization soll ein objektorientiertes, flexibles Programm entstehen, dass neben den neuen Verfahren auch die bisherigen Methoden der Topologievisualisierung beherrscht, um einen direkten Vergleich zu ermöglichen.

Dieses Projekt ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass die qualitative Analyse zweidimensionaler Anfangswertprobleme der gewöhnlichen Differenzialgleichungen ein wesentlich weitgehenderes Bild liefert, als die bislang in der Visualisierung benutzten Algorithmen nutzen. Diese Diskrepanz soll aufgehoben werden und ferner auch wichtige Erkenntnisse zur Verallgemeinerung auf drei Dimensionen gewonnen werden. In den kommenden drei

Jahren besteht nun die Möglichkeit, intensiv an diesen Fragen zu arbeiten und die Grundlage zu schaffen, diese Ergebnisse mittels Visualisierung in der Strömungsmechanik, der Strukturmechanik, der elektrischen und magnetischen Feldanalyse nutzbar zu machen.

Innovationsprojekt
Skalierbare, automatisierte Feldanalyse und -visualisierung

Dieses neue Projekt, das von der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation seit 01.10.1998 gefördert wird, zielt auf die Entwicklung und Umsetzung eines Verfahrens zur Analyse und Visualisierung von Felddaten aus dem Maschinenbau, der Chemie und der Meteorologie, das beliebige Auflösungen der gegebenen Daten gestattet. Dabei sollen alle globalen Strukturelemente in den verschiedenen Auflösungsstufen erhalten bleiben, um so einen korrekten Einblick in den Feldaufbau zu gewähren.

In bisherigen Methoden zur Analyse und Visualisierung von Feldern ist eine Skalierung nicht vorgesehen. Dies bedeutet in der Praxis einen nicht zu unterschätzenden Nachteil, da eine Gesamtsicht des Feldes mit diesen Methoden verwehrt wird, so dass direkt mit der Betrachtung der Details begonnen werden muss. Da die Datenmengen immer größer werden, gewinnt die Frage nach einer Skalierung zunehmende Bedeutung. Im letzten Jahr wurden zwei Ansätze auf Waveletbasis veröffentlicht, die allerdings die Feldstruktur bei Vergrößerungen ändern, ohne eine Kontrolle dieser Veränderungen zu gestatten. Daher finden sie in der Praxis keine Verwendung. Dieses Projekt geht nun von der Feldstruktur als zentralem Element aus und möchte diese skalieren. Dazu werden Modelle erarbeitet und in ein System integriert, das dann zur Feldanalyse und -visualisierung eingesetzt werden wird. Durch die weitgehend automatisierte Analyse des Feldes läßt sich die Auswertung von Felddaten wesentlich verkürzen, so dass einer weiteren Verbreitung von Simulationen größeren Umfangs in der Praxis erleichtert wird.

Visualisierung zeitlicher Distanzen”

In jüngster Zeit gewinnt die Visualisierung nicht räumlich gebundener Daten aus Datenbanken, Internet und Statistiken zunehmend an Bedeutung. Die besondere Herausforderung dieser Information Visualization genannten Disziplin liegt in der Erarbeitung eines Geoemtriemodells, das der Darstellung vorausgehen muss, um die unterschiedlichen Datentypen und hohen Dimensionen numerischer Daten mit Hilfe der Computergrafik interpretieren zu können. Im Rahmen der Diplomarbeit “Visualisierung zeitlicher Distanzen” wurde ein solcher Ansatz zur Visualisierung temporaler Entfernungen, also von Zeiträumen, um von einem Ort zu einem anderen zu gelangen, verwirklicht. Dies wurde dann anhand von Bahnverbindungen erprobt, da diese zumindest theoretisch unter Einhaltung des Fahrplans konstant sind.

Bisherige Methoden lassen es nur zu, Bahnverbindungen lokal zum Beispiel anhand einer Tabelle darzustellen. Dies kann bei einer großen Anzahl an Verbindungen schnell unübersichtlich werden. Daher sind Verfahren zu entwickeln, die auch bei vielen Verbindungsdaten eine einfache Darstellung ermöglichen, die sich schnell überblicken läßt. Ziel der Arbeit ist es daher, die zeitlichen Distanzen bei Bahnverbindungen möglichst global zu visualisieren, um die Verkehrsanbindung einzelner Regionen auf einen Blick erkennen zu können. Dadurch wird ermöglicht, die Auswirkung von Änderungen an Fahrplänen oder Streckenführungen sofort erkennbar zu machen und eine Bewertung abzugeben, indem man die Visualisierung vor der Veränderung mit der danach vergleicht. Die grundlegende Idee ist es, eine Karte, die normalerweise die räumlichen Entfernungen widerspiegelt, anhand der zeitlichen Distanzen - also der Dauer der Zugverbindungen - zu verzerren. Dadurch rücken Regionen mit schnellen Verbindungen entsprechend näher zusammen, während Städte mit langsamen Anbindungen auseinander driften. Dazu wurden InterCity-Verbindungen zwischen den meisten Städten mit InterCity-Bahnhof ausgewählt und deren kürzeste Verbindungen untereinander berücksichtigt. Damit läßt sich dann die Entfernung auf der verzerrten Karte zwischen je zwei Städten anhand der Reisedauer definieren. Jedoch stellt sich das Problem, daß sich in der Ebene nur bis zu drei Städte mit ihren korrekten Entfernungen zueinander plazieren lassen. Daher muß ein Kompromiß in der Form eingegangen werden, daß die Entfernungen zwischen den einzelnen Städten nur so weit wie möglich angenähert werden. Für diese Annäherung eignet sich ein Verfahren aus dem Bereich "Physically Based Modeling", welches mit Federn und Massepunkten arbeitet und damit für einen Ausgleich der Abweichungen von der exakten Entfernung sorgt, wodurch die verzerrten Positionen der einzelnen Städte bestimmt werden.

Anwendung der Methoden der Vektoroptimierung zur Ermittlung ästhetischer Flächen 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. Zur Generierung glatter Flächen ist die Minimierung der Biegeenergie ein erfolgreicher Lösungs- ansatz zur Approximation die Methode der kleinsten Quadrate. Zusätzlich wurde in dem Projekt ein Konvexitätskriterium und ein Kriterium zur Vermeidung von Nabelpunkten ermittelt und ein multikriterielles Optimierungsproblem aufgestellt das mehrere dieser Kriterien miteinander verbindet. Bei der multikriteriellen Optimierung treten i.a. keine ''perfekten'' Lösungen auf, d.h. eine Lösung, die jedes Kriterium (Zielfunktion) optimiert. Es treten i.a. nicht vergleichbare effiziente Lösungen auf. Die Angabe der Gewichtung der Zielfunktionen durch den Entscheidungsträger definiert eine Präferenzfunktion, mit der eine Kompromißlösung ermittelt wird. In der Praxis wird hierbei meist festgestellt, daß die gewählte Gewichtung nicht der der eigentlichen Intension des Entscheidungsträgers entspricht. Im Projekt wird ein interaktiver Algorithmus entwickelt, der durch Änderung der Gewichte dem Entscheidungsträger ermöglicht seine favorisierte Kompromiß-lösung zu ermitteln. Visuell wird das durch Abschwächung oder Intensivierung des jeweiligen Details deutlich, z.B. Abschwächung von Dellen oder größere Glattheit von Kurven und Flächen. Im Projekt wurde der Zusammenhangsgraph der effizienten Lösungen bei einem diskreten Optimierungsproblem untersucht. Auf der 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 "WaterCIME" (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 1998 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.

Datenverschlüsselung auf Waveletbasis

Der Erfolg einer modernen Firma hängt wesentlich vom Wissensvorsprung gegenüber der Konkurenz ab. Deshalb muß nicht nur das Produkt, sondern auch die spezielle Entwicklungsmethodik geschützt werden.

Dafür sind bei der Datenübermittlung neue, intelligente Verschlüsselungsmethoden notwendig, die gezielt nur bestimmte Informationen für den Kunden herausfiltern, andere jedoch nicht verändern.

In Zusammenarbeit mit der Firma HELLA KG Hueck & Co. in Lippstadt wird ein derartiges Verfahren entwickelt. Speziell wird unter Beibehaltung der äußeren Form eines Reflektors sein Reflexionsvermögen entscheidend geändert. Eine Verwischung der Information durch zufällige Störungen reicht hier nicht aus, da davon alle Strukturen gleichmäßig betroffen sind und solche Fehler von vielen Algorithmen wieder beseitigt werden können. Deshalb wird auf eine Waveletzerlegung zurückgegriffen. Die verschiedenen Stufen einer solchen Zerlegung entsprechen unterschiedlichen Detailgraden, so daß die gewünschten Details ausgeblendet werden können.

Unterschiedliche Waveletbasen weisen verschiedene Vor- und Nachteile auf. Durch zahlreiche Tests wird das Verfahren optimiert, so daß es weitgehend automatisch ablaufen kann. Dadurch ergibt sich eine wesentliche Arbeits- und Zeitersparnis.

Erste Praxistests dieser Verschlüsselung wurden bereits erfolgreich durchgeführt.

Automatische Generierung von On-Board Diagnose-Wissensbasen aus Simulationsmodellen

Die Aktivitäten 1998 im Rahmen dieses Projekts lagen in den folgenden Bereichen, die nun näher erläutert werden: Erstellung von Simulationsmodellen, Softwareentwicklung und Technologiemarketing.

Erstellung von Simulationsmodellen: Es wurde ein funktionales Simulationsmodell für einen unbemannten Flugroboter erstellt. Das Modell umfaßt alle relevanten Systemkomponenten und wird zur automatischen Generierung von On-Board Diagnosewissensbasen eingesetzt. Gleichzeitig wurde eine Bibliothek wiederverwendbarer Komponenten für Simulationsmodelle erstellt, die sowohl nominales als auch fehlerhaftes Verhalten auf Komponenten-Ebene abdeckt. Damit wurden die Voraussetzungen geschaffen für eine einfachere Modellierung komplexer Simulatoren für technische Systeme aus den bisher abgedeckten Domänen (Elektrik, Hydraulik, z.T. Verbrennungsmotoren und Flugdynamik).

Aufbauend auf der EXACT-II-Software (EXpert Assistance in Conducting Tests, eine ESTEC-Studie zur Unterstützung der Entwicklungs-Ingenieure in den Bereichen "Fault Mode, Effect and Criticality Analysis" (FMECA) und Telemetrie-Design, siehe auch Veröffentlichungen) wurde ein qualitatives Simulationsmodell des Antriebs-Subsystems des Automated Transfer Vehicle (ATV), eines Versorgungsfahrzeugs für die Internationale Raumstation ISS, erstellt. Damit wurden die Möglichkeiten demonstriert, diese Software an einem konkreten Projekt für die Unterstützung des FMECA-Prozesses sowie des Telemetrie-Designs einzusetzen.

Softwareentwicklung Ein Software-Prototyp zur Ansteuerung des Simulators zur automatischen Simulation korrekten und fehlerhaften Systemverhaltens wurde erstellt. Damit ist eine systematische Generierung der Symptome auf Systemebene für lokales Fehlverhalten einzelner Komponenten möglich. Ein Programm zur automatischen Zusammenfassung der so erhaltenen Simulationsdaten zu On-Board Diagnose-Wissensbasen für technische Systeme wird derzeit entwickelt. Damit kann ausgehend von einem Simulationsmodell, das einfach aus den vorgefertigten Komponenten einer Modellbibliothek erstellt wird, automatisch die On-Board Diagnose mit einem bereits entwickelten Diagnose-Werkzeug durchgeführt werden.

Weiterhin wurde in Zusammenarbeit mit der DaimlerChrysler Forschung in Berlin eine Anbindung des bei DaimlerChrysler Aerospace Raumfahrt-Infrastruktur (DASA-RI) entwickelten Simulators CSS (Columbus Simulation System) an das in Berlin entwickelte Modellbasierte Diagnose-System MDS realisiert. Damit wurde CSS um die Fähigkeit erweitert, auf Simulationsmodellen auch Diagnoseaufgaben durchzuführen.

Einsatz von Virtual Reality in der Raumfahrt.

Im Rahmen dieses Projektes werden Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality im Berreich Raumfahrt untersucht, definiert und realisiert. Der Schwerpunkt liegt dabei auf einer Integration der verschiedensten Applikationen in eine heterogene Umgebung zur Unterstützung des lebenszyklusbegleitenden Einsatzes dieser Technologie. Die internationale Raumstation, mit deren Aufbau Ende 1998 begonnen wurde, dient dabei als Ausgangspunkt für die verschiedenen Anwendungen. Mit ihrer Komplexität bietet sie für Virtual Reality mögliche Aufgaben in den Bereichen Planung, Training, Monitoring & Control, Machbarkeitsuntersuchungen, Demonstration neuer Technologien und Systeme sowie Test und Verifikation von Raumfahrt-Systemen.Die Architektur des Gesamtsystems ist modular ausgelegt, um eine weitestgehende Unabhängigkeit der Komponenten untereinander zu gewährleisten. Die eingesetzten Simulations-Tools, reale Datenquellen sowie die virtuellen Umgebungen kommunizieren nicht direkt miteinander, sondern über eine Zwischenschicht, die eine ziel- und interessensgesteuerte Datenübertragung zwischen den einzelnen Prozessen inklusive der plattform- und applikationsabhängigen Datenkonversion ermöglicht. Durch diese Architektur können beliebig viele Applikationen mit den unterschiedlichsten Schnittstellen in die Umgebung integriert werden.Im Laufe des Projektes wurden bereits mehrere Applikationen aus unterschiedlichen Bereichen realisiert. Kern bildet dabei die Aufbausequenz der internationalen Raumstation, die es erlaubt, beliebige Konfigurationen zu erzeugen,die wiederum als Ausgangspunkt für weitere Applikationen dienen. Durch die modulare Struktur der zugrundeliegenden Modelldatenbank (Baukastensystem) und die einfache Modellgenerierung in der virtuellen Umgebung können Konfigurationsänderungen innerhalb kürzester Zeit nachgeführt werden, ohne tief in das Modell selbst eingreifen zumüssen. Die virtuellen Modelle der einzelnen Komponenten sind in ihrer geometrischen Funktionalität so ausgelegt, dap Bewegungsabläufe kinematischer Ketten wie z.B. von Roboterarmen, Solargeneratoren oder Radiatoren einfach nachmodelliert bzw. durch entsprechende externe Simulatoren realisiert werden können. Dadurch steht die Station als hochdynamisches System in ihrer vollen Funktionalität zur Verfügung. Durch eine entsprechende Konfiguration können in verschiedenen virtuellen Umgebungen verschiedene Blickwinkel realisiert werden, die zum Beispiel den Kamerabildern extern angebrachter Kameras oder Objektiven auf freifliegenden Plattformen entsprechen, so dap auch verteilte Applikationen möglich sind.Am Beispiel einer freifliegenden Inspektionsplattform wurden die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten virtueller Umgebungen im Bereich freifliegende Plattformen demonstriert. Neben einem reinen Visualisierungsinterface für die aktuelle

Gesamtkonfiguration als dreidimensionale Navigationshilfe kann das System auch für Trainingsanwendungen sowie zur gezielten Missionsplanung eingesetzt werden. Durch die Integration eines Flugbahnsimulators für autonome Versorgungssysteme konnte der Andockvorgang eines solchen Systems mit den rellen Simulationsdaten aus verschiedenen Blickwinkeln und Kamerapositionen visualisert und somit auch verifiziert werden.Durch die volle Funktionsfähigkeit der vorhandenen Robotikelemente und die Integration der zugehörigen inversen Kinematik können Machbarkeitsuntersuchungen und Planungen im Bereich Payload-Handling und Erreichbarkeit von Objekten durchgeführt werden.In einer weiteren Applikation wurde eine Payload aus einem CAD-Tool in die virtuelle Umgebung überführt, wobei die Funktion der elektrischen Schaltkreise mit den zugehörigen Schaltern und Anzeigeinstrumenten durch den Entwicklungssimulator der Schaltungen realisiert wurde. Somit steht eine virtuelle Payload mit realem Verhalten zur Verfügung, an der das System in seiner Funktionalität getestet und evaluiert werden kann. Nach Abschlup der Entwicklungsarbeiten kann das System als virtuelle Trainingsumgebung zurDurchführung entsprechender Prozeduren wie zum Beispiel einem Filterwechsel wei ter verwendet werden, um Astronauten mit der Bedienung des Geräts vertraut zu machen, ohne daß die Payload vorhanden sein muß.In der Entwicklung zukünftiger Systeme wie zum Beispiel Weltraumhotels wird das System bereits erfolgreich eingesetzt. Durch das Ansprechen der Augen als wichtigstem Sinnesorgan des Menschen dienen die virtuellen Prototypen den Ingenieuren der verschiedenen Disziplinen als Diskussionsgrundlage und Arbeitsmodell.Durch den Ausbau der Modelldatenbank auf existierende und zukünftige Trägersysteme und ihre Simulation sowie die Simulation des Sonnensystems steht dann eine umfangreiche Datenbank zur Verfügung, mit der man in der Lage ist, sämtliche raumfahrtspezifischen Applikationen in der virtuellen Umgebung nachzubilden.Durch die Integration realer Daten, originalen CAD-Modellen und reellen Simulatoren steht ein funktional umfangreiches System zur Verfügung, dessen Funktionalität in nachfolgenden Projekten auf den wichtigen Bereich der Wartungs- und Bedienungsunterstützung ausgedehnt wird. Veröffentlichungen in 1998:Nuber, C., Küke, R., Groten, L.:DBView - A Modular Virtual Reality Extension for SimulatorsProceedings of the 5th International Workshop on Simulation for European Space Programmes,European Space Technology and Research Centre (ESTEC), Noordwijk, The Netherlands, 1998Nuber, C., Küke, R.:Einsatz von Virtual Reality in RaumfahrtprojektenTagungsband der DGLR Jahrestagung 1998, Bremen

4.5 AG Robotik und Prozeßrechnertechnik (Prof. Dr. Ewald 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.

Es 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.
- Farbtexturen zusätzlich zu den Entfernungsdaten erfasst

Das Projekt wurde zum 1. Juni 1998 abgeschlossen.

Verwendung der zugewiesenen Mittel:

Gesamtsumme für 4Jahre:		892.700,-- DM
davon für 1998:		57.300,-- DM
Sachmittel:		Material-und Betriebskosten
Personalmittel:	1	wissenschaftlicher Mitarbeiter
		(Dipl.-Inform. Helmut Hamfeld,)
		2 studentische Hilfskräfte

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 LKW's 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 und im Dezember 1997 verlängert auf den 12.04.´99

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.

bisher 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 gemacht
- für den Kunden von ABB ein Modell in Simple++ des Stranggußlagers mit Lagerspiegel, Kranbewegungen und LKW-Beladung erstellt
- das Modell mit Wertesammlern für Statistiken ausgerüstet.
- die Simulation durch gezielte Änderungen im LVS, das z.Zt. die Geschwindigkeit der Simulation bestimmt, beschleunigt

Im Berichtszeitraum wurden ferner

- in Abstimmung mit Fa. ABB eine Simulationsstudie für Fa. Thyssen als Entscheidungsgrundlage für den Umbau einer Produktionsanlage erstellt. Ziel der Studie war es, eine Aussage über die Transportkapazität eines Krans in Abhängigkeit der verwendeten Gießprogramme zu machen und alternative Transportmöglichkeiten zu testen.
- in Zusammenarbeit mit Fa. ABB eine Studie für die Optimierung eines Coil-Hochregallagers erstellt. Ziel der Studie ist die Durchsatzoptimierung unter Berücksichtigung des Abkühlverhaltens der einzelnen Coils und der Geschwindigkeit der Kräne.

geplant sind:

- Ergebnisauswertung von Simulationsläufen aus der MMK heraus
- Abschluß der Studie für den Kunden von ABB

Verwendung der zugewiesenen Mittel:

Gesamtsumme für 3Jahre:	377.000,-- DM
davon für 1998:	96.000,-- DM
Sachmittel:	Software

Personalmittel:	1 wissenschaftlicher Mitarbeiter (Dipl.-Inform. Markus Berg) 3 studentische Hilfskräfte

Präsentationen:

bei Fa. ABB, Mannheim, Lagerlogistik-Symposium ´98, 7.-8. Mai 1998

Teilprojekt CLAWAR

Es handelt sich um die Teilnahme an einem von der Europäischen Kommission geförderten Netzwerk über Geh- und Kletterroboter (EC Brite Euram III Thematic Network on Climbing and Walking Robots, CLAWAR) koordiniert durch die Universität von Portsmouth, UK mit Teilnehmern aus verschiedenen Europäischen Staaten sowohl von Seite der Universitäten als auch von Forschungsinstituten und Industrie unternehmen. Ziel ist das Zusammentragen von Informationen über Lauf- und Kletterroboter in Europa und Übersee und der Austausch von wissenschaftlichen Ergebnissen. Das Netzwerk wird von der EC mit Reisemitteln gefördert. Das Projekt wurde im Januar 1998 begonnen.

Im Berichtsjahr waren drei Treffen der CLAWAR-Gruppe in Karlsruhe (FZI), in Madrid (CSIC, Instituto de Automatica Industrial), in Triest, Italien (1998 IEEE Int. Conf.on Control Applications) und eine eigene Konferenz in Brüssel, CLAWAR ´98.

Verwendung der zugewiesenen Mittel:

Gesamtsumme für 4 Jahre:	44.400.- ECU
davon für 1998:	11.800.- ECU
es sind nur Reisemittel	

4.6 AG Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (Prof. Dr. Günter Warnecke)

Mit dem Ziel der Einrichtung eines Sonderforschungsbereichs erarbeiteten im Jahr 1998 insgesamt zehn Partner aus verschiedenen fachlichen Disziplinen, den Fachbereichen Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Elektrotechnik, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften sowie der Informatik eine umfangreiche Projektskizze zum Thema: „Bewältigung der Komplexität technischer Systeme im Produktlebenszyklus durch Integration und Koevolution von Kompetenzbereichen“. Diese wurde durch eine Gutachtergruppe der DFG bewertet, woraus sich die Ausarbeitung eines Antrags für die Folgezeit ergibt. Die Inhalte des Vorhabens sind nachfolgend kurz skizziert.

Einleitung

Unternehmen und wissenschaftliche Forschungseinrichtungen unterschiedlichster Disziplinen befinden sich in einer Zeit, die geprägt ist von steigender Umfelddynamik und daraus resultierenden neuen Anforderungen an Qualität, Effizienz und Flexibilität in bezug auf die zu erbringenden Leistungen.

In besonderem Maß wirken sich die veränderten Anforderungen auf den Prozeß der Produktentwicklung aus. Diese Phase im Produktlebenszyklus muß durch Neu- und Weiterentwicklungen stetig Produkte hervorbringen, die den neuen Anforderungen bestmöglich gerecht werden. Als direkte und meist unvermeidbare Folge dieser Zusammenhänge ist eine zunehmende Komplexität technischer Systeme festzustellen. Unter einem „technischen System“ sind dabei Produkte und Prozesse innerhalb des Produktlebenszyklus zu verstehen, in denen Materialien, Betriebsmittel und Informationen zusammen wirken. Dabei spielt auch der Mensch bzw. das an Menschen gebundene Wissen eine wesentliche Rolle; aufgrund seiner Entscheidungen und Handlungen kann der Mensch sowohl Teil als auch Gestalter technischer Systeme sein.

Die Fähigkeit, mit der steigenden Komplexität technischer Systeme umzugehen, wird sich zukünftig für Unternehmen, unabhängig von Größe, Standort und Leistungsspektrum, ebenso wie für Forschungseinrichtungen zu einem Schlüsselfaktor für den langfristigen Erfolg entwickeln. Ausgehend von einer neuen Art der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren, Sozial-/Betriebswissenschaftlern und Informatikern, soll deshalb der hier vorgeschlagene SFB ein Instrumentarium zum Umgang mit der Komplexität technischer Systeme im Produktlebenszyklus hervorbringen. Im Sinne einer Trendwende sollen dabei unter dem neuen Planungsparadigma „Komplexität“ die Verflechtung von Produktentwicklung, Produktion, Gebrauch und Recycling in der Bewältigung von Komplexität deutlich stärker als in allen bekannten Ansätzen hervorgehoben, und die damit verbundenen Anforderungen an Produktions-, Gebrauchs- und Recyclinggerechtheit von Produkten und Prozessen sowohl planerisch als auch präventiv berücksichtigt werden.

Motivation und Zielsetzung

Die Motivation für das gewählte Thema resultiert aus einem visionären Positiv-Szenario zur Situation deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Jahr 20XX, das die SFB-Partner gemeinsam auf Grundlage neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse entwikkelt haben, aus Erfahrungen, die die Partner im Verlauf verschiedener Forschungs- und Industrieprojekte gewonnen haben sowie aus einem gemeinsam entwickelten Verständnis des Phänomens Komplexität.

Unter Berücksichtigung heutiger Trends und Rahmenbedingungen, in denen deutsche Unternehmen auf dem Weltmarkt bestehen müssen, resultiert die Schlußfolgerung „Das Neue ist das einzig Beständige“ für die **Situation** deutscher Unternehmen **in den kommenden etwa zehn bis zwanzig Jahren**. Im einzelnen werden hinsichtlich der Aufgaben im Rahmen des SFB folgende insgesamt zu beobachtende Entwicklungen als richtungsweisend erachtet:

- Steigende Bedeutung des Sustainable Development, qualitatives Wachstum, Wachstum und Wohlstand im Einklang mit dem Erhalt der Lebensgrundlagen, Erschließung neuer Märkte in privaten Haushalten, Verkehr, Kommunikation, Gesundheit, Sicherheit, Umwelt, grundsätzlich zunehmende Relevanz von Dienstleistungen
- Starke Stellung deutscher Unternehmen in Technologien wie Mechatronik, Werkstofftechnik, Optoelektronik sowie Zell-, Biotechnologie, zunehmende Bedeutung von Umwelt- und neuen Transportttechnologien, sowie weiter Marktanteile in High-Tech-Branchen
- Strategisches Agieren auf globalen Märkten, häufige vorwettbewerbliche Kooperationen, internationale Netzwerke in Produktentwicklung und Produktion, langfristige Partnerschaften, intensive Kooperationen von Großunternehmen mit flexiblen, innovativen

KMU

- Unternehmen als komplexe, offene, aber transparente Systeme mit flachen Hierarchien und eigenverantwortlichen Regelkreisen; Fabriken mit produktflexiblen, hocheffizienten Produktionssystemen, verstanden als Teil des Lebensraums mit individuell gestaltbaren Arbeitszeitmodellen
- Dominanz von Team- und Ergebnisorientierung in Projekten und zeitlich befristeten Aufgaben; extrem kurze Innovationszyklen; hohe Spezialisierung auf Kundengruppen, Dominanz der Kundenorientierung mit starker Wirkung auf Unternehmensprozesse
- konsequente Nutzung von neuen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), weltweite, netzwerkorientierte Informationsdienste; Multimedia als Alltagstechnik der Wissensgesellschaft von Morgen; Entwicklung neuer Lernkulturen, virtueller Weltuniversitäten und Volkshochschulen
- deutlich engere Verzahnung von Grundlagenforschung, angewandter Forschung und industrieller Entwicklung bzw. Anwendung

Die im Szenario beschriebenen, erwarteten Entwicklungen bedeuten für Unternehmen wie auchfür wissenschaftliche Forschungseinrichtungen eine steigende Komplexität durch zunehmende Vernetzung, hohe Dynamik, enge Toleranzen und mehrdimensionale Ziele.

Über die angenommene Unternehmenssituation in Deutschland hinaus, die eine generell positive Entwicklung voraussetzt, wurden von den SFB-Partnern eine Reihe von **Erkenntnissen zu Gestaltungsfeldern im Produktlebenszyklus** erarbeitet, die ebenfalls zur Motivation dieses SFB beitragen. Zusammenfassend läßt sich festhalten: Es gibt komplexe technische Systeme im Unternehmen, die als Gestaltungsfeld von Entscheidungsträgern mit unterschiedlicher Qualifikation und damit zugleich von verschiedenen Kompetenzbereichen unterschiedlicher Forschungsgebiete beeinflußt werden. Dies geschieht vor dem Hintergrund von Veränderungen im Umfeld, die die Unternehmenssituation direkt beeinflussen. Daraus resultieren im wesentlichen zwei Fragestellungen:

- Hinsichtlich der Wirkung auf die Komplexität technischer Systeme und ihre Bewältigung die Frage nach störenden Wechselbeziehungen unterschiedlicher Maßnahmen
- Hinsichtlich der Ableitung dieser Maßnahmen die Frage nach Möglichkeiten einer intensiveren Verschmelzung unterschiedlicher Kompetenzbereiche bis hin zu einer Trendwende im Sinne präventiver Komplexitätsreduzierung innerhalb der Produktentwicklung bzw. innerhalb der übrigen Phasen im PLC für die jeweils folgenden sowie phasenbezogener Komplexitätsbeherrschung im gesamten Produktlebenszyklus.

Die **Vision** des SFB ist es, den Wandel im Verständnis unterschiedlicher Kompetenzbereiche im PLC zu fördern, neue Kompetenzbereiche in gemeinsamen Gestaltungsfeldern innerhalb der Ingenieurwissenschaften bzw. in gemeinsamen Gestaltungsfeldern von Ingenieur-, Sozial-/Wirtschafts- und Informationswissenschaften zu erschließen, und damit einen Beitrag zur immer wichtiger werdenden Bewältigung der zunehmenden Komplexität technischer Systeme im Produktlebenszyklus zu leisten.

Komplexitätsbewältigung bedeutet dabei zum einen die Reduzierung einer oder mehrerer objektiver Beschreibungsdimensionen der Komplexität. Zum anderen gehört dazu die bessere Beherrschung der Komplexität durch den Menschen, d.h. der sichere Umgang mit den Wirkungen der Komplexität technischer Systeme.

Übergeordnetes **Ziel** des Sonderforschungsbereichs, das aus der Vision hervorgeht, ist die Integration und Koevolution von Methoden und Modellen unterschiedlicher Kompetenzbereiche auf Basis gemeinsamer systemtechnischer Grundprinzipien zur Beherrschung bzw. Reduzierung komplexer technischer Systeme im gesamten Produktlebenszyklus mit besonderem Fokus auf der Produktentwicklung, hin zu einer im folgenden anvisierten „Trendwende“ bei der kompetenzbereichübergreifenden Produkt- und Prozeßgestaltung.

Lösungsansatz

Aus dem im folgenden beschriebenen Lösungsansatz, der sich in der Projektvernetzung und den Arbeitspaketen innerhalb der Projekte wiederspiegelt, resultiert direkt der SFB-übergreifende Arbeits- und Zeitplan.

- Ausweitung des von allen Partnern akzeptierten Sprachraums, d. h. gemeinsamen Definitionen von Begriffen, im Zusammenhang mit der Komplexität im Produktlebenszyklus
- Auswahl von repräsentativen komplexen Gestaltungsfeldern in Schnittstellenbereichen innerhalb der Ingenieur- sowie zwischen Ingenieur-, Sozial-/Wirtschafts- und Informationswissenschaften
- Analyse und Synthese von Grundprinzipien, Methoden, Modellen und Hilfsmitteln zur Komplexitätsbeherrschung bzw. -reduzierung in unterschiedlichen Konkretisierungsstufen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte von Komplexität in technischen Systemen und der besonderen Rolle des Menschen
- Erforschung von Potentialen und Grenzen einer intensiveren interdisziplinären Kooperation und Kommunikation bezogen auf die Zielsetzung durch systematisches Durchlaufen von Problemlösungszyklen in allen Projekten der vernetzten SFB-Matrixorganisation sowie Meilensteinreviews und Ergebnisabgleich (s.u.)
- Exemplarische Integration komplexitätssteuernder Prozesse in die Produktentwicklung mit dem Ziel der Erforschung verstärkter Prävention der negativen Auswirkungen von Komplexität in den Phasen Produktion, Gebrauch und Recycling des PLC; Definition von Anforderungen an eine verbesserte Komplexitätsbewältigung
- Konkretisierung des Szenarios „Unternehmen 20XX“, das basierend auf den entwickelten Grundprinzipien, Methoden, Modellen, Hilfsmitteln und neu gestalteten Prozessen wiederspiegelt, wie Unternehmen in der Zukunft denken und handeln können, welche Strukturen geschaffen werden sollten, um die neuen Herausforderungen bewältigen zu können
- Zusammenfassung der Ergebnisse im Sinne eines Leitfadens, der über die prototypisch gewählten Projekte hinausgeht, die Erkenntnisse weitestmöglich generalisiert und damit die Übertragbarkeit des „Trendwendeinstrumentariums“ auf andere Anwendungsfeldern sichert

- Arbeiten in einzelnen Projekten mit unterschiedlichen Schwerpunkten auf Basis einer gemeinsamen Datengrundlage ausgehend von einem gemeinsam gewählten Leitprodukt Getriebe zur Demonstration von Wechselwirkungen der unterschiedlichen Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung
- Räumliche Nähe sämtlicher am SFB beteiligten Mitarbeiter, so daß die ständige, interdisziplinäre Kooperation in den Vordergrund rückt, teilweise rechnerunterstützt, z. B. mit Hilfe eines Kommunikationslabors. Sie soll im weiteren Verlauf des SFB auch organisatorisch noch weiter ausgebaut werden.
- Meilensteinphasen mit workshopartig organisierten Reviews in den letzten drei Monaten jedes Jahres zur intensiven Ergebnisdiskussion und inhaltlichen Abstimmung der eng miteinander vernetzten Einzelprojekte, sowohl innerhalb der drei Projektbereiche als auch Projektbereich-übergreifend
- Praxisnahe Evaluation der entwickelten Grundprinzipien, Methoden, Modelle und Hilfsmittel auf Projektbasis gemeinsam mit Partnern aus der Industrie sowie der in verschiedenen Etappen des SFB jeweils gewonnenen Erkenntnisse durch entsprechend zu definierende Industriearbeitskreise zu übergreifenden, organisatorischen und technologischen Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Phänomen Komplexität

Mittelübersicht Forschungsprojekte 1998

86 10 00	Lehrstuhl FBK		86.090,-
86 10 52	Informationssysteme zur Unterstützung des Life-Cycle-Engineering in der recyclinggerechten Produktentwicklung	Gillet-Stiftung	43.476,-
86 10 53	Informationsmanagement in der Arbeitsplanung durch technisch unterstützte Rückkopplungs- und Informationspflegeprozesse	DFG	108.000,-
86 10 56	Transferstelle CCK (FBK-Industrieprojekte)	Industrie	691.643,-
86 10 56	KLICK	BMWi	54.000,-
86 10 57	Spanen metallischer Werkstoffe mit hohen Geschwindigkeiten	DFG	70.500.-
86 10 58	Mithilfe bei der Planung und methodische Unterstützung des BMBF-Vorhabens: Grundlagenuntersuchung an Reintitanverarbeitungstechnologien	BMBF/Industrie	112.500,-
86 10 59	Dynamisches Prozeß- und Systemverhalten bei der Schleifbearbeitung - Analyse und Modellierung der Einfluß- und Wirkmechanismen zur Verbesserung des Arbeits-		

	ergebnisses	DFG	88.000,-
86 10 60	Entwicklung eines Prozesssicherungs systems auf der Basis Künstlicher Neuronaler Netze und Fuzzy Logik	DFG	72.000,-
86 10 62	Groupware in der mittelständischen Industrie - GIMI -	MWVLW	327.150,-
86 10 85	Qualitätsoffensive	MWVLW	48.552,-
86 10 90	Prozeß- und Systemverhalten bei der Schleifbearbeitung	DFG	27.000,-
86 10 91	Prozeßsicherungssystem auf der Basis neuronaler Netze	DFG	36.000,-
86 10 92	Modellierung der Schleifscheibentopographie von DBN-Schleifscheiben zur Simulation und Analyse des Flachschleifenprozesses im Hinblick auf prozeßstabilisierende Korrektiven	DFG	45.000,-
86 10 93	Prozeßsicherheit und Reproduzierbarkeit in der Prozeßkette keramischer Bauteile	BMBF	264.300,-
86 10 96	Modellierung mechanischer und thermoelastischer Werkstückverformungen zur Optimierung der Fertigungsgenauigkeit beim Hartdrehen	DFG	120.400,-
Summe			**2.194.611,-**

Projekte im Detail

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 Beherrschung der Prozeßdynamik beim Schleifen sprödharter Hochleistungswerkstoffe mit hochharten Schleifscheiben um einerseits störende Prozeßwirkungen in Bezug auf Oberflächengüte, Randzoneneigenschaften und Verschleiß zu vermeiden und andererseits den spröden Materialabtrag angepaßt zu unterstützen.

In diesem Forschungsvorhaben wird das Prozeßverhalten untersucht und empirisch sowie analytisch modelliert. Die analytischen 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 gegebene 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 15.000 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 speicherplatzoptimierten Aufbau, modernste Software und erhebliche Rechenleistung sowie sehr große Festplattenkapazitäten.

(DFG: 4 Mannjahre, 6 Monate Techniker, 4 Jahre 19 STD/Wochen-Hiwi, 64.056 DM für 4 Jahre)

KLICK: Kompetenzzentrum für den elektronischen Geschäftsverkehr Rheinland-Pfalz

Die zunehmende kommerzielle Nutzbarkeit des Internet ermutigt Unternehmen zur Einführung des elektronischen Geschäftsverkehrs. In Deutschland ist insbesondere bei großen Unternehmen die Akzeptanz dieses Mediums sehr hoch. Um auch verstärkt kleinere und mittlere Unternehmen an den elektronischen Geschäftsverkehr heranzuführen, werden durch die Fördermaßnahme des BMWi “Kompetenzzentren Elektronischer Geschäftsverkehr” bundesweit Kompetenzzentren eingerichtet, die kleine und mittlere Unternehmen über Chancen, Möglichkeiten und Einführung des elektronischen Geschäftsverkehrs beraten.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben führt KLICK (ein Konsortium aus Euro-Info-Center Trier, Hwk Trier, IHK Trier und FBK) folgende Maßnahmen durch:

- Umfassende Information und neutrale Beratung,
- Einführungs- und Schulungsveranstaltungen,
- Bereitstellung von Best Practices,
- Bündelung von regionalen oder Branchenaktivitäten,
- Transfer von Projektergebnissen,
- Auswertung und Nutzung internationaler Aktivitäten.

Regelmäßige Veröffentlichungen in elektronischen und Printmedien dienen der Heranführung von KMU an die The4atik. Workshops und Schulungen vertiefen die Kenntnisse der Teilnehmer im Bereich des elektronischen Geschäftsverkehrs. Um Chancen und Möglichkeiten des elektronischen Geschäftsverkehrs aufzeigen zu können, werden Anwendungsszenarien entwickelt und als Demonstrationsprogramme implementiert. Weitere Aktivitäten in diesem Bereich stellen Internet-Analysen und die Identifizierung von mustergültigen Lösungen in der Praxis dar.

(BMWi: 162 TDM für 3 Jahre)

ViLe: Virtuelle Lehre am FBK

Im Rahmen es Projektes ViLe werden am FBK innovative Lehrmethoden für die Ingenieurausbildung entwickelt.

Betrachtungsgegenstand von ViLe ist das Kompaktseminar „Produktionsgestaltung“. Schwerpunkte liegen hierbei in der Anwendung von Informations- und Kommunikationstechniken (IKT), Schaffung von Szenarien zum Fernstudium und internationaler Zusammenarbeit. Die im Rahmen von ViLe betrachteten Arbeitsfelder sind:

- Vorlesungsaufzeichnung und multimediale Bereitstellung,
- Entwicklung eines Computer Based Trainings (CBT),
- Entwicklung eines Internet Based Trainings (IBT),
- Auswahl, Anpassung und Test von CSCW-Techniken zur internationalen Zusammenarbeit,
- Entwicklung und Test von virtuellen Räumen zur Studierendenbetreuung im Fernstudium,
- Einsatz von Virtual-Reality-Software zur Simulation realer Planungssituationen.

(internes Projekt des FBK)

Informationsmanagement an der Schnittstelle zum Kunden - Nutzung des Servicetechnikers als Sensor am Markt

Diese Projekt baut auf den Forschungsergebnissen des BMBF-Projektes FOQUS auf. Hierbei waren Modelle und Methoden sowie die Software eFM zur Unterstützung des externen Fehlermanagements entwickelt worden. Das externen Fehlermanagement beschäftigt sich mit der effizienten Beseitigung von Fehlern aus der Phase des Produktgebrauchs durch den Service des Herstellers. Die entwickelte Software eFM unterstützt dabei systematisch die problemabhängige Kommunikation zwischen verschiedenen Mitarbeitern des Herstellers sowie des Kunden im Sinne eines vernetzten Problemlösungsnetzwerkes. Für diese Aufgabenstellung waren spezifische Hilfsprogramme unter Nutzung vorhandener CSCW-Technologien im CSCW-Labor des FBK entwickelt worden. In einem internen Projekt wurde dieser Ansatz weiterentwickelt. Ausgangspunkt war hierbei die Erkenntnis, daß der Servicetechniker als Sensor am Markt eine direkte Schnittstelle zwischen Unternehmen und Kunde darstellt. Diese Schnittstelle bietet gewaltige Potentiale zur Gewinnung kunden- bzw. marktbezogener Informationen. Hierzu zählen beispielsweise Informationen über Produktgebrauch, Produktverhalten, Konkurrenzprodukte aber auch über Kundenerwartungen. Aufgabe eines Informationsmanagements an der Schnittstelle zum Kunden ist hierbei nicht nur die Aufnahme von Informationen sondern auch deren Rückführung an die entsprechenden Stellen im Unternehmen. Gleichzeitig kann im Sinne eines bidirektionalen Informationsaustausches auch der Kunde mit Informationen des Herstellers, z.B. neue Produkte, Preise etc., versorgt werden. Aus dieser Perspektive ergibt sich ein den Hersteller sowie dessen Kunden umspannendes Netzwerk, über das vielfältige Informationen ausgetauscht werden.

Zur Unterstützung des Informationsmanagements an der Schnittstelle zum Kunden wurden zum einen umfangreiche Modelle der auszutauschenden Informationen entwickelt. Darauf aufbauend wurden Prozesse modelliert, die den Informationsaustausch abbilden. Aufgrund der Schnittstellen, die durch zeitliche, räumliche und fachliche Barrieren zwischen den am Informationsaustausch beteiligten Personen entstehen, bietet sich die Unterstützung durch geeignete Informations- und Kommunikationstechnologien an. Deshalb wurden die Modelle mit Hilfe der bereits im Forschungsprojekt FOQUS erfolgreich eingesetzten Softwareentwicklungstools implementiert und mit dem System eFM zum System EXCHANGE verknüpft. Um die Funktionsweise der Software auf Veranstaltungen des FBK zu darstellen, wurden Demonstrationsszenarien anhand von Praxisdaten aus verschiedenen Industrieprojekte entwikkelt. Diese Szenarien nutzen zum einen die Netzwerkstruktur des CSCW-Labors, verknüpfen aber auch verschiedene Arbeitsplätze der Mitarbeiter des FBK, um den ganzheitlichen Lösungsansatz zu demonstrieren.

(internes Projekt am FBK)

Informationsflußgestaltung an der Kundenschnittstelle „Servicetechniker“

Globale Konkurrenz und die Transparenz der Märkte ermöglicht den Kunden, Produkte und Dienstleistungen kritisch zu vergleichen. Die Erwartungen der Kunden werden damit zur zentralen strategischen Zielgröße für Unternehmen. Wettbewerbsvorteile für ein Unternehmen resultieren folglich aus einer kundenorientierten Ausrichtung der Unternehmensleistungen. Informationen über die Bewertung eines Produkts und der zugehörigen Serviceleistungen durch den Kunden bilden dafür eine wesentliche Grundlage.

Ziel des Projekts InfoXChange ist die Verbesserung des Informationsaustauschs über die Kundenschnittstelle „Servicetechniker“. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Gewinnung von Informationen als Basis für die kundenorientierte Anpassung der Unternehmensleistungen und zur Offenlegung von Innovationspotentialen. Zu diesem Zweck wird unter Beteiligung von Unternehmen ein praxistaugliches Konzept entwickelt und evaluiert, wie über den Servicetechniker umfangreiche und qualitativ hochwertige produkt- und servicebezogene Informationen gewonnen werden können. Hierbei werden organisatorische, personelle und technische Aspekte ganzheitlich betrachtet.

Besonderes Augenmerk bei der Entwicklung des Lösungsansatzes liegt darauf, neueste Möglichkeiten der IKT zu nutzen. Handheld PCs sollen dazu beitragen, personenbezogen vorhandenen Wissens der Kunden über produktbezogene Anwendungsfelder, Problembereiche und Verbesserungen bereitzustellen, Feldinformationen zurückzuführen sowie Möglichkeiten zur gezielten Befragung von Mitarbeitern und Kunden über Kenntnisse und Erfahrungen zu gestalten.

Im Rahmen des Projektes werden daher zunächst die Anforderungen an ein solches Informationsaustauschsystem ermittelt, anschließend ein Systemkonzept entwickelt und in Form eines Prototypen realisiert.

(Stiftung Industrieforschung: 327 TDM für 24 Monate)

Informationssysteme zur Unterstützung des Life-Cycle-Engineering in der recyclinggerechten 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)

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 1998 die Themen „Komplexitätsmanagement“ und „Servicemanagement“. 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, Date 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.

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“.

(MWVLW: 496 TDM für 3 Jahre)

Qualitätsmanagement im Handwerk

Das FBK erstellt in einem Verbundprojekt seit 1996 Schulungsunterlagen für ein handwerkspezifisches Qualifizierungskonzept. Dieses soll Handwerksunternehmen dazu befähigen, ein betriebsindividuelles QM-System aufzubauen und weiterzuentwickeln.

Das Verbundprojekt steht mittlerweile kurz vor seinem Abschluß. Neben den Schulungsunterlagen entstanden auch weitere Ergebnisse, wie z. B. eine Kurzbeschreibung des Qualifizierungskonzepts im html-Format und eine Informationsbroschüre. Um die Ergebnisse bundesweit zu verbreiten, wurden sie auf einer CD-ROM zusammengefaßt.

Bei der elektronischen Publizierung stellen die Endnutzer besondere Anforderungen bezüglich der Formate, in denen sie die Ergebnisse erhalten. Mit Hilfe einer Konvertierung können die Ergebnisse auch in einem universell nutzbaren Format auf der CD-ROM zur Verfügung gestellt werden.

(BIBB / Land Rheinland-Pfalz: 240 TDM)

Komplexitätsmanagement in Unternehmensprozessen

Komplexität ist zu einem Schlagwort geworden in der Diskussion um die Effizienz und optimale Gestaltung von Unternehmensprozessen. Ähnlich wie Qualität wird Komplexität immer mehr zu einem Paradigma des Denkens und Handelns, das analog dem Total Quality Management das gesamte Life-Cycle-Engineering im Sinne eines Total Complexity Management erfaßt. Zusammenfassend kann Komplexität in Unternehmensprozessen als starke Vernetzung von Prozeßelementen, kleine Toleranz an den internen und externen Schnittstellen, hohe Dynamik und mehrdimensionale Zielerwartungen definiert werden. Eine zu hohe Komplexität (Überkomplexität) bedingt schlechte Analysier- und Determinierbarkeit, unzureichende Transparenz und Visualisierungsmöglichkeit und führt zu Defiziten hinsichtlich der Plan- und Beherrschbarkeit von Unternehmensprozessen. Komplexität in Unternehmensprozessen verursacht in der Folge Qualitäts-, Termin- und Kostendefizite. Beispielsweise verursacht allein die Sortimentskomplexität 10-15% der Gesamtkosten in Entwicklung und Produktion.

Unternehmensprozesse sind zu einem Großteil künstlich geschaffene Systeme, die bewußt gestaltet werden können. Komplexität in Unternehmensprozessen ist daher kein naturgegebenes Phänomen sondern ein beeinflußbares Gestaltungsobjekt. Entscheidungen in der Konstruktion oder KVP-Prozesse in der Produktion entwerfen und überarbeiten die Produkt- sowie Wirksysteme. Veränderungen im Unternehmensumfeld machen eine Neugestaltung des Zielsystems oder der Schnittstellen zu Lieferanten- bzw. Kundensystemen erforderlich. Komplexität in Unternehmensprozessen wird nahezu permanent gestaltet. Insbesondere die Subsysteme der Unternehmensprozesse sowie die Schnittstellen zum Unternehmensumfeld müssen komplexitätsbewußt aufgebaut und vor dem Hintergrund der sich wandelnden Prozeßziele stetig überarbeitet werden.

Gründe für die meist unbewußte Verursachung von Überkomplexität lassen sich vor allem in einem eindimensionalen, abteilungsbezogenen Denken und Handeln sehen. Die Komplexität der gesamten Prozeßkette ist als ganzheitlicher Maßstab der Gestaltung nicht impliziert. Zusammenhänge zwischen prozeßübergreifenden Zielsystemen sowie Gestaltung der Prozeß- und Umfeldsystemen sind nicht transparent. Haupt- und Nebenwirkungen des eigenen Handelns sind häufig nur unzureichend geplant und hinsichtlich ihrer Komplexitätsverursachung bewertet.

Aus der Notwendigkeit einer komplexitätsbewußten Prozeßgestaltung auf der einen sowie dem Defizit unbewußter Komplexitätsverursachung auf der anderen Seite, ergibt sich die Forderung nach einem systematischen Komplexitätsmanagement, verstanden als bewußte Handhabung der Komplexität durch entsprechende Werkzeuge und Methoden.

Regelkreise bilden das Fundament des Komplexitätsmanagements und können in Analogie zu den bekannten Qualitätsregelkreisen aufgebaut werden. In einem Projekt zwischen dem Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK) und einem mittelständischen Unternehmen der Automobilzulieferindustrie konnten umfassende Erfahrungen in Aufbau und Anwendung von Komplexitätsregelkreisen gesammelt sowie ein umfangreicher Werkzeugkasten zur Planung, Erfassung und Regelung der Komplexität entwickelt werden. Als Untersuchungsbereich der Pilotphase wurde das Engineering, bestehend aus Projektteams, Zentraler Konstruktion, Einkauf und Vertrieb gewählt.

Um die Komplexitätserfassung-, -planung und -regelung unternehmens- und przeßübergreifend zu unterstützen, wurden unter JAVA mehrere Applications programmiert, die diese Funktionen DV-technisch unterstützen können. Mit der Einführung des Intranets im nächsten Jahr kann dieses DV-Tool unternehmensweit implementiert und geschult werden. Zur Überbrückung wurde zusätzlich ein vereinfachtes ACCESS-Tool programmiert, das bereits heute die Datenerfassung, -auwertung und -visualisierung unterstützt.

(Industrie: 80 TDM)

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)

Analyse und Konzeption zur Einführung eines Management-Informationssystems

Unternehmen verfügen heute durch den zunehmenden Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungssystemen über eine große Menge von gespeicherten Daten und Informationen. Dies führt jedoch meist nicht zu einer anforderungsgerechten Informationsbereitstellung für Entscheidungsträger, sondern vielen Entscheidungen liegen oft nur unzureichende Informationen zugrunde. Management-Informationssysteme können einen Beitrag zur verbesserten Bereitstellung bereits im Unternehmen vorhandener und entscheidungsrelevanter Informationen leisten.

Die Einführung eines Management-Informationssystems im Unternehmen ist eine vielfältige und sehr umfangreiche Aufgabe, die einer systematischen Vorgehensweise bedarf. Im Rahmen dieses Projekts wurde eine systematische Vorgehensweise zur Einführung von Management-Informationssystemen entwickelt und in einem mittelständischen Unternehmen der Papierindustrie angewendet.

Der Leitfaden sieht die Phasen Ist-Analyse, Ermittlung von Anforderungen, Konzeption und Implementierung vor. In der Ist-Analyse wurde die Organisationsstruktur, die vorhandenen EDV-Systeme sowie das bestehende Berichtswesen des Unternehmens untersucht. Die Ermittlung der Anforderungen an das Management-Informationssystem hinsichtich Anwenderfreundlichkeit, Routineberichten, tiefergehenden Datenanalysen sowie Implentierung und Wartung waren die Grundlage für die Phase der Konzeption. Schwerpunkt dieser Phase war die Definition des unternehmensspezifischen Kennzahlensystems, der Betriebsdatenerfassung sowie der Schnittstelle zwischen dem vorhandenen PPS- und dem einzuführenden Management-Informationssystem. Dieses Konzept wurde in einem Pflichtenheft dokumentiert, das dem Unternehmen als Grundlage für die anforderungsgerechte Auswahl des einzusetzenden Management-Informationssystems dient.

(Industrie: 5.000 DM)

Methodische Produktentwicklung durch Informationskreisläufe zwischen Recyclern und Geräteherstellern

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. Darüber hinaus 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, sind in den verschiedenen Prozessen verstärkt moderne Informations- und Kommunikationstechnologien einzusetzen. Damit kann insbesondere die räumliche Trennung der beiden Unternehmen besser überwunden werden. Außerdem soll erreicht werden, daß das durch das Recycling zusätzlich entstehende Informationsvolumen optimal in der Produktentwicklung und im Recyclingprozeß bereitgestellt und genutzt werden kann.

(DBU ca. 597 TDM für 24 Monate)

Fabrikplanung mit DV-Systemen

Das Partnerunternehmen stellt Elektromagnete und induktive Wegumformer für unterschiedliche Einsatzzwecke her. Neben der stationären und mobilen Anwendung werden die

Magnete auch in der Automobilindustrie eingesetzt. Aufgrund der steigenden Nachfrage der Anwendungen für die Automobilindustrie plant das Partnerunternehmen den Umsatz in den nächsten fünf Jahren zu verdoppeln. Dieser Anstieg ist gleichzeitig mit einer enormen Produktionssteigerung verbunden. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung ist das Unternehmen gezwungen, die heutigen Produktionsstätten kritisch zu hinterfragen und ein neues Konzept zu entwickeln, das den zukünfitgen Anforderungen gerecht wird.

Ziel des Projekts war es, mehrere Vorschläge für die zukünftige Gestaltung der Produktionsstätten zu erarbeiten. Diese Vorschläge beschreiben verschiedene Zukunftsszenarien die den künftigen Anforderungen rechnung tragen und dienen für die Geschäftsleitung als Entscheidungsgrundlage zur Umgestaltung der heutigen Produktion.

Ausgangspunkt des Projekts bildete eine ausführliche Analysephase. Ziel dieser Phase war es, alle für die Erstellung eines Zukunftskonzepts notwendigen Informationen zu sammelt und aufzubereiten. Gegenstand der Untersuchungen waren die Produkte, die Material- und Informationsflüsse, die Produktionsprozesse sowie das bestehende Layout. In dieser Phase wurden verschiedene DV-Tools zur Analyse der von SAP R/3 bereitgestellten Datenbasis eingesetzt. Mit Hilfe dieser Tools konnte das Projektteam die Material- und Informationsflüsse identifizieren, quantifizieren und Verbesserungspotentiale ausweisen. Weiterhin wurde das vorhandene Ist-Layout als Grundlage für die Grobkonzepterstellung in ein CAD-System eingegeben.

Die zweite Projektphase hatte zum Ziel, eine Groblayout, das den zukünftigen Anforderungen des Unternehmens gerecht wird, zu erstellen. Dazu wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

Die Erstellung eines Ideallayouts im CAD-System dient zur Planung der Produktion ohne bauliche Restriktionen sowie der Optimierung hinsichtlich Material- und Informationsflüssen. Auf Grundlage der langfristigen Absatzprognosen waren die zukünftigen Flächenbedarfe für die einzelnen Produktionsbereiche zu ermitteln. Weiterhin wurden in sich geschlossene Produktionssegmente gebildet, die alle notwendigen Fertigungseinrichtungen für die Fertigung eines bestimmten Produktspektrums enthielten.

Das erarbeitete Ideallayout wurde daraufhin unter Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten in ein Soll-Layout überführt. Dazu wurden alle Produktionsbereiche in die vorhandenen Gebäudestrukturen eingeplant, die Produktionsanlagen eingezeichnet sowie Flächen für den innerbetrieblichen Transport und die Materialbereitstellung ausgewiesen. Diese konkrete Planung mit Hilfe des CAD-Systems war Grundlage für Entscheidungen der Geschäftsleitung hinsichtlich der erforderlichen Bau- und Umzugsmaßnahmen.

(Industrie: 100.000 DM)

Konzept für ein ganzheitliches Informationsmanagement

Informationsverteilung und Kommunikation erfolgt bei Unternehmen sowohl innerhalb Abteilungen und Standorten als auch über deren Grenzen hinweg. Die Informationsversorgung muß dabei sowohl der Projektsicht als auch der Sicht auf die Geschäftsprozesse genügen. Dem gegenüber steht eine gewachsene EDV-Struktur, die zwar modern und leistungsfähig ist, aber häufig nicht ökonomisch eingesetzt wird. Dies führt sowohl zu Informationsunter- als auch -überversorgung durch Auswahl wenig geeigneter EDV-Hilfsmittel im Einzelfall.

Geringe Transparenz bezüglich vorhandener Informationen und unzureichend angepaßte

Rechtestrukturen für den Zugriff auf Verzeichnisse und Dokumente erschweren den Informationsaustausch und führen zu Redundanzen, Inkonsistenzen und Sicherheitsdefiziten. Für unternehmensweit im Intranet bereitgestellte Informationen und Dienste fehlen zudem geeignete Zugriffsstrukturen, die den Anwender durch dezentral bereitgestellte Informationsbestände leiten und dabei Raum für neue Anwendungen und Dienste lassen.

Ziel war die Entwicklung eines ganzheitlichen Informationsmanagements, das sowohl die Konzeption eines systematischen Umgangs mit Information als auch den anforderungsgerechten und zielgerichteten Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik umfaßt.

Ein Vorgehenskonzept zum Aufbau dieses Informationsmanagement-Konzepts wurde dazu entwickelt und im Rahmen einer prototypischen Umsetzung erprobt. Die Prototypen umfassen sowohl beispielhafte Anwendungen für IKT (z. B. Repräsentation von Dokumenten auf einem Web-Server) als auch exemplarische Anleitungen (Guidelines) für die Anwendung von IKT (z. B. Vorgehensweise zur Bereitstellung von Dokumenten auf einem Web-Server).

Durch die prototypische Umsetzung der entwickelten Konzepte wurden die Lösungsansätze evaluiert und Art und Form der Umsetzungsmöglichkeiten demonstriert.

(Industrie 40.000 DM)

Groupware in der mittelständischen Industrie

Informations- und Kommunikationstechnologie zur Teamunterstützung (Groupware) wird allgemein als Schlüsseltechnologie der Zukunft angesehen. Die in Unternehmen geforderte Prozeßorientierung intensiviert die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit von Arbeitsteams, wobei die Globalisierung der Märkte dazu führt, daß die Teammitglieder auf mehrere (internationale) Standorte verteilt sind. Die Notwendigkeit zur Bildung von Unternehmenskooperationen (z. B. Entwicklungspartnerschaften, Produktionsverbünde, Virtuelle Unternehmen) bedingt darüber hinaus eine enge Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg. Teamarbeit heute findet somit nicht nur in abgeschlossenen und überschaubaren Bereichen statt, sondern überwindet Abteilungs- und Standortgrenzen, Zeitzonen sowie Kultur- und Sprachbarrieren.
Neue Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) muß diesen besonderen Entwicklungen Rechnung tragen. Unabhängig von Ort und Zeit müssen Kommunikation, Koordination und Zusammenarbeit wirkungsvoll und nachhaltig unterstützt werden. Dabei werden nicht nur bereits etablierte Arbeitsteams durch den Einsatz von Groupware-Systemen effizienter, vielmehr ermöglicht moderne IKT erst neue Formen der Teamarbeit und bildet die Basis für innovative Arbeitsplätze.

Groupwaresysteme werden bisher vor allem in global agierenden Großunternehmen eingesetzt, da diese einerseits die erforderlichen finanziellen und personellen Ressourcen bereitstellen können und andererseits auch das mit der Einführung eines neuen Informations- und Kommunikationssystems (IKT) verbundene Risiko tragen können. Die kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) stehen den Großunternehmen bei der Einführung von Groupwaresystemen nach, da sie die notwendigen Ressourcen bisher nicht im entsprechenden Maße bereitstellen können. Durch die zunehmende Vernetzung der globalen Leistungsbeziehungen und durch die Anforderungen ihrer Kunden werden aber auch die KMU zur Nutzung moderner IKT in den Prozessen Produktentwicklung, Logistik, Beschaffung und Fabrikplanung gezwungen.

Um insbesondere KMU den Einstieg in diese neuen Informations- und Kommunikationstechnologien zu erleichtern, ist es deshalb notwendig, den personellen Aufwand bei der Einführung zu reduzieren und das Investitionsrisiko zu senken. Zum einen muß hierzu für die Unternehmen die Einarbeitungs- und Vorlaufzeit gesenkt werden, zum anderen muß den Unternehmen eine systematische Vorgehensweise zur Einführung an die Hand gegeben werden. Diese beiden Maßnahmen sind geeignet, den erforderlichen Personaleinsatz zu verringern und können durch die zugrundeliegende Systematik und die Berücksichtigung von Erfahrungen aus anderen Einführungsprojekten das Risiko bei der Neuinvestition in IKT senken.

Die erforderlichen Konzepte zum Einsatz von Groupware in Unternehmen können nur aus der Praxis gewonnen werden. Im Rahmen des Pilotprojekts werden in fünf prototypischen Implementierungen mit Industriebeteiligung Erfahrungen gesammelt, die zum Aufbau von Leitfäden und Anleitungen genutzt werden. Diese Konzepte sollen es Unternehmen ermöglichen, Einführungsprojekte selbständig mit angemessenem Aufwand zum Erfolg zu führen und Groupwaresysteme produktiv einzusetzen. Darüber hinaus dienen die einzelnen Einführungsprojekte als Anwendungsbeispiele und tragen bei zum Aufbau einer Fallbibliothek, die Erkenntnisse der Einzelfälle verallgemeinert und für neue Anwendungen bereitstellt.

(MWVLW: 953 TDM, davon 156 TDM Eigenanteil für 24 Monate)

Grundlagenuntersuchungen an Reintitanverarbeitungstechnologien

Bei einem Unternehmen der Flugzeugindustrie werden seit einigen Monaten Klimarohre für Verkehrsflugzeuge aus Titanwerkstoffen hergestellt. Die Fertigungssituation zeichnet sich durch kleine Losgrößen, komplexe Bauteilgeometrien und hohe Variantenvielfalt aus. Die aufwendige Prozeßkette aus mehreren Umform-, Trenn- und Fügeprozessen sowie Wärme- und Oberflächenbehandlungen ist Ausgangspunkt für Überlegungen, die Effizienz bei der Herstellung von Bauteilen aus Titan durch den Einsatz neuartiger Bearbeitungstechnologien zu erhöhen. Zu diesem Zweck wurde ein auf 20 Monate angelegtes Projekt „Grundlagenuntersuchungen an Reintitantechnologien“ definiert, das vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) gefördert wird.

Ziel des Projekts „Grundlagenuntersuchungen an Reintitantechnologien“ ist die Verkürzung und Optimierung der Prozeßkette zur Herstellung von dünnwandigen, rohrförmigen Bauteilen aus Titan durch Qualifizierung neuer Bearbeitungsverfahren. Zur Unterstützung des Projektes ist eine Zusammenarbeit zwischen dem Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation sowie dem Centrum für Produktionstechnik der Universität Kaiserslautern (FBK/CCK), einem Ingenieurbüro und dem Unternehmen selbst vereinbart. Im Rahmen der Zusammenarbeit wird vom FBK/CCK die Planung und Steuerung des Gesamtprojektes methodisch unterstützt. Diese Aufgaben (z.B. Erfassung, Verteilung und Verwaltung aller projektrelevanten Informationen und Daten) werden mittels Rechnereinsatz, d.h. Informations- und Kommunikationstechnologie, realisiert und über das Internet abgewickelt, da die Projektbeteiligten räumlich weit voneinander entfernt angesiedelt sind.

(Industrie: 265 TDM)

Konzept zur Integration verschiedener Datenbanksysteme für Fertigungsinformationen

Bei der Firma John Deere Werke Mannheim werden Fertigungsinformationen, die in einem verteilten Datenbanksystem bereitgestellt und gewartet werden, in Papierform an die jeweiligen Fertigungszellen weitergeleitet. Das Datenbanksystem besteht aus mehreren heterogenen Systemen, die in einem Netzwerkverbund miteinander kommunizieren und auf unterschiedlichen Betriebssystem- und Hardwareplattformen zum Einsatz kommen. Die für die Fertigung bereitgestellten Informationen sind relativ grob gefiltert, so daß eine lokale Aufbereitung der Daten notwendig wird. Weiterhin sind in der Datenbankumgebung Grafikinformationen nicht direkt verfügbar. Dies hat zur Folge, daß zusätzlicher Aufwand bei der Zusammenstellung der fertigungsrelevanten Informationen entsteht. Dieser Umstand macht sowohl die Bereitstellung als auch die Aktualisierung von Fertigungsdaten zeit- und kostenaufwendig.

Zur Lösung dieses Problems sind die verschiedenen Datenbanksysteme vor dem Benutzer zu kapseln, so daß die anwendungsorientierte Kommunikation ausschließlich mittels einer einzigen Benutzeroberfläche erfolgt. Diese Oberfläche erfüllt somit eine Interface-Funktion zwischen Benutzer und dem gesamten übrigen Datenbanknetzwerk. Dieses System soll sowohl die Bereitstellung als auch die Wartung und Abfrage der Daten erleichtern und beschleunigen.

Die Vorgehensweise gliedert sich in einzelne Schritte, deren Bearbeitung teilweise parallel stattfinden kann.

- Analyse der einzelnen Prozesse in der Arbeitsvorbereitung bezüglich der Benutzerschnittstellen und der Automatisierungsmöglichkeiten in der Bedienung der Datenbanken.
- Analyse des Datenaufkommens für die Arbeitsvorbereitung.
- Konzeption der verbesserten Prozesse.
- Grafischer Entwurf von Masken zur Implementierung der verbesserten Prozesse.

(Industrie: 40 TDM)

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 konbiniertes 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:

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

(DFG: 196 TDM für 2 Monate)

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 Beanspruchungen 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 von Wendeschneidplatte 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 Schneindeneingriff modelliert. Die Ergebnisse der mechanischen Simulation sowie die Verformungs- und Reibungsenergie dienen als Eingangsgröße für die nachfolgende Berechnung der thermischen Beanspruchung der Schneidplatte. Bei der Modellierung werden nichtlineare und viskoplastische Materialeigenschaften des Werkstoffes, die von Temperaturen und Verformungsgeschwindigkeiten abhängig sind, berücksichtigt. Hierbei dient die Resultat von themischen Berechnung sowie die Temperaturverteilung in der Wirkstelle wiederum als Eingangsgröße der mechanischen Simulation.

Um die Beanspruchungsverhältnisse realitätsnah abzubilden, sind eine ausreichende Anzahl von Finiten Elementen (mehr als 12000) und eine lange Rechenzeit (ca. 30 Stunden CPU Zeit auf IBM-Workstations mit POWER2 RISC-Architekturder Modellreihen 595), sowie eine große Speicherkapazität (größer als 500MB je Parametervariation) unvermeidbar.

(Stipendium des koreanischen Kultusministeriums)

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 Fertigungs-verfahren 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.

Ein neuer Ansatz zur rechnergestützten Prozeßauslegung und -optimierung ist die kinematische Simulation von Schleifprozessen. Bei empirischen Prozeßmodellen erfolgt eine direkte Verknüpfung von Einflußgrößen und Prozeßwirkungen durch mathematische Algorithmen. Die kinematische Simulation hingegen bildet den kontinuierlich ablaufenden Prozeß durch diskrete Simulationsschritte ab. Basierend auf numerischen dreidimensionalen Modellen zur Beschreibung der Schleifscheiben- und Werkstückgeometrie, sowie auf mathematischen Modellen zur Beschreibung der Relativbewegung zwischen Schleifscheibe und Werkstück, werden die mikroskopischen Eingriffsverhältnisse durch eine Durchdringungsberechnung modelliert. Aufbauend auf der Durchdringungsberechung können mit Hilfe der kinematischen Simulation die geometrischen und kinematischen Zusammenhänge bei der Schleifbearbeitung systematisch untersucht und Schleifprozesse gezielt ausgelegt und optimiert werden. Durch Integration von FE-Modellen zur Beschreibung elasto-mechanischer und thermo-elastischer Verformungen sowie dynamischer Prozeßanregungen im System Schleifscheibe-Maschine-Werkstück in die numerische Simulation kann ein geschlossener Simulationskreis zur Beschreibung des komplexen Prozeßverhaltens von Schleifprozessen realisiert werden.

(DFG: 225 TDM für 24 Monate)

Modellierung elasto-mechanischer und thermo-elastischer Verformungen beim Drehen harter Werkstoffe

Während der Drehbearbeitung von harten Werkstoffen werden hohe Energien in den Wirkzonen der Spanentstehung umgesetzt. Dieses ist verbunden mit hohen mechanischen und thermischen Belastungen der einzelnen Systemkomponenten im System Werkzeugmaschine-Werkzeug-Werkstück. Die während der Bearbeitung entstehenden thermo-elastischen und mechano-elastischen Verformungen bewirken eine Verlagerung zwischen der Schneidkante und dem zu bearbeitendem Werkstück, die zu Form- und Maßabweichungen des Werkstücks nach der Bearbeitung führt.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Steigerung der Fertigungsgenauigkeit mit Hilfe der Modellierung des Verformungsverhaltens der Systemkomponenten unter mechanischen und thermischen Belastungen. Das Gesamtmodell besteht aus Prozeßmodellen zur Bestimmung der auftretenden mechanischen und thermischen Belastungen und aus Finite-Elemente-Modellen zur Berechnung der thermo-elastischen und elasto-mechanischen Verformung der Systemkomponenten.

Da das Verformungsverhalten der Systemkomponenten unter thermischen und mechanischen Belastungen mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode modelliert wird, und sowohl transientes als auch statisches Prozeßverhalten auftritt, sind umfangreiche Modellrechnungen notwendig. Je nach modellierter Systemkomponente werden zwei- oder dreidimensionale Finite-Elemente-Modelle eingesetzt. Für die Modellierung komplexer Werkstückgeometrien und unter Berücksichtigung nichtlinearen Materialverhaltens ist eine hohe Rechnerleistung und große Festplattenkapazität unabdingbare Voraussetzung.

Der Einsatz des entwickelten Gesamtmodells im Rahmen einer Prozeßsimulation ermöglicht die Ableitung von Richtlinien für die Gestaltung und Auslegung von Zerspanprozessen.

(DFG: ca. 224 TDM für 2 Jahre)

Diagnose und Prognose von Zerspanprozessen zur Erhöhung der Prozesssicherheit mit Hilfe der Nichtlinearen Dynamik

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines analytischen Modells zur Optimierung und Planung von Zerspanprozessen am Beispiel der Drehbearbeitung. Auf der Grundlage in-process gemessener Signale, wie z. B. Körperschall oder Motorstrom, wird das System „Zerspanen“ und der darin ablaufende Prozess mit Hilfe von Methoden der nichtlinearen Dynamik identifiziert. Dabei wird der strukturelle, systemtechnische Aufbau und das zeitliche Verhalten ermittelt. Aus mathematisch abstrakten Kenngrößen, die aus den messtechnischen Signalen extrahiert werden, wird ein Zustandsraummodell generiert. Da diese rein abstrakten Kenngrößen mit realen fertigungstechnischen Größen korrelieren, kann das Modell zur Prognose und Simulation des Systemverhaltens innerhalb vorgegebener Parameterbereiche verwendet werden.

Innerhalb dieses Forschungsprojektes werden folgende rechnerintegrierten Anwendungen durchgeführt:

- Modellierung des dynamischen Verhaltens von Systemkomponenten des Systems „Zerspanen“ mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente an einer Workstation:
  Je nach Größe der Modelle und Anforderungen an Genauigkeit und Art der Berechnungen fallen CPU-Zeiten von bis zu 2 Stunden für jeden Rechenlauf an.
- Messung von hochfrequenten Körperschallsignalen mit einem Mess-PC, wobei insgesamt ein Datenaufkommen von ca. 1-2 GB in komprimiertem Zustand anfällt
- Entwicklung eines Software-Tools zur Analyse der gemessenen Zeitreihen mit Methoden der nichtlinearen Dynamik:
- Einige der zugrundeliegenden Verfahren benötigen aufgrund ihrer Komplexität bis zu 12 Stunden CPU-Zeit für die Auswertung eines Datensatzes und können nur auf entsprechenden Hochleistungsrechnern durchgeführt werden.
- Entwicklung eines Zustandsraummodells zur Simulation der Dynamik im Zerspanprozess an einer Workstation.

(Projektträger VW-Stiftung: 386.500 DM für 3 Jahre)

Charakterisierung der Spanbildung bei Kurzzeitbelastung während des Hochgeschwindigkeitsfräsens

In der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung werden gegenüber der konventionellen Zerspanung deutlich höhere Schnittgeschwindigkeiten eingesetzt. Damit verbunden sind dynamische Vorgänge in der Wirkzone des Zerspanprozesses, die sich mit dem Stand der

Erkenntnisse nur unvollständig erklären lassen. Bekannte Werkstoffkennwerte und das Einsatzverhalten im Zerspanprozeß sind vorwiegend für konventionelle Geschwindigkeit bekannt. Diese Kennwerte in Zusammenhang mit dynamischen Vorgängen müssen genauer beschrieben werden. Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Spezifikation der Spanbildung unter Hochgeschwindigkeitsbedingungen. Aufbauend auf experimentell ermittelte Daten werden mathematische Grundlagenmodelle erstellt, die aufbauend auf der kinematischen Simulation zur Prognose und Auslegung von HSC-Prozessen eingesetzt werden sollen. Bei der Messwertaufnahme zur experimentellen Ermittlung von Daten werden aufgrund hoher Geschwindigkeiten und sehr kurzer Kontaktzeiten sehr hohe Abtastraten verwendet. In Verbindung einer hohen digitalen Auflösung ergeben sich daraus große Datenmengen, die in kurzer Zeit aufgenommen werden. Zur Speicherung dieser Daten ist eine große Festplattenkapazität unabdingbare Voraussetzung. Für eine spätere Auswertung des Datenmaterials und der Modellbildung wird ebenfalls auf einem Hochleistungs-PC zurückgegriffen. Deshalb werden im Rahmen dieses Vorhabens vorwiegend Hochleistungs-PCs eingesetzt.

(DFG: ca. 146 TDM für 1 Jahr)

4.7 AG Produktionsautomatisierung (Prof. Dr. Detlef Zühlke)

Verbundprojekt 3D-Visualisierungssysteme

Problemstellung

Den Ausgangspunkt für die geplante Untersuchung bildet die in der Praxis immer häufiger auftretende Problematik, Benutzern von Maschinen und Anlagen komplexe Sachverhalte oder große Informationsmengen über die Benutzungsschnittstelle zu vermitteln. Diese Informationen werden vom Benutzer benötigt, um in seinen Bediensituationen die richtigen Entscheidungen zu treffen und angemessen reagieren zu können. Die Verwendung herkömmlicher Methoden zur Informationsvermittlung erreicht immer öfter ihre Grenzen, da die zu visualisierenden Informationen moderner Bediensysteme nicht mehr informationsergonomisch angemessen organisiert werden können. Die bisherigen Entwicklungen auf dem Gebiet 3D-Visualisierung verbunden mit den Fähigkeiten moderner Mikroprozessoren und Grafikchips sowie die natürlichen Voraussetzungen des Menschen zur Wahrnehmung dreidimensionaler Eindrücke bringen die Erwartung, daß 3D-Bedienoberflächen zu einer Verbesserung von Mensch-Maschine-Systemen beitragen können.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Einsatzmöglichkeiten sowie die Vor- und Nachteile dreidimensionaler Visualisierung im Bereich der Steuerung produktionstechnischer Anlagen und Maschinen zu erforschen und aufzuzeigen sowie daraus Gestaltungsempfehlungen für zukünftige Systeme abzuleiten.

Vorgehensweise

Innerhalb des Forschungsvorhabens soll zunächst die Nutzung 3-dimensionaler Visualisierungstechniken für die Maschinen- und Anlagenbedienung untersucht werden. Hierzu gilt es, ein einsatzfähiges Spektrum von geeigneten Darstellungen und dazugehörigen Interaktionsformen für den Einsatz in 3D-Benutzungsschnittstellen aufzubauen und zu untersuchen. Es soll ein Kriterienkatalog für die Einsatzfähigkeit der unterschiedlichen

Darstellungen und Interaktionsformen für bestimmte Anforderungen zusammengestellt werden. Durch die Vorgabe von Bedienaufgaben und anderer Kriterien soll es ermöglicht werden, aus dem vorgestellten Spektrum die für die jeweilige Bediensituation optimale Darstellung und Interaktionsform auszuwählen. Um möglichst praxistaugliche Lösungen zu entwickeln, wird angestrebt, reale Bedienaufgaben aus dem Bereich der Maschinen- und Anlagentechnik zum Test der Darstellungsvarianten und Interaktionsformen heranzuziehen.

Nutzen für Forschung und Wissenschaft

Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens liefern nicht nur Anhaltspunkte für den nutzergerechten Einsatz der 3D-Anwendungen im Bereich der Produktionstechnik, sondern werden in gewissen Grenzen auch übertragbar sein auf andere Bereiche, bei denen komplexe Sachverhalte (Chemie, Biologie, Medizin, etc.) oder große Informationsmengen in kurzer Zeit (Luft- und Raumfahrttechnik, Leitwarten, Pädagogik, etc.) vermittelt und bedient werden müssen. Dieses verdeutlicht nicht nur den wissenschaftlichen Wert dieser Untersuchung, sondern gleichzeitig die wirtschaftliche und technische Bedeutung. Die konsequente Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse und der daraus resultierende adäquate Einsatz von 3D-Techniken könnte dann bei der Gestaltung von Bediensystemen zu höherer Produktivität und Prozeßsicherheit aufgrund geringerer Ausfallzeiten durch Fehlbedienungen führen

Durchgeführte Arbeiten

Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) arbeitet seit vielen Jahren auf dem Gebiet der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI). Die Arbeitsgruppe MMI besteht heute aus einem interdisziplinären Team von wissenschaftlichen Mitarbeitern (Dipl.-Ing. Maschinenbau/ E-Technik, Dipl.-Wirtsch.-Ing., Dipl.-Psych.). In einer ersten Phase wurde ein Informationssammlung zu dem Thema einer dreidimensionalen Bedienoberfläche durchgeführt, welche sich folgendermaßen zusammenfassen läßt:Im Bereich der Produktentwicklung sind eine Reihe von Aktivitäten angesiedelt, in denen 3D-Visualisierung mit pseudorealistischer Bilddarstellung zur Vermittlung eines realitätsnahen Eindruckes von neuen Produkten genutzt wird. Dieser mit Virtual Reality (VR) umschriebene Bereich hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. So wurde die Internationale Raumstation oder auch ein komplettes U-Boot in den USA virtuell modelliert und erlebbar gemacht. Moderne CAD-Systeme stellen standardmäßig VR-Modelle der konstruierten Teile inklusive einer Funktionssimulation zur Verfügung. Ein Problem stellen nach wie vor die Interaktionselemente in solchen Systemen dar, die benötigt werden, um in virtuellen Räumen zu navigieren bzw. zu agieren. In den Bereichen der Medizintechnik,der Kraftwerksleittechnik werden 3D-Anwendungen bereits prototypisch eingesetzt, jedoch ist eine direkte Übertragbarkeit der Ergebnisse in den Bereich der Produktionstechnik als Teilbereich der Ingenieurswissenschaften auf Grund fehlender Systematik und der unterschiedlichen Anforderungen an die dargestellten Informationen nicht möglich.

Parallel zu dieser Informationssammlung wurde damit begonnen, im Labor für Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) des Lehrstuhls für Produktionsautomatisierung einen Teststand zur Erprobung erster dreidimensionaler Benutzungsoberflächen zu konzipieren. Das Labor wird desweiteren verwendet für Testreihen von Ein- und Ausgabeelementen, Entwicklung neuer Bediensysteme, Beratung industrieller Unternehmen bei Auswahl, Evaluation und Einführung neuer Systeme sowie zur Simulation von verschiedenen Umgebungsbedingungen (Licht und Akustik).

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen: Die Einsatzgebiete der verschiedenen 3D-Anwendungen sind bislang nur unzureichend untersucht. Es ist deshalb notwendig, eine systematische Untersuchung durchzuführen, um einen sinnvollen Einsatz von 3D-Benutzungsschnittstellen in der Produktionstechnik zu gewährleisten.

Verbundprojekt Telekooperation/Teleservice

Problemstellung

Es lassen sich vier Hauptströmungen in der Informations- und Kommunikationstechnologie feststellen. Die Stichwörter dazu lauten Globalisierung, Kundenservice, Komplexität sowie Benutzerfreundlichkeit. Eine Schnittstelle aller genannten Bereiche ist die wissensintensive Dienstleistung Teleservice.

Im Bereich Globalisierung lassen sich dadurch kostengünstig und leistungsfähig Distanzen zwischen Kunden und Herstellern überbrücken. Der Kundenforderung nach verstärktem Kundenservice wird durch rasche und unbürokratische Sofort-Hilfe Rechnung getragen. Die Komplexität einer Maschinensteuerung (verstärkte Realisierung der Funktionen in Software) wird durch den Einsatz von Experten des Herstellers bei Ferndiagnose, -optimierung und -programmierung bewältigt. Die Strukturierung der Teleservicefunktionen innerhalb der Mensch-Maschine-Schnittstelle erfolgt nach Maßstäben der Benutzerfreundlichkeit.

Bei der Umsetzung des Teleservice bestehen derzeit folgende Probleme:

- Es existieren bislang keine spezifischen Definitionen bzgl. der Anforderungen an die Bedienstruktur und -oberfläche eines Teleservicebediensystems.
- * Es existiert kein Konzept für gleichzeitige Darstellung von Maschinenzuständen und Benutzerhinweisen für den Maschinenbediener vor Ort (Benutzer) und den Hersteller (Experte) unter Einbeziehung verschiedener Kulturkreise.

Hier müssen folglich Konzepte und Empfehlungen für ein international einsetzbares Teleservice-System erarbeitet werden.

Vorgehensweise

In einer Analyse werden die für die Teleservicefähigkeit der Anlagen bzw. Maschinen notwendigen Funktionen ermittelt. Dazu werden Anwender von der Seite des Kunden und der Seite des Herstellers zu ihren Anforderungen bzgl. eines Teleservice-Systems befragt. Diese Analyse wird exemplarisch an einem aussagefähigen Produkt durchgeführt, welches Schlußfolgerungen für angrenzende Produkte zuläßt. Als Ausgangspunkt für diese Analyse können die vom Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung im Projekt INTOPS ermittelten Informationen dienen. Bei Bedarf lassen sich u.a. mit der im Projekt INTOPS angewandten Methodik auch noch konkretere Aussagen zu herstellerspezifischen Fragestellungen ermitteln.

Im Ergebnis dieser Analyse stehen Anforderungen von Kunden und Hersteller, die in Form eines Anforderungskataloges zusammengefaßt und als Grundlage für ein international einsatzfähiges Teleservice-System genutzt werden können. Dabei werden Anforderungen unterschiedlicher Kulturkreise berücksichtigt. Bei detaillierter Analyse ist ebenfalls eine Aussage zu einer ergonomischen Bedienstruktur möglich sowie eine Empfehlung für die teleservicegerechte Gestaltung von firmenspezifischen Maschinen und Komponenten.

Nutzen für Forschung und Wissenschaft

Der Nutzen für Forschung und Wissenschaft ergibt sich aus den nachfolgend aufgestellten Fragen, welche mit diesem Projekt beantwortet werden:

- Wie kann der Experte gleichzeitig die Informationen des Anwenders und die zur Erfüllung seiner Aufgabe - der Diagnose und Wartung - notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt bekommen?
- Wie kann ein verlustarmer- und störungsfreier Informationsfluß gesichert werden?
- Inwiefern muß eine Schnittstelle für z.B. einen asiatischen Bediener anders gestaltet werden?

Es wird insbesondere auf die Anforderungen an ein globales Teleservice-System eingegangen, um international eine größere Akzeptanz und damit eine optimierte Wettbewerbsfähigkeit, eine größere Flexibilität sowie eine größere Kundenorientierung und somit Kundenzufriedenheit zu erreichen.

Da die ergonomische und benutzergerechte Gestaltung der Bedienoberfläche zunehmend ein Gütekriterium aller Produkte wird, kann durch eine Berücksichtigung dieser Kriterien für globale Anwender ein Innovationsvorsprung gesichert und eine Marktlücke geschlossen werden.

Durchgeführte Arbeiten

Es wurden in einer Informationssammlung erste Untersuchungen über die technischen Rahmenbedingungen zum Einsatz von Teleservice durchgeführt. Hier wurde festgestellt, daß das WWW (Internet) eine kostengünstige Alternative als Kommunikationsmedium bietet. Ebenso wurde festgestellt, daß einige Firmen über die technischen Vorraussetzungen zum Einsatz von Teleservice verfügen und dies teilweise auch schon praktizieren. Insbesondere der Einsatz von Videodiagnosesystemen wird praktiziert bzw. vorbereitet. Erste Anforderungen außereuropäischer Märkte an die Gestaltung der Maschinenbedienung wurden im Rahmen des Projektes INTOPS ermittelt.

Ein Hauptproblem besteht allerdings in der Sprache bzw. im Finden einer gemeinsamen Kommunikationsbasis zwischen Mitarbeiter vor Ort und Servicetechniker bei der Herstellerfirma. Als Lösung des Sprachproblems können hier Piktogramme wie Grafiken, Schemata, Zeichen oder Symbole eingesetzt werden. Hier existiert dagegen das Problem der Selbsterklärbarkeit der verwendeten Symbole für beide Partner des Kommunikationsprozesses. Folglich ist ein iterativer Lösungsprozeß bei dem Erstellen einer gemeinsamen Kommunikationsplattform mit der ständigen Zusammenarbeit zwischen Mitarbeiter im Ausland und Mitarbeiter der Herstellerfirma notwendig.4.1.3 Verbundprojekt Bediensysteme

Problemstellung

Die Situation für Anbieter und Nutzer von industriellen Steuerungen stellt sich folgendermaßen dar: Steuerungshersteller bieten ihre Produkte als Systemkonzept den Maschinenherstellern an, die diese auf die besonderen Aufgaben anpassen und als Standard oder mit anwenderspezifischen Anpassungen in den Unternehmen installieren. Der Systementwurf wird in der Regel von Planungsspezialisten der Steuerungshersteller und Maschinenhersteller sowie großer Kunden definiert. Die große Vielfalt an Benutzungskonzepten, Begriffs- und Symbolverwendung, Farbgebung usw. erklärt sich aus dem großen Gestaltungsspielraum der Hersteller und Systementwickler. Der Bedarf der Endnutzer kommt nur durch mehrere Stufen (Vertrieb, Einkauf, Fertigungsplanung) gefiltert zur Geltung.

Folge dieses Vorgehens ist ein immenser Aufwand bei den Anwendern für Schulung und Einarbeitung und die Gefahr von Fehlbedienungen beim Wechsel zwischen verschiedenen Steuerungssystemen. Gleichzeitig entwickelt der Hersteller bei jeder Steuerung mit hohem Aufwand Oberfläche und Benutzungskonzept neu. Das macht sich auch in der Applikationsstruktur bemerkbar. Heutige Steuerungsoberflächen sind evolutionär gewachsen bzw. - wo sie neu entworfen wurden - weitgehend von Fachleuten ohne oder mit wenig Rückkopplung zur Fertigungsebene, also zum Endanwender, konzipiert worden. Vorhandene Richtlinien, Begriffs- und Bildzeichensammlungen beschränken sich auf die mechanische und elektrische Konstruktion, Styleguides zur Oberflächengestaltung von Steuerungen gibt es nur für Bürosysteme und sind deshalb nicht auf das Fertigungsumfeld zu übertragen.

Das Verbundvorhaben hat zum Ziel, unterorientierte, herstellerübergreifende Module und Anwendungen für eine offene Steuerungsarchitektur zu entwickeln. Ein Teil des gesamten Vorhabens umfaßt die Themenstellung, eine gemeinsame Basis für die Gestaltung von Benutzungsschnittstellen bzw. Anwendungsmodulen zu definieren. Dazu sollen mit einem Style Guide Gestaltungsregeln festgeschrieben werden, die dann anhand von Prototypen durch Werker zu evaluieren sind.

Vorgehensweise

Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung der Universität Kaiserslautern führt Entwicklungsarbeiten für den Style Guide im Projekt HÜMNOS sowie die Prototypen für Anwendungsmodule und Benutzungsschnittstellen durch. Das Aufgabenspektrum umfaßt die Mitarbeit bei der Erstellung des Style Guides, die Mitarbeit bei der Definition für das Verwaltungswerkzeug des Style Guides, und die beispielhafte Umsetzung des Style Guides.

Nachfolgend wird eine Vorgehensweise aufgezeigt, wie die Anpassung vorhandener oder die Gestaltung neuer Bedienoberflächen realisiert werden kann.

1. Ermittlung der Anforderungen

- Aufnahme der Maschinen- und Steuerungsfunktionen
- Beschreibung von Nutzergruppen und deren Aufgaben

2. Überprüfung des bestehenden Bediensystems hinsichtlich ergonomischer Gestaltungskriterien mit Hilfe des Style-Guides

3. Abgleich der bisher verwendeten Begriffe, Abkürzungen und Bildzeichen mit Hilfe des Verwaltungswerkzeugs

- Anpassen der bisher verwendeten Begriffe, Abkürzungen und Bildzeichen an die Definitionen
- Anlegen firmenspezifischer Begriffe, Abkürzungen und Bildzeichen

4. Gestaltung des neuen Bediensystems mit Hilfe des Style-Guides und unter Beachtung von Normen und Richtlinien

5. Evaluation des neuen Bediensystems durch zukünftige Nutzer mit Hilfe einer prototypi-

schen Simulation

Nutzen für Forschung und Wissenschaft

Wissenschaftliche Erkenntnisse welche in Untersuchungen der Ingenieurwissenschaften gewonnen werden, können direkt am praktischen Beispiel beim Steuerungshersteller evaluiert werden. So ist in einem iterativen Prozeß mit kurzen Wegen ein ständiger Innovationskreislauf gewährleistet. Probleme aus der Praxis fließen in die Forschung ein, deren Ergebnisse unmittelbar wieder auf Ihre Durchführbarkeit untersucht werden können. Da die Inhalte des Styleguides in drei verschiedenen Darstellungsformen Buch, Hypertextsystem und als exemplarische Umsetzung eines Bediensystems einer Werkzeugmaschine verfügbar sind, läßt sich vermuten, daß die Ergebnisse eine schnelle und große Verbreitung finden und so den Prozeß der Standardisierung und der Nutzerorientierung von Benutzungsoberflächen von NC-Werkzeugmaschinen vorantreiben.

Mit dieser Standardisierung und Nutzerorientierung sind eine Reihe von Vorteilen sowohl für den Hersteller als auch für den Endanwender zu erwarten. Für Steuerungs- und Maschinenhersteller ist beim Entwurf der Benutzungsoberfläche und der Anpassung an verschiedenen Steuerungen mit einer Reduzierung des Aufwandes zu rechnen. Für die Endanwender ergeben sich eine Reduzierung des Schulungsaufwandes und der Einarbeitungszeit, eine Erhöhung der Flexibilität der Maschinenbenutzer sowie eine Reduzierung der Fehlbedienungen und damit eine Steigerung der Maschinenverfügbarkeit.

Durchgeführte Arbeiten

Der Styleguide besteht aus drei Teilen, dem Regelwerk, dem Lexikon und einer Dialogsammlung.

- In dem Regelwerk werden die wichtigsten Grundsätze zur ergonomischen Gestaltung einer benutzer- und aufgabengerechten sowie einheitlichen Oberfläche zusammengestellt.
- Im Lexikon wird ein Grundstock von rd. 350 Begriffen aus der Welt der Fertigungstechnik ausgewählt und erläutert. Diese sind, soweit sinnvoll mit Bildzeichen und/oder einer Abkürzung ergänzt sowie in die Sprachen Englisch, Französisch, Spanisch, Italienisch übersetzt.
- Die Dialoge beschreiben Basisdialoge, wie sie in allen Steuerungen vorkommen und vereinheitlichen die Grundstruktur eines Benutzerdialoges.

Der Bediensystem-Simulator (im folgenden Simulator) ist eine beispielhafte Umsetzung des Styleguides für die Bedienoberfläche der Steuerung einer NC-Fräsmaschine. Der Simulator umfaßt sowohl die Gestaltung der Hardware, also des Bedienfeldes, als auch die Gestaltung der einzelnen Masken, die kontextabhängig im Monitor eingeblendet werden.

Zukünftige Aufgaben bestehen darin, den Operator mit seinem Wissen und seiner Erfahrung mehr in den Produktionsprozeß einzubinden und die individuelle Erfahrung auch anderen Personen (-kreisen) zugänglich zu machen. Hier bieten sich Ansatzpunkte für eine Verknüpfung mit den Projekten Telecooperation und 3D-Visualisierungssysteme. Im ersten Fall ist die kommunikative Übertragung von Informationen interessant, im zweiten Fall die Darstellung der Information. Forschungsaufgabe ist in beiden Fällen die Beantwortung der Frage „Wie können die auftretenden Probleme gelöst werden?“.