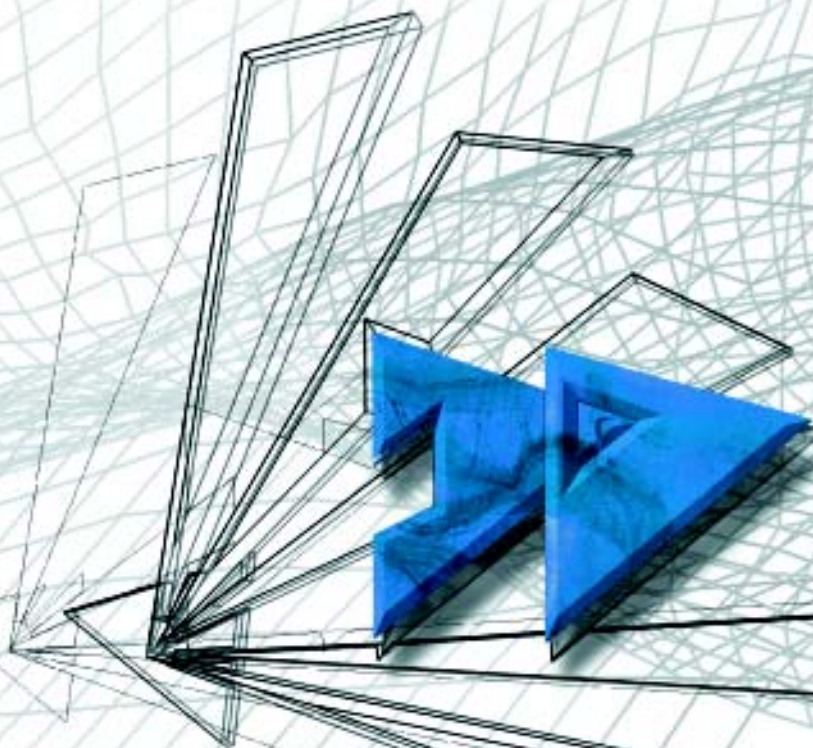




# JAHRESBERICHT ANNUAL REPORT

**2003**



■ C-LAB JAHRESBERICHT 2003

■ C-LAB ANNUAL REPORT 2003

Wolfgang Kern  
Franz Josef Rammig

C-LAB  
Fürstenallee 11  
D-33102 Paderborn

[www.c-lab.de](http://www.c-lab.de)



## INHALTSVERZEICHNIS CONTENTS

VORWORT FOREWORD .....	5
C-LAB 2002 – HÖHEPUNKTE C-LAB 2002 – HIGHLIGHTS .....	9
AUSGEWÄHLTE PROJEKTE SELECTED PROJECTS .....	15
COLLABORATION – CHANCE FÜR DIE ZUKUNFT COLLABORATION – A CHANCE FOR THE FUTURE .....	15
OPEN SOURCE – ERFOLG DURCH ZUSAMMENARBEIT OPEN SOURCE – SUCCESS BY COMMUNITIES .....	19
USABILITY PROCESS USABILITY PROCESS .....	21
PROJEKTÜBERSICHTEN PROJECT OVERVIEW .....	29
BUSINESS CHALLENGES BUSINESS CHALLENGES .....	29
ADVANCED DESIGN TECHNOLOGIES ADVANCED DESIGN TECHNOLOGIES .....	37
ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER .....	41
INTERAKTIVE DIALOG SYSTEME INTERACTIVE DIALOG SYSTEMS .....	47
SOFTWARE-KOMPONENTEN IN MULTIMEDIA-NETZWERKEN SOFTWARE COMPONENTS IN MULTIMEDIA NETWORKS .....	55
ENTWURF VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN DESIGNING EMBEDDED SYSTEMS .....	59
OPTISCHE AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY .....	75
PUBLIKATIONEN, FÖRDERPROJEKTE UND WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT PUBLICATIONS, FUNDED PROJECTS AND SCIENTIFIC COLLABORATIONS .....	85
GREMIEN DES C-LAB BOARD MEMBERS .....	93
IMPRESSUM IMPRESSUM .....	95



## VORWORT

**D**ie Informationstechnologie ist nach wie vor geprägt von raschen Entwicklungen und einem ständigen Wandel der benutzten Techniken und Lösungsansätze. C-LAB, im Brennpunkt zwischen der Forschung und ihrer Umsetzung in kommerziellen Anwendungsgebieten, stellt sich seit nunmehr 19 Jahren den Herausforderungen, die aus diesem raschen Wandel entstehen.

Informationstechnische Lösungen betreffen zunehmend nicht nur isolierte Unternehmen oder isolierte Zielsysteme. Stattdessen findet man verstärkt Kollaboration, von der Unternehmensebene bis hin zu einzelnen Zielsystemen. Kollaboration ist sowohl eine technische als auch eine organisatorische Herausforderung. C-LAB bearbeitet das Thema Kollaboration aus beiden Sichtweisen. C-LAB ist in mehreren Projekten zu diesem Thema engagiert und heute in der Lage, eine ganzheitliche Sicht und entsprechende Kompetenzen für die Konzeption und Entwicklung maßgeschneiderter Kollaborationslösungen anzubieten.

Gerade in diesem Zusammenhang ist auch der zunehmende Erfolg von Open Source Software hochinteressant. Sie kann als Musterbeispiel einer völlig neuartigen, auf Kollaboration basierenden Entwicklungsmethodik für Software gesehen werden. Auch hier müssen die Prozesse, die sich in der Community über Jahre herauskristallisiert haben, verstanden werden. Erst dann lassen sich neue, damit verträgliche Geschäftsmodelle entwickeln. Natürlich bedarf auch dieser innovative Ansatz der verteilten Softwareentwicklung einer informationstechnischen Unterstützung. Diese muss aber anders strukturiert sein als bei konventionellen Prozessen. Auch hier entwickeln wir im C-LAB eine ganzheitliche Sichtweise, um das enorme Potenzial, das durch den Open Source-Ansatz gegeben ist, auch im kommerziellen Umfeld nutzbar zu machen.

Auch die eingebettete Informationstechnik in technischen Systemen unterliegt derzeit einem rasanten Wan-

## FOREWORD

**T**he field of information technology is still characterized by a rapid pace of development and constantly changing technologies and approaches. C-LAB, which focuses its activities on research and implementing the results in commercial application areas, has been meeting the challenges arising from this process of rapid change for 19 years now.

Increasingly, IT solutions involve more than individual companies and isolated target systems. Instead, collaboration is becoming far more commonplace - from the enterprise level down to that of individual target systems. Collaboration is both a technical and an organizational challenge. C-LAB looks at the subject of collaboration from both of these standpoints. C-LAB is engaged in several projects relating to this subject, and is now able to provide a holistic view and the skills needed to design and develop tailored collaboration solutions.

The increasing success of open source software is especially interesting in this respect. Open source software can be regarded as an example of a completely new software development methodology based on collaboration. Here, too, it is necessary to understand the processes that have arisen over the years in the community. Only then can new, compatible business models be developed. Of course, this innovative approach to distributed software development also requires IT support, but it has to be structured differently than for conventional processes. Again, C-LAB is developing a holistic view to make sure that the tremendous potential of the open source approach can also be exploited in commercial environments.

Information technology embedded in technical systems is also subject to rapid change at present. Since embedded software has evolved into highly complex systems that are generally networked and cooperate, it is essential to draw upon the latest model-based, object-oriented design techniques, as well as to have in-depth understand-

del. Da sich eingebettete Software zu hochkomplexen, meist vernetzten kooperierenden Systemen entwickelt, ist ein Rückgriff auf neueste Techniken des modellbasierten Entwurfs im Sinne der Objektorientierung, gepaart mit einem tiefen Verständnis von Ressourcen-Beschränkung, physikalischen Randbedingungen und restriktiven Qualitätsanforderungen, zwingend erforderlich. Im C-LAB verfügen wir über dieses Wissen und setzen es in einer Reihe von Projekten mit unseren Partnern ein. Zukünftig werden die einzelnen IT-Subsysteme autonomer, Globalziele werden nicht zentral prä determiniert, sondern zur Lebenszeit des IT-Systems kooperativ von den Teilsystemen erarbeitet. Es ist sicherlich kein Zufall, dass unser Emotionen ausdrückender Roboterkopf MEXI, der diesen Entwurfsprinzipien schon früh folgte, allgemein so großes Aufsehen erregt hat.

Informationstechnische Systeme haben dem Menschen zu dienen. Sie sind daher den Bedürfnissen des Menschen anzupassen, nicht umgekehrt. Dies impliziert intuitive Benutzbarkeit (Usability) und barrierefreien Zugang für alle Bevölkerungskreise (Accessibility). Es überrascht nicht, dass C-LAB in beiden Bereichen sehr engagiert und erfolgreich ist. Das von uns in der Benutzerschnittstelle wesentlich mitkonzipierte Krankenhaus-Management-System Soarian™ gilt heute weltweit als vorbildlich und unsere Kompetenz im Bereich der Accessibility wird nicht nur im Hause Siemens intensiv nachgefragt.

Unser voller Name lautet "Cooperative Computing and Communication Laboratory". Wie weise diese Namenswahl war, zeigt die Entwicklung. Vom isolierten Computing, von der isoliert betrachteten Kommunikation geht der deutlich erkennbare Trend zu kooperierenden Prozessen, zur Kollaboration. Kollaboration ihrerseits beruht ganz wesentlich auf Kommunikation zwischen lokal und nichtlokal agierenden (Computing) Komponenten und Systemen. Die Informatikwelt diskutiert das Thema derzeit unter Begriffen wie Autonomic Systems oder Organic Computing. Wir glauben, diesen Trend schon sehr früh erkannt zu haben und dazu wesentliche Beiträge leisten zu können. Doch machen Sie sich am besten selbst ein Bild, hier mit diesem Jahresbericht.

**Kontakt:**

Dr. Wolfgang Kern  
Prof. Dr. Franz J. Rammig

ing of resource limits, physical constraints and restrictive quality requirements. At C-LAB we have this knowledge and are deploying it in a variety of projects together with our partners. In the future individual IT systems will become more autonomous, and global targets will not be predetermined centrally but be worked out collaboratively by subsystems during the life of the IT system. It is certainly no coincidence that our emotion-capable robot head MEXI, which followed these design principles very early on, has aroused such great interest.

IT systems are intended to serve people, so they have to be adapted to human requirements, not vice versa. This implies intuitive usability and barrier-free accessibility for all segments of the population. It is not surprising that C-LAB is very committed and successful in both areas. The hospital management system Soarian™ – where we played a major part in designing the user interface – has received international recognition as exemplary, and our accessibility skills are not only in heavy demand by Siemens.

Our organization's full name is Cooperative Computing and Communication Laboratory, and the current situation shows how wise the choice of this name was. There is a trend away from considering computing and communications in isolation and toward collaborative processes. In turn, collaboration is mainly based on communications between (computing) components and local and remote systems. The computing sector is currently discussing this topic under headings such as autonomic systems and organic computing. We believe we have recognized this trend at a very early stage and are able to make major contributions to it. But see for yourself – with the help of this annual report.

**Contact:**

Dr. Wolfgang Kern  
Prof. Dr. Franz J. Rammig

email:

Wolfgang.Kern@c-lab.de  
Franz-Josef.Rammig@c-lab.de







## C-LAB 2003 – HÖHEPUNKTE

**D**as Jahr 2003 war auch im C-LAB durch konjunkturelle Einflüsse belastet. Beide Zielgruppen unserer Projektakquise, die kommerziellen Kunden und die öffentlichen Förderer, waren sehr zurückhaltend mit den knappen Geldmitteln. Erschwerend kam bei der EU die Umstellung vom fünften auf das sechste Rahmenprogramm (FP6) hinzu, was einerseits zum Auslaufen von bestehenden Projekten und parallel mit einem hohen Aufwand für die Neubeantragung verbunden war.

Insbesondere bei der EU gab es die weitere Neuerung, dass veränderte Projektkategorien eingeführt wurden: das Integrated Projekt (IP) und das Specific Targeted Research Project (STREP). Erfreulicherweise werden in den neuen Förderungsbedingungen Aufgaben definiert, die auch bei industriellen Projektpartnern zu 100% gefördert werden. Hiermit kommt der Förderer einem lange geäußerten Wunsch nach, die nicht besonders attraktiven organisatorischen und administrativen Tätigkeiten in den Projekten anders zu behandeln als die inhaltlichen Projektaufgaben.

Wir haben uns an den beiden bisherigen Calls des neuen 6. Forschungsrahmenprogramms im Jahr 2003 in verschiedenen Konsortien mit sehr innovativen Projektvorschlägen beteiligt. Wir hoffen, im Rahmen der akzeptierten Projekte wichtige Beiträge sowohl für den Kompetenzaufbau des C-LAB wie auch der europäischen IT-Industrie leisten zu können.

C-LAB erarbeitet seine Kompetenz nicht zuletzt aus der universitär getriebenen Grundlagenforschung. Daher haben für uns Projekte, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert werden, einen besonderen Stellenwert. Die herausragende Stellung, die C-LAB in diesem Bereich einnimmt, wird durch die Beteiligungen an zwei Sonderforschungsbereichen und drei Schwerpunktprogrammen der DFG belegt. Hervorzuheben ist die erfolgreiche Begehung des Sonderforschungsbereichs "Massiv Parallele Systeme, Algorithmen, Entwurfsmethoden, Anwendungen" im Herbst 2003, wozu wir nicht unwesentlich beigetragen haben.

## C-LAB 2003 – HIGHLIGHTS

**C**-LAB, too, was affected by the slack economic situation in 2003: both of our target groups for projects – commercial customers and public sponsors – were short of funds and held back on investments. This situation was aggravated by the switchover from the Fifth to the Sixth Framework Program (FP6) at the European Union, which brought some existing projects to an end and was associated with increased effort in applying for new ones.

Another factor was that the EU introduced changed project categories: integrated projects (IP) and specific targeted research projects (STREP). Happily, the new terms and conditions define tasks that are also eligible for 100% funding in projects involving business partners. In this respect, sponsors are complying with a long-standing wish for the less-than-attractive organizational and administrative aspects of projects to be handled differently than activities that affect project content.

In 2003 we took part in both calls held so far under the new Sixth Framework Program for research by joining various consortia with very innovative proposals for projects. We hope that the accepted projects will enable us to make important contributions both to the establishment of skills at C-LAB and in the European IT industry.

But C-LAB also hones its skills in university-driven basic research; thus, projects funded by the German Research Association (DFG) are particularly important for us. C-LAB's outstanding position in this area is demonstrated by our participation in two collaborative research centers and three focal programs set up by the DFG. Particular mention should be made of the successful work of the Massively Parallel Systems, Algorithms, Design Methods and Applications collaborative research center in Fall 2003, to which we made a noteworthy contribution.

*ITEA* (Information Technology for European Advancement), the strategic program to advance European skills in the area of software-intensive systems on distributed and embedded platforms, is also particularly significant for us

Von besonderer Bedeutung ist für uns *ITEA* (= Information Technology for European Advancement), das strategische Programm zur Förderung der europäischen Kompetenzen auf den Gebieten der "software-intensiven Systeme auf verteilten und eingebetteten Plattformen". Diese, auf acht Jahre von 1999 bis 2007 angelegte, in verschiedenen europäischen Ländern national – in Deutschland durch das BMBF – geförderte Eureka-Initiative hat bisher 49 Projekte bearbeitet, von denen 17 schon abgeschlossen sind, mit insgesamt 245 Partnern aus 19 Ländern. Insgesamt wurden bisher ca. 7.300 Personenjahre eingesetzt, weitere 7.500 sind für die zweite Hälfte geplant.

Alle Projekte sind industriegetrieben und bearbeiten im vorwettbewerblichen Bereich Themen, die durch Partner aus der Industrie, von Universitäten und Forschungseinrichtungen durchgeführt werden. Ziel von *ITEA* ist es, neueste Technologien und Know-how bereitzustellen, um innovative Produkte, Lösungen und Services gemeinsam mit internationalen Partnern zu entwickeln. In dieser von führenden europäischen Firmen getragenen Initiative vertreten wir Siemens, eines der Gründungsmitglieder.

Im Rahmen der jährlich stattfindenden Symposien werden die Projektergebnisse der interessierten Öffentlichkeit und den Vertretern der jeweiligen Länderministerien dargestellt. Das diesjährige vierte Symposium wurde am 09. und 10. Oktober 2003 in Leuven/Belgien durchgeführt. Im Rahmen von Key Note Speeches wird den beteiligten Firmen Gelegenheit gegeben, sich näher vorzustellen. In diesem Jahr hatte u.a. Siemens Business Services die Gelegenheit, sich in dieser von Innovation geprägten Umgebung einem internationalen Publikum zu präsentieren. Herr Winfried Holz, Leiter der Global Business Unit Solutions, präsentierte die SBS als ein innovatives und international aufgestelltes Unternehmen, das als hersteller-unabhängiger Lösungs- und Serviceanbieter agiert und für das Innovation und Standardisierung von strategischer Bedeutung sind.

Zufrieden waren wir wiederum mit den vertrieblichen Erfolgen insbesondere in Richtung unserer kommerziellen Mutterorganisation Siemens Business Services. Mit innovativen Angeboten sich bei Kunden zu empfehlen und so zu differenzieren, ist momentan eine der Herausforderungen im Markt. Hier konnte C-LAB in wichtigen Teilbereichen unterstützend wirken. Das Thema Kollaboration ist z.B. im Bereich der Automobilindustrie sehr aktuell, da sich die Zusammenarbeit der beteiligten Partner auf Grund

at C-LAB. This Eureka initiative, which has been set up for eight years from 1999 to 2007 and is being funded on the national level by various European countries, has so far handled 49 projects, of which 17 have already been completed, with a total of 245 partners from 19 countries. All in all, this program has taken up roughly 7,300 person-years to date, and another 7,500 are scheduled for the second half of it.

All *ITEA* projects are industry-driven, with partners from business, universities and research institutions working together on topics in the pre-competitive stage. The goal of *ITEA* is to provide the latest technologies and know-how in order to develop innovative products, solutions and services in a process of collaboration with international partners. This initiative is borne by leading European companies, and we represent Siemens, one of its founding members.

The results of projects are presented to interested members of the public and representatives of the various national ministries at symposia that are held each year. This year's symposium – the fourth – was held on October 9 and 10, 2003, in Leuven/Belgium. The participating companies are given the opportunity to present more details of themselves in keynote speeches. This year, Siemens Business Services was one of those companies and had the opportunity of speaking to an international public in an environment characterized by innovation. Mr. Winfried Holz, who is in charge of the Solutions Global Business Unit, presented Siemens Business Services as an innovative, internationally oriented company that acts as a vendor-independent provider of solutions and services, and for whom innovation and standardization have strategic importance.

We were again satisfied with our sales successes, especially to Siemens Business Services, our commercial parent organization. One of the market challenges that businesses are facing at present is to recommend themselves to customers with innovative offerings and thus stand out against the competition. C-LAB provided support in key sub-areas here. Collaboration, for example, is a very popular topic in the automotive industry at the moment because the way partners work together is changing profoundly in terms of content and procedure owing to the vastly greater complexity of outsourced parts. When complex system components are developed jointly, workflows and information that needs to be exchanged take on a

der deutlich gestiegenen Komplexität der Zulieferteile inhaltlich und prozedural total ändert. Die Abläufe und auszutauschenden Informationen bei der gemeinsamen Entwicklung von komplexen Systemkomponenten haben eine völlig andere Dimension als das schlichte Zuliefern von einfachen Montageteilen. Diese mit dem Begriff Kollaboration zusammengefasste Methodik wird momentan sowohl in der Forschung intensiv bearbeitet als auch in der Praxis in ersten Projekten vorbereitet. Wir sind hierbei sowohl in der wissenschaftlichen als auch kommerziellen Domäne vertreten und können so den Technologie- und Wissenstransfer, dem Leitgedanken des C-LAB in idealer Weise folgend, sehr effizient und zeitnah durchführen.

Des Weiteren zeigt sich im gesamten IT-Markt momentan eine sehr starke Fokussierung auf Investitionen, die einen relativ kurzen Amortisationszeitraum haben. Der Anwender möchte folglich neben den besten Technologien vor allem an geeigneten Prozessen und Strukturen erkennen, ob seine betriebswirtschaftlichen Ziele erreicht werden. Wir nutzen hierzu verstärkt die im C-LAB vorhandene Interdisziplinarität der Kompetenzen aus Technik, Betriebswirtschaft und Psychologie. Mit entsprechend anwendungsnahen Szenarien aus dem jeweiligen Arbeitsumfeld werden neue Lösungen so dargestellt, dass die eingesetzten Prozesse und Strukturen die betriebswirtschaftlichen Vorteile klar erkennbar machen, die geeigneten Technologien zum Einsatz kommen und durch die benutzerfreundliche Gestaltung aller Systemkomponenten und Oberflächen die Anforderungen der Nutzer in den Mittelpunkt gestellt werden. Diese Methodik erlaubt es uns, die C-LAB Kompetenzen für unterschiedliche Branchen einfach nachvollziehbar und attraktiv darzustellen. So können beispielsweise Teilergebnisse eines Forschungsprojektes aus der Biotechnologie-Branche auf die Automobil-Branche übertragen und trotzdem den jeweiligen Anforderungen gerecht werden.

Ein besonders aktueller Fragenkomplex in diesem Zusammenhang ist das Thema Open Source, in dem es noch intensiven Klärungsbedarf gibt. Dieser bezieht sich nicht nur auf technische, sondern vor allem auf geschäftliche und juristische Fragestellungen. Auch hierzu konnte C-LAB mit den technischen und wirtschaftswissenschaftlichen Kompetenzbereichen wertvolle Beiträge in Forschungsprojekten liefern, ergänzt um intensive praktische Erfahrungen mit der so genannten Open Source Community, in der die Entwicklungsprozesse nach ganz speziellen

completely different dimension than when parts are merely supplied for assembly. The methodology that is subsumed under collaboration is being both researched intensively and prepared for practical use in initial projects. Here we are represented in both the scientific and commercial domains, which allows us to handle technology and knowledge transfer very efficiently and promptly in accordance with C-LAB's policy.

In addition, the entire IT market is currently focusing very much on investments that pay off in a relatively short time. Consequently, users want more than just the best technologies; they are also looking for suitable processes and structures that help them recognize whether their commercial targets are being achieved. Here we are increasingly falling back on interdisciplinary action and skills that are available at C-LAB in the areas of technology, business management and psychology. Using realistic scenarios from various working environments, we present new solutions in such a way that the deployed processes and structures clearly show business advantages. These solutions are based on suitable technologies and, thanks to the user-friendly design of all system components and user interfaces, are in line with user requirements. This methodology enables us to present C-LAB's skills for various sectors in an attractive and understandable manner. For example, some of the results of a research project from the biotechnology industry could be transferred to the automotive industry and still meet the specific requirements there.

A prevalent subject in this context is open source, where a great deal still needs to be clarified not only with regard to technical issues but also – and primarily – to business and legal issues. Here, too, C-LAB applied its technical and business skills to make valuable contributions to research projects. This was supplemented by intensive practical experience with the open source community, in which development proceeds according to very specific rules. The results of these scientific projects were also incorporated quickly in ongoing commercial activities, and made valuable contributions to them.

In 2003, our Accessibility Competence Center (ACC) again registered increasing demand for its consulting services on the design of barrier-free products and solutions. This is fostered by new legislation in the constituent states of Germany and in the EU. The Behindertengleichstellungsgesetz, the law governing the equal treatment of

Regeln ablaufen. Auch diese im Rahmen von wissenschaftlichen Projekten erarbeiteten Ergebnisse konnten zeitnah als wertvolle Beiträge in laufende kommerzielle Aktivitäten eingebunden werden.

Das Accessibility Competence Center (ACC) konnte auch im Jahr 2003 eine weiter steigende Nachfrage nach Beratungsleistungen für die barrierefreie Produkt- und Lösungsgestaltung registrieren. Gefördert wird dies durch die neuen gesetzlichen Bestimmungen in den deutschen Bundesländern und in der EU. Das Behindertengleichstellungsgesetz schreibt eine barrierefreie Nutzungsmöglichkeit aller Produkte und Dienstleistungen auch für ältere und behinderte Menschen vor. Dieses lässt sich häufig mit relativ geringem Aufwand erreichen, wenn man das erforderliche Wissen dazu hat und dieses frühzeitig in die Entwicklung einbezieht. Genau diese sehr hilfreichen und Kosten sparenden Informationen kann man vom Accessibility Competence Center bekommen. So gelingt es relativ einfach, die jeweiligen Produkte gesetzeskonform zu gestalten. Häufig kann so ohne viel Aufwand eine für den betroffenen Personenkreis hilfreiche Lösung erarbeitet werden.

Die Forschungsleistung von C-LAB wird nicht zuletzt durch zahlreiche Veröffentlichungen, meist auf renommierten internationalen Tagungen, dokumentiert. Darüber hinaus sind Mitarbeiter von C-LAB bei der Organisation auch großer internationaler Tagungen und in wissenschaftlichen Fachgesellschaften aktiv.

Sehr erfolgreich waren im abgelaufenen Jahr die C-LAB Reports. Als Extrakt aus unseren Forschungs- und Entwicklungsprojekten werden zu jeweils aktuellen Themen kompakte, aber trotzdem umfassende Darstellungen zusammengestellt und dann auf unserer Homepage für die interessierte Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die Anzahl der Downloads zeigt deutlich die bestehende Nachfrage. Wir werden das auch weiterhin fortsetzen, indem wir aktuelle Beiträge zu den jeweiligen Themen liefern und so unsere Kompetenz dokumentieren.

the disabled in Germany, specifies that all products and services must also be capable of being used without barriers by older and disabled persons. This can often be achieved with relatively little effort when the necessary know-how is available and is included in development activities at an early stage. It is precisely this helpful, cost-saving information that can be obtained from the Accessibility Competence Center, making it relatively easy to design products that comply with the law. Frequently it is possible to develop a suitable solution for the persons involved without much cost and effort.

C-LAB's research work is also documented by many publications, mostly at renowned international conferences. On top of this, C-LAB staff are actively involved in the organization of international conferences and scientific associations, including some large-scale events.

C-LAB's reports were very successful in the past year. Compact yet comprehensive information on current topics is extracted from our research and development projects, compiled and made available to the public on our home page. The number of downloads clearly shows the demand that exists for such information. We will continue to provide up-to-date reports on various topics in the future, and thus document our expertise.





## AUSGEWÄHLTE PROJEKTE

### ■ COLLABORATION – CHANCE FÜR DIE ZUKUNFT

Insbesondere angesichts der gegenwärtigen Konjunkturlage wird die partnerschaftliche Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten zur Notwendigkeit in den heutigen schnelllebigen und hart umkämpften Märkten. Die inter- und intraorganisationale Zusammenarbeit von Mitarbeitern innerhalb eines Unternehmens, zwischen den verschiedenen Standorten einer Firma und über die Unternehmensgrenzen hinweg im Rahmen von Lieferanten und Kundenbeziehungen während aller Phasen des Produktlebenszyklus ist zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor für Unternehmen geworden. Insbesondere die nahtlose Integration von Kunden und Lieferanten in Produktentstehungsprozesse sichert eine frühzeitige Berücksichtigung von Kundenwünschen sowie eine deutliche Verkürzung der Time-to-Market. In den heutigen Märkten mit ihren stark verkürzten Produktlebenszyklen wird gerade letzteres zur zwingenden Notwendigkeit. Ein weiterer wichtiger Themenkomplex ist die zunehmende Organisation von Projektarbeit in an verschiedensten Standorten verteilt arbeitenden, spezialisierten Teams, die hochinteraktiv und unter Nutzung modernster Collaboration-Tools trotz der räumlichen Distanz gemeinsam an einer Aufgabe arbeiten.

Die Umsetzung eines Collaborative Network Management und der Schritt "From Integration to Collaboration" ist damit als Investition in die Zukunft von den Unternehmen erkannt worden.

Bereits während des E-Business Hype wurde Collaboration und partnerschaftliche Kooperation als eine Zusammenführung von E-Business-Aktivitäten und Supply Chain-Management-Konzepten als Chance für die Zukunft diskutiert. Der Investitionsstau der letzten beiden Jahren hat das Thema dann etwas zurückgestellt, das jetzt aber wieder in aller Munde ist. Ein Grund hierfür ist sicherlich auch der potenzielle Effizienzgewinn. Collaboration darf

## SELECTED PROJECTS

### ■ COLLABORATION – A CHANCE FOR THE FUTURE

Collaboration and close partnership with customers and suppliers is becoming essential in today's rapidly changing and highly competitive markets, especially in view of the current economic situation. Intraorganizational collaboration between employees or in distributed teams at different locations at one company and interorganizational collaboration across corporate boundaries with very close supplier and customer relationships throughout the phases of the whole product lifecycle have become crucial competitive factors for businesses. The seamless integration of customers and suppliers especially in product creation processes ensures that customer requirements can be taken into account at an early stage of product development and that time-to-market can be reduced significantly. The latter aspect, in particular, has become essential in today's markets with their ever shorter product lifecycles. Another important subject is the increasing organization of project work in distributed teams of specialists at different locations. They work together on a common goal by using latest collaboration tools in a highly interactive manner in spite of the distance.

Companies have thus recognized that implementation of collaborative network management and the step "from integration to collaboration" are investments in the future.

Back in the days of e-business hype, collaboration and partnership were already being discussed as a combination of e-business activities and supply chain management concepts and were seen as an opportunity for the future. This subject was pushed into the background for a time as a result of the cutbacks in investments over the past two years, but it has now become popular again. One reason for this is undoubtedly the potential gain in efficiency because of collaboration structures in companies. However, collaboration must not be confined to communi-



dabei aber nicht auf den Bereich der Kommunikation reduziert werden, sondern muss als eine Verankerung der Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten in der eigenen Geschäftsstrategie und als Integration kollaborativer Prozesse in die eigenen Geschäftsprozesse verstanden werden.

Ausgetauscht werden dabei Informationen, Daten und Waren entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Erst dann besteht die Chance ein Collaborative Business aufzubauen, das die dynamische Zusammenarbeit der Kooperationspartner ermöglicht und dessen Nutzenpotenziale hinsichtlich Kosten, Zeit, Qualität und Service offensichtlich sind.

Insbesondere in Industrien, in denen die Produktentstehung sehr zeit- und kostenintensiv ist wie z. B. in der Automobilindustrie, bietet die engere Verzahnung von Partnern ein besonderes Potenzial. Durch die direkte Integration vom Kunden mit seinen Bedürfnissen und Anforderungen an ein neues Modell in die Design- und Engineering-Prozesse des Automobilherstellers wird den tatsächlichen Marktgegebenheiten in deutlich verbesserter Weise entsprochen und insgesamt die Produkte kundengetrieben entwickelt. Da die Produktlebenszyklen insbesondere in der Automobilbranche sich in den letzten Jahren stark verkürzt haben, ist es darüber hinaus notwendig, Zulieferer so in die Produktentstehung einzubinden, dass eine verkürzte Time-to-Market realisiert werden kann. In vielen Industrien ist es auch heutzutage üblich, dass große Teile der Produktentwicklung verteilt beim OEM und einer Kette von Zulieferern stattfinden. Daher muss die phasen- und unternehmensübergreifende Integration von Partnern deutlich verbessert werden.

Zukünftig werden Unternehmen also immer mehr zu „networked enterprises“ werden. Welches Konzept den Anforderungen einer Umsetzung am besten gerecht wird, muss anhand von verschiedenen Kriterien im Einzelfall analysiert werden. Dauer der Beziehung, Intensität, Art der Interaktion etc. bestimmen, ob Portale, gemeinsame Prozess- und Wissensbasen und andere Lösungen die Potenziale am besten ausschöpfen. So können z.B. durch die Nutzung von Collaboration-Portalen im Engineering-Bereich Unternehmen sehr eng mit ihren Zulieferern und



Bild 1: Hexagon of Collaboration

Fig. 1: Hexagon of Collaboration

collaboration; it should be understood as the anchoring of teamwork with customers and suppliers in the company's business strategy, and as the integration of collaborative processes in the company's own business processes.

Information, data and merchandise are exchanged throughout the complete value chain. Only then it is possible to set up collaborative business arrangements that enable partners to work together dynamically and whose potential benefits with regard to cost, time, quality and service are evident.

Especially in industries in which product creation processes are very cost- and time-intensive as in the automotive industry, a close collaboration and interleaving between partners has great potential. Because of a direct integration of customer needs and requirements on a new model into the early design and engineering processes of the automotive manufacturer, real market conditions are much better satisfied which means that customers ultimately drive the development of products. Furthermore, it has become necessary to integrate suppliers into product creation processes in a way that a shorter time-to-market can be realized because of the ongoing shortage of product life-cycles especially in the automotive industry. In many industries it has become usual today that large parts of product development activities are handled distributed by the OEM and by a number of suppliers. This is why it is necessary to improve integration of partners across phases and companies noticeably.

Companies will therefore increasingly turn into networked enterprises in the future. An analysis of various criteria on a case-to-case basis will reveal which con-

Kunden verknüpft werden. Andere Konzepte dienen insbesondere dem Wissensaustausch und der Wissensbewahrung, so dass inter- und intra-company-weit Wissensnetzwerke aufgesetzt werden können. Eine Standardisierung von Prozessen via Collaboration-Plattformen und Portalen kann den Re-Use von Entwicklungsstrukturen deutlich unterstützen. Schnellere Produktentwicklungszyklen und ein besseres Abstimmen der Marktanforderungen mit den technischen Möglichkeiten der Produktion sind die direkte Folge.

Das C-LAB hat bereits erfolgreich an einigen Collaboration-Projekten mitgearbeitet. So wurde z.B. eine einheitliche Collaboration-Definition unter der Beteiligung verschiedenster Siemens-Abteilungen entwickelt, im Projekt "ViP-Roam" eine Roadmap für die kollaborative Produktentwicklung mit der Definition der Industrieanforderungen der Automobil- und der Flugzeugbauindustrie sowie der notwendigen Entwicklungsschritte aufgestellt und im Network of Automotive Excellence wesentlich an der Erstellung eines Collaboration-Grids mitgewirkt.

Neben Consulting-Erfahrung im Aufgabenkomplex Collaboration hat das C-LAB aber auch Erfahrungen im Bereich collaborationunterstützender Tools und Umgebungen wie im Projekt VirtoWeb, in dem eine entsprechende Umgebung prozessorientiert für KMUs im Bereich Biotechnologie entwickelt wird, sowie umfangreiche Erfahrungen im Bereich der Portaltechnologie, welche geeignet sind, um Collaboration-Prozesse in und zwischen Firmen zu unterstützen.

**Kontakt:**

Marko Weiße

email:

Marko.Weisse@c-lab.de

cept for the realization best meets the requirements. The duration of the relationship, its intensity, the kind of interaction and the like determine whether portals, shared process and knowledge bases and other solutions best exploit this potential. For example, companies can be linked very closely to their suppliers and customers by using collaboration portals in the engineering area. Other concepts target the exchange and preservation of knowledge so that knowledge networks can be set up on an intracompany and intercompany basis. A standardization of processes via collaboration platforms and portals can definitely support development structures to be reused. The direct consequences of this are faster product creation cycles and a better match between market requirements and technical production facilities.

C-LAB has already successfully taken part in some collaboration projects. For instance, we were involved in drawing up a uniform definition of collaboration in conjunction with various Siemens departments, as well as in setting up a roadmap for collaborative product creation and defining automotive and aerospace industry requirements together with the necessary development steps in the ViP-Roam project. We also played a major part in establishing a collaboration grid for the network of automotive excellence.

Alongside consulting experience relating to collaboration, C-LAB has acquired experience in the field of collaboration-supporting tools and environments – such as in the VirtoWeb project in which an environment is being developed on a process-oriented basis for small and medium-sized biotechnology businesses – as well as extensive portal technology know-how that enables us to support collaborative processes in and between companies.

**Contact:**

Marko Weiße

email:

Marko.Weisse@c-lab.de



## ■ OPEN SOURCE – ERFOLG DURCH ZUSAMMENARBEIT

**D**ie Zusammenarbeit einer Gruppe von Menschen ist in der Softwareerstellung seit jeher verbreitet. Während im kommerziellen Umfeld sich mühsam administrative Strukturen und Methodiken gebildet haben, ist auf dem Feld der freien bzw. Open Source-Software seit jeher ein kollaborativer und sogar kooperativer Softwareentwurf zu beobachten. Der Erfolg freier Software liegt nicht zuletzt in der Motivation der Entwickler und aktiven Anwender begründet, die über elektronische Medien, heute in der Regel das Internet, in Kontakt stehen. Das Projekt *NOW* "Nutzen von Open-Source-Konzepten in Industrie und Wirtschaft" beschäftigt sich primär mit der Erforschung dieser Mechanismen und deren Übertragbarkeit in "konventionelle" Szenarien. Neben den Aspekten der Geschäftsmodelle und der Entwicklung spezifischer Open Source-Software an sich interessiert in dem Projekt auch die technologische und soziale Komponente für die erfolgreiche Zusammenarbeit. Dieser Schwerpunkt wird im C-LAB als Teilaufgabe bearbeitet und durch eine kollaborative Umgebung unterstützt.

Wichtiger Ausgangspunkt ist hierbei der State-of-the-Art, den so genannte Softwareentwicklungsportale wie Sourceforge, Savannah oder GForge darstellen. Diese bilden heutzutage das kommunikationstechnische Rückgrat für einzelne Open Source-Projekte. Bemerkenswert ist hierbei, dass zum Beispiel bei Sourceforge über 71.000 Projekte registriert sind (Stand Nov. 2003). Dabei decken diese Portale das Spektrum kommunikationstechnischer Möglichkeiten im Internet nicht vollständig ab. Ihr Schwerpunkt liegt im Management der jeweiligen Entwickler- und Anwendergemeinschaft. Durch Diskussionsforen und Bugtracker, die ein Meldeverfahren für Fehler enthalten, können Anwender – neben dem direkten Kontakt mit den Entwicklern – mit der Gemeinschaft in Kontakt treten. Die Entwickler ihrerseits verwalten den Quell-

## ■ OPEN SOURCE – SUCCESS BY COMMUNITIES

**I**n software development it has always been common for groups of people to work together. Whereas administrative structures and methodologies have laboriously been put into place in commercial environments, there has always been a collaborative or even cooperative approach to free or open source software design and development. A key factor in the success of open source software is the motivation of developers and active users who are in contact via electronic media – these days, generally via the Internet. The *NOW* project (Benefits of the Open Source Concept in Business and Industry) primarily deals with research into these mechanisms and their transferability to "conventional" scenarios. In addition to looking at aspects of business models and the development of specific open source software, this project is also interested in the technological and social components of successful collaboration. This aspect is being handled as a subtask at C-LAB and is supported by a collaborative environment.

An important starting point is the state of the art represented by software development portals such as Sourceforge, Savannah and GForge. These now form the communications backbone for individual open source projects. It is remarkable that, for example, over 71,000 projects were registered with Sourceforge as of November 2003. These portals do not cover the entire range of communication options on the Internet; they focus on managing their developer and user communities. The many discussion forums and bug trackers (who receive a problem reporting procedure) create an opportunity for users to directly contact not just developers, but also the entire community. Developers can manage source code and documents conveniently via the portal regardless of their physical locations.

It is undoubtedly not an easy decision for any company

code und Dokumente bequem über das Portal, unabhängig von ihrem physischen Aufenthaltsort.

Nun ist es für Firmen sicherlich keine einfache Entscheidung, auf Open Source umzustellen, und ein gemeinsames Herangehen ist bis auf wenige Ausnahmen (z.B. IBM, MySQL) keinesfalls die Regel. Um derartige Entwicklungen, die eine fruchtbare Alternative für Firmen darstellen können, voranzutreiben, betreibt C-LAB das NOW-Softwareentwicklungsportal, welches moderiert und in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern um Dienste erweitert wird, die für die Akzeptanz der Softwareentwicklung im industriellen Kontext wichtig erscheinen. Dieses Portal wurde im November 2003 auch für die Öffentlichkeit freigeschaltet und bietet unter <http://now.c-lab.de> sowohl Informationen über das Projekt als auch den Zugriff auf das Softwareentwicklungsportal.

Für die Collaboration in solchen Projekten gibt es wie in allen sozialen Gemeinschaften unterschiedliche Entwicklungsphasen, die durchlaufen werden, und typische Erscheinungen, die Open Source-Projekte betreffen. Da hinter der Open Source-Gemeinde als solcher kein zwingender Druck zum Zusammenhalt besteht, kann sich hier eine enorme Dynamik entwickeln. Für kommerzielle Softwareprojekte ist dies ein Alptraum, dass Entwickler einfach an einem anderen, als interessanter eingestuftem Projekt mitmachen könnten und Kunden auf einmal länger auf die Ablieferung der Software warten müssten. NOW wird auch hier durch Moderationsrichtlinien und Anleitungen die Erfolgsfaktoren für Open Source-basierte Softwareentwicklungen herausarbeiten und verfügbar machen.

#### Kontakt:

Dr. WolfgangThronicke

email:

Wolfgang.Thronicke@c-lab.de



Bild 2: NOW-Softwareentwicklungsportal

Fig. 2: NOW software development portal

to switch to open source and, apart from a few exceptions such as IBM and MySQL, a common approach is not the rule by any means. C-LAB is operating and moderating the NOW software development portal in order to drive forward these developments, which can be a productive alternative for companies. Together with project partners we are adding services to the portal that seem important for the acceptance of software development in an industrial context. This portal went public at <http://now.c-lab.de> in November 2003. It provides information both on the project and on access to the software development portal.

As in all social communities, collaboration in such open source projects will progress through various phases and there are typical phenomena that affect such projects. Tremendous dynamics can evolve here, since there is no compelling pressure on the open source community to remain together per se. As far as commercial software projects are concerned this could result in the nightmare scenario of developers simply joining another project that they regard as more interesting, and forcing customers, without warning, to wait longer for software to be delivered. Here, too, NOW will work out the success factors for open source software development on the basis of moderation policies and guides, and make them available.

#### Contact:

Dr. WolfgangThronicke



## ■ USABILITY PROCESS

### SOARIAN™ – USER CENTERED DESIGN

**A**uch im Jahr 2003 blickt das Usability Team auf eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit Siemens Med, Bereich Health Services, Clinical Systems (HC CS) zum Projekt *Soarian™* zurück. Damit konnten wir unseren Kunden wieder ein gutes Stück auf seinem Weg hin zur Realisierung einer ganzheitlichen Softwarelösung begleiten.

Nach der Ankündigung eines neuen Krankenhausinformationssystems im Oktober 2001 wurde am 4. April 2003 in einer Presseerklärung durch Frank Lavelle, den damaligen Präsidenten und CEO von Siemens Medical Solutions Health Services Corporation, verkündet: "*Soarian™* is live!" So sagt Frank Lavelle, dass *Soarian™* eine eigene Kategorie einer Softwarelösung darstellt. Mit konventionellen Informationssystemen können zwar Daten erfasst, aufbewahrt und auch wieder abgerufen werden. *Soarian™* jedoch stellt durch sein Workflow Management den Patienten in den Mittelpunkt der Behandlung, unabhängig in welchem Schritt der Behandlung er sich befindet, und sieht vom Grundsatz eine systematische und kontinuierliche Dokumentation aller Aktivitäten im Laufe eines Krankenhausaufenthaltes vor. Damit lassen sich im Sinne von Best Practice Erkenntnisse vorhalten, die auf Bedarf einfach und schnell abrufbar sind, und nicht wie sonst mühsam gesucht und zusammen getragen werden müssen.

Siemens Med konnte sich mit dieser innovativen web-basierten Softwarelösung nicht nur durch die Merkmale "workflow architecture", "smart user interface" und "embedded analytics" differenzieren, sondern auch gegen einen starken Markt behaupten. Folgende Pressemitteilung zeigt, dass es sich für unseren Kunden bisher gelohnt hat, diesen Weg zu gehen:

## ■ USABILITY PROCESS

### SOARIAN™ – USER CENTERED DESIGN

**F**or 2003, the Usability team can again look back on a year of successful collaboration with Siemens Med – Health Services – Clinical Systems (HC CS) on the *Soarian™* project, helping our customer well along the road toward implementing a holistic software solution.

A new hospital information system was first announced in October 2001. Then in a press release dated April 4, 2003, Frank Lavelle, former president and CEO of Siemens Medical Solutions Health Services Corporation at the time, was able to proclaim, "*Soarian™* is live!"

Frank Lavelle pointed out that *Soarian* represents a new category of software solutions. Whereas conventional information systems allow data to be entered, stored and retrieved, *Soarian™*, with its workflow management approach, is patient-centered over all stages of treatment and, in principle, allows all activities during a stay in hospital to be documented systematically and continuously. This enables hospitals to store their findings, retrieve them easily and quickly when needed instead of having to search and to rummage through various sources, and thus comply with best practices.

With this innovative Web-based software solution, Siemens Med was not only able to stand out thanks to features such as a workflow architecture, smart user interface and embedded analytics but also to hold its own in a tough market. The following press release shows that it has been worthwhile for our customer to take this approach:

Siemens Soarian™ Wins First Place at TEPR Awards

*Proven Outcomes Recognized With First Honors for Electronic Medical Record Systems*

**RELEASED:** May 27, 2003

**MALVERN, Pa.** - Siemens Medical Solutions announces that Soarian Cardiology – its healthcare information management solution that helps streamline workflow across the cardiology continuum – won the TEPR (Toward the Electronic Patient Record) 2003 Award for First Honors, in the Electronic Medical Record Systems for Small Hospitals category. Siemens received the award this month at the 19th Annual TEPR Conference and Exposition, based on the accomplishments of South Carolina Heart Center (SCHC), which is experiencing proven outcomes including improved clinical workflow and increased revenue using Soarian Cardiology.

Because of Soarian Cardiology's automated workflow capabilities and seamless integration of medical images with complete patient information, SCHC has dramatically reduced its cardiology report turnaround time of 24 to 48 hours to just minutes – making reports available immediately following a cardiac catheterization procedure. As a result, SCHC has been able to perform an average of one more procedure each day, while eliminating the need for report dictation. This improvement in clinical workflow will lead to an increase of \$720,000 in annual revenue.

"Because our customers' challenges are not going to diminish, workflow-optimizing tools like Soarian will help healthcare institutions thrive while providing the highest quality of care," continued Lavelle.

Soarian Cardiology leverages the workflow architecture and intuitive user interface of the Soarian healthcare information solution (HIS), and is designed to address the specific clinical, financial, and operational workflow challenges of the cardiac care team. Used departmentally or in conjunction with the enterprise-wide Soarian HIS, it provides a holistic solution to the cardiology professional and seamless, real-time integration with the complete electronic patient record. The system allows users to build a continuous, comprehensive electronic patient record that includes lab results, images, ECG, physiological waveforms, and documentation. Soarian Cardiology is a true data repository for cross-cardiology modality procedures that, combined with powerful data query tools, can help a cardiology department be aware of the quality of care across all cardiology procedures.

Die ursprünglichen Nutzungskontexte von *Soarian™*, also die Unterstützung von Station und Arztzimmer, werden bis zum heutigen Zeitpunkt kontinuierlich erweitert um Aspekte wie:

- Terminverwaltung (*Soarian™ Scheduling*)
- Ambulante Einrichtung
- Operationssaal (OP)
- Intensivstation
- u.a.

Neben *Soarian™ Cardiology* wurde nun auch *Soarian™ Scheduling* der Öffentlichkeit vorgestellt. Damit wurde eine Teillösung realisiert, die eine patientenbezogene Terminplanung und ein umfassendes Ressourcenmanagement ermöglicht. Auszug aus der Presseerklärung von Siemens Med vom 24. Juni 2003 vom "Healthcare Financial Management Association Annual National Institute Meeting" in Baltimore:

The original features of *Soarian™*, i.e. support for hospital departments and physicians' offices, are being expanded continuously to cover aspects such as:

- Scheduling
- Outpatients
- Operating rooms
- Intensive care units
- And more

*Soarian™ Scheduling* has now been launched, joining *Soarian™ Cardiology* in the marketplace. It is a solution module that supports patient-based scheduling and extensive resource management. Here is an extract from Siemens Med's press release dated June 24, 2003, on the Healthcare Financial Management Association Annual National Institute Meeting in Baltimore:

"(...) Soarian Scheduling is an enterprise patient scheduling and resource management solution that helps optimize the delivery of care services for each individual patient. Using a holistic approach, it synchronizes resources, processes and information to establish the framework for high-quality, efficient and seamless service delivery throughout the entire enterprise" ....

Die Übertragung des ganzheitlichen Ansatzes von *Soarian™* auf den Prozess der Terminplanung trägt nach Aussage von Wilfried Baldauf-Sobez, Group Vice President of Clinical Systems bei Siemens Medical Solutions Health Services Corporation, wesentlich dazu bei, den Patienten zur richtigen Zeit am richtigen Ort mit den richtigen Mitteln und Ressourcen versorgen zu können.

According to Wilfried Baldauf-Sobez, present group vice-president of Clinical Systems at Siemens Medical Solutions Health Services Corporation, the adoption of *Soarian's* holistic approach for the scheduling process is a major contribution to caring for patients at the right time, at the right place and with the right means and resources.

„By integrating clinical, financial, and administrative operations, Soarian Scheduling gives healthcare providers the tools they need to move beyond patient visits into customer relationships. Just as we expect Soarian to change the delivery of healthcare, we fully anticipate that Soarian Scheduling will set a new standard of personal service in healthcare.“

Das Workflow-Konzept verbindet Prozesse und Krankenhausabteilungen. Damit werden nahtlose Übergänge zwischen Diagnose-, Behandlungs- und Abrechnungsschritten möglich. Sichergestellt wird dies durch die ständige Verfügbarkeit aller notwendigen und aktuellen Informationen zum Patienten, die dem Nutzer durch das "smart user interface" zugänglich gemacht werden, basierend auf der jeweiligen Rolle und den damit verbundenen Aufgaben.

The workflow concept links processes and hospital departments and permits seamless transitions between the diagnostic, treatment and billing stages. All the latest information that is needed about a patient is constantly available and can be accessed readily by users thanks to the smart user interface based on roles and associated tasks.

"We expect that Soarian Scheduling will help us maximize our resources and provide even better service to our patients by having more complete clinical and financial information available when we book appointments" said Linda Reino, CIO of Universal Health Services, Inc. (UHS). "Soarian Scheduling will not only empower UHS to meet the demand for seamless, personalized service, it will also give us the tools to measure and continually improve it."

*Soarian™* stellt die Klammer für mehrere Teilprojekte dar, zu denen u. a. auch ein Projekt zum medizinischen Bereich Onkologie zählt. Für dessen reibungslose Integration in *Soarian™* müssen neue Dokumentationsarten entwickelt, existierende überarbeitet und in Konzepte und Prozesslandschaften integriert werden. Für das Jahr 2004 wurde die Fortführung der Zusammenarbeit zwischen dem

*Soarian™* now embraces several subprojects, including oncology. To ensure that this can be integrated smoothly in *Soarian™* it is necessary to develop new types of documentation and revise existing ones, and to integrate them in the concept and process landscape. The contract governing the continuation of collaboration between C-LAB's Usability team and Siemens Med in 2004



UsabilityTeam des C-LAB und Siemens Med bereits vertraglich vereinbart, die einige interessante Neuerungen beinhaltet.

Nach der erfolgreichen Einführung der Prozesse hat sich mittlerweile eine eigene Organisationseinheit, das Soarian User Interface (UI)-Team etabliert, um den Anforderungen dieses komplexen Projekts Rechnung tragen zu können. Erstmals wird ein Mitglied aus dem Usability-Team für einen längeren Zeitraum fest in das UI-Team bei Siemens Med in Malvern integriert. Die Entwicklung der UI-Spezifikationen besonders für die Pakete *Soarian™ ClinDoc* und *Soarian™ Treatment Plan* erfordert eine enge Zusammenarbeit mit den verschiedenen Beteiligten des Projektteams: Produktanalysten, Entwicklern, Designern, Software-Architekten.

C-LAB unterstützt bereits heute aktiv bei der Realisierung dieser beiden Pakete.

*Soarian™ ClinDoc* soll den Nutzern verschiedene Möglichkeiten bieten, medizinische Inhalte zu dokumentieren. Eines von mehreren neuen Modulen ist das sogenannte "Flowsheet".

has already been signed and entails some interesting new aspects.

Following successful introduction of the processes, a separate organizational unit, the Soarian User Interface (UI) team, has been set up to meet the needs of this complex project. For the first time a member of our Usability team will be integrated in the UI team at Siemens Med in Malvern for a longer period of time. Development of the UI specifications - especially for the *Soarian™ ClinDoc* and *Soarian™ Treatment Plan* packages - necessitates close cooperation with the various project team members - product analysts, designers, developers, and software architects.

C-LAB is already actively supporting the implementation of these two packages.

*Soarian™ ClinDoc* is intended to provide users with various ways of documenting medical content. One of several new modules is called Flowsheet.



Bild 3: Flowsheet

Fig. 3: Flowsheet

Mit diesem Modul können die medizinischen Werte eines Patienten über einen definierbaren Zeitraum hinweg tabellarisch erfasst und angezeigt werden.

This module makes it possible to enter and display a patient's medical data in tables over a definable period.

Parameter	08:15:00	18:30	08:00	08:00
Temp	38.2	38.4	38.2	38.3
BP	120/84	0	120/84	120/82
Pulse	72	75	73	68
Respiratory	1	1	1	1
SpO2	98	98	98	98
Diets	1	1	1	1
Wound Care	1	1	1	1
Weight Loss	1	1	1	1
Pain	1	1	1	1

**Bild 4:** Das Flowsheet zeigt die für eine medizinische Behandlung notwendigen Patientendaten übersichtlich und auf die Zeit bezogen

**Fig. 4:** The flowsheet clearly shows the patient data that is needed for medical treatment in relation to time.

Das Modul "Plan of Care" ist ein umfassendes Planungstool innerhalb von Soarian™ für alle Aktivitäten rund um Planung und Durchführung von Pflegemaßnahmen, verbunden mit einer ganzheitlichen Sicht auf den Patienten. Es bietet den Benutzern eine komplette Sicht auf das Krankheitsbild eines Patienten, auf dessen Pflegepläne und die dafür angesetzte Medikation. Alle Aktivitäten und Informationen zum Patienten werden systematisch dokumentiert.

Der Nutzer erhält neben der Übersicht zur derzeitigen Diagnose und zu den Pflegemaßnahmen auch einen schnellen Überblick über den gesamten Status des Patienten. Zusätzlich können mit "Plan of Care" neue Pflegepläne erstellt und bestehende Pläne erweitert bzw. verändert werden.

**Plan of Care**

- Diagnosis:** Biphasic GI&T J.
- Goals:**
  - Admission needs assessed needs
  - Little NRE
  - EE + H&A/C when target
- Assessments:**
  - Patient is comfortable w/ airway/ventilator management
  - Chronic Pain
  - Patient verbalizes acceptable level of pain relief + ability to engage in ADLs
- Interventions:**
  - Diagnosis: Provide education for education/education to have DM (A/P) when
  - Dietary consult
  - Admission/ admission + PT when in review
  - Stress management
  - Time + add up
  - Increase patient's knowledge of pain
  - Assess pt with completion of reading diary
  - Diagnosis: Admission/ pain relief (B/C) to (C/D)
  - Encourage pt to maintain health diary
- Outcomes:**
  - Diagnosis: 100% of visitor every week + when
  - Paper work done (assess) (C/D) (B/C) (A/P)
  - Diagnosis: Stress management
  - Visiting (day 1 day + 2 day)
  - Diagnosis: Full
  - PURCHASE assessment + B/C
  - Full assessment with (A/P)

**Bild 5:** Pflegeplan

**Fig. 5:** Plan of care

The Plan of Care module is an extensive planning tool within Soarian™ for all activities to plan and carry out care measures. It gives users a complete view of a patient's clinical picture, care

plans and the prescribed medication. All activities and information concerning the patient are documented systematically.

Bei Siemens Med ist der User Centered Design-Prozess nun im Projektplan des Gesamtprojekts festgeschrieben und Teil des Qualitätsmanagementsystem-Plans. Die Vorteile eines nach dem User Centered Design-Prozess entwickelten Systems liegen auf der Hand:

- Effiziente Gestaltung der Abläufe in Krankenhäusern
- Minimierung der Fehlerrisiken im Workflow
- Universelle Verfügbarkeit von aktuellen benötigten Daten und Informationen zum Patienten oder zum Tagesplan
- Metriken zur Effizienzbewertung
- Optimierung der Abrechnungsprozesse durch vollständige Daten

Das Projekt *Soarian™* geht nun in eine weitere entscheidende Phase. Der bestehende User Centered Design-Prozess soll formal in den bestehenden Solution Life Cycle von Siemens Med integriert werden. C-LAB wurde diese spannende Aufgabe übertragen, d.h. die über die Jahre der Zusammenarbeit gesammelten Erfahrungen sollen nun zusammengetragen, analysiert und systematisiert werden.

Eine der ersten Aufgaben wird darin bestehen, eine genaue Analyse des aktuellen Vorgehens im Prozess durchzuführen, wobei der Fokus auf dem Vergleich der bereits dokumentierten Subprozesse und der einzelnen Prozessschritte zum gelebten Prozess liegen wird. Aufgaben, Rollen, Artefakte, eingesetzte Methoden und Tools werden hierfür genau erfasst und ausgewertet. Besonders untersucht wird die laufende Zusammenarbeit der Produktanalysten mit dem UI-Team. Aus den Ergebnissen der Ist-Analyse sollen dann die Alternativen erarbeitet werden, die erläutern, wie der Solution Life Cycle um den User Centered Design-Prozess mit seinen Aktivitäten rund um das User Interface erweitert werden kann und welche konkreten Möglichkeiten zur formalen Integration bestehen.

Mit der Fortführung des Projekts, mit der uns Siemens Med beauftragt hat, sehen wir das umfassende Prozess-Know-how der Usability-Gruppe im C-LAB abermals bestätigt und gewürdigt.

**Kontakt:**

Dr. Barbara Majonica

In addition to seeing the overview of current diagnostic and care measures, users can quickly review the patient's overall status. It is possible to create new care plans and modify or extend existing ones with Plan of Care.

At Siemens Med, the user-centered design process has now been included in the plan for the overall project and is part of the company's internal quality management procedures. The advantages of a system developed on the basis of the user-centered design process are evident:

- Efficient engineering of workflows at hospitals
- Minimization of error risks in workflows
- Universal availability of data and information currently needed on the patient, or for daily plans
- Efficiency metrics
- Optimized billing processes thanks to complete data

The *Soarian™* project is now entering another crucial phase. The existing user-centered design process is due to be integrated formally in Siemens Med's existing solution life cycle, and C-LAB has been entrusted with this exciting task. We are to work out how this can be done exactly.

One of the first tasks will be the precise analysis of the current approach in the process, focusing on comparing documented subprocesses and the individual steps that make up a working process. Tasks, roles, artifacts and deployed methods and tools will be recorded and analyzed in depth. The current collaboration between product analysts and the UI team will be subject to special scrutiny. The results of analyzing the current situation will then be used to work out alternatives explaining how the solution life cycle can be extended by the user-centered design process with user interface activities, and which specific options are available for formal integration.

We regard this new challenging task from Siemens Med as confirmation and appreciation of the Usability group's extensive process know-how.

**Contact:**

Dr. Barbara Majonica

email:

Barbara.Majonica@c-lab.de





## PROJEKTÜBERSICHTEN

### ■ BUSINESS CHALLENGES

**D**ie Projekte im Bereich Business Challenges brachten im Jahr 2003 vor allem sehr viel Außenwirkung mit sich, da einige Projekte nunmehr sichtbare Ergebnisse erbrachten.

*VIP-RoaM* fand einen sehr erfolgreichen Abschluss; *AMIRE* konnte einen ersten Prototypen vorstellen; die Themen Informationsqualität, Collaboration und OpenSource zeigten sich als hochaktuelle Forschungsschwerpunkte, die gleichzeitig auch die aktuellen Diskussionen am Markt trafen.

So unterschiedlich die Themen auf den ersten Blick wirken, der Fokus ist seit der Gründung des Bereichs Business Challenges im Wesentlichen gleich geblieben: Das Identifizieren von Lösungsszenarien, die aktuelle Technologien und Konzepte effizient nutzen und benötigen sowie die Erarbeitung von entsprechenden Konzepten zur Lösung oft nicht-technischer Fragestellungen, die dem Einsatz innovativer Entwicklungen im Wege stehen können. Dies alles dient damit auch wesentlich der Nachhaltigkeit technischer Entwicklungen, insbesondere auch denen der Forschungsprojekte des C-LAB selbst.

#### VIP-ROAM – ROADMAP FÜR DIE VIRTUELLE PRODUKTENTWICKLUNG

*Vip-RoaM* schließt auf europäischer Ebene weiter an das 2002 abgeschlossene BMBF-Projekt *iViP* an. Ziel des im Juni 2003 abgeschlossenen EU-geförderten Projektes war es, eine strategische Roadmap für die virtuelle Produktentwicklung in der Automobil- und Flugzeugbauindustrie bis zum Horizont 2010 zu erstellen. Mit den Partnern Fiat CRF, EADS und Fraunhofer IPK wurden die Basisarbeiten und die Aufbereitung der gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen von Szenarien und einer Roadmap durchgeführt. Wichtig für den Erfolg war die breite Einbeziehung von Experten aus Forschung und Industrie in drei

## PROJECT OVERVIEW

### ■ BUSINESS CHALLENGES

**P**rojects handled by the Business Challenges unit have had a considerable external impact in 2003, mainly because some of them have now delivered visible results.

*VIP-RoaM* was brought to a very successful conclusion, and the *AMIRE* project resulted in an initial prototype. Information quality, collaboration and open source were hot research subjects fueled by discussions that are being held in the market.

Although the topics may seem varied at first sight, the focus has largely remained the same since the Business Challenges unit was set up: to identify solution scenarios that efficiently use and need current technologies and concepts, and to draw up concepts to resolve issues – frequently of a nontechnical nature – that can stand in the way of the use of innovative developments. This is also a major contribution to the sustainability of technical developments, including those from C-LAB's own research projects themselves.

#### VIP-ROAM – ROADMAP FOR VIRTUAL PRODUCT CREATION

*Vip-RoaM* was a follow-up on the European level to the *iViP* project that was sponsored by the German Ministry of Education and Research (BMBF) and completed in 2002. The goal of the EU-funded *VIP-RoaM* project, which concluded in June 2003, was to draw up a strategic roadmap for virtual product creation in the automotive and aerospace industries up to the horizon of 2010. Together with our partners Fiat CRF, EADS and Fraunhofer IPK, we carried out the basic work and dealt with the findings in scenarios and in a roadmap. An important factor for the success of this project was the participation of many experts from research institutions and industry in three workshops which ensured that the project had the neces-



Workshops, die die erforderliche Breite und Evaluation der intern entwickelten Konzepte sicherstellten.

Als erste Basis dienten Zukunftsszenarien, die in Workshops mit Experten diskutiert wurden, um Problembereiche und Anforderungen aus der Sicht der Industrie und heutiger Perspektive zu identifizieren und somit eine Sicht der Industrie fassbar zu machen. Parallel dazu wurden aus der Forschungsperspektive Forschungsfelder definiert, an denen derzeit intensiv gearbeitet wird. In der Roadmap wurde nun Industrie- und Forschungsinteresse abgestimmt und auf dieser Basis sieben zentrale Aktionsfelder definiert:

1. Structures for Networked Collaboration
2. Knowledge Based Engineering
3. Enhanced DMU
4. Requirement Handling/ Management/ Engineering
5. Change Management in the area of virtual product creation for mechatronical systems
6. Impact Prediction and Visualization
7. Meta Model for Product Creation

Zu diesen Aktionsfeldern wurden konkrete Handlungsschritte definiert. Sämtliche Ergebnisse sollen noch in diesem Jahr in Form eines Buches veröffentlicht werden.

Für das C-LAB besonders interessant war die Bearbeitung der Arbeitsfelder "Knowledge Management" und "Collaboration". Der Erfahrungsaustausch und der damit verbundene Wissenszuwachs konnte auch in anderen Projekten erfolgreich genutzt werden (siehe auch Beitrag Collaboration). So konnten dem SBS-Vertrieb zur Ansprache seiner Kunden im Automobilsektor die in *ViP-RoaM* entstandenen Szenarien zur Verfügung gestellt werden. Bei der Organisation, Durchführung und Moderation der Workshops und der Fragebogenaktionen konnte neben der inhaltlichen Arbeit im Projekt ein Netzwerk internationaler Experten auf dem Gebiet der (virtuellen) Produktentwicklung aufgebaut werden.



**Bild 6:** ViP-RoaM Workshop „Visions“ bei EADS in Paris

**Fig. 6:** ViP-RoaM workshop „Visions“ at EADS in Paris

sary scope and that the internally developed concepts are evaluated externally.

Future scenarios were discussed with experts at workshops, and formed the initial basis to identify problems and requirements from a business viewpoint and from a current perspective, and thus to provide a useful picture of industry. In parallel to this, areas were defined from a research perspective and intensive work was put into them. Business and research interests were harmonized in the roadmap, and seven central research areas were defined on this basis:

1. Structures for Networked Collaboration
2. Knowledge-Based Engineering
3. Enhanced DMU
4. Requirement Handling/Management/Engineering
5. Change Management in the Area of Virtual Product Creation for Mechatronical Systems
6. Impact Prediction and Visualization
7. Meta model for Product Creation

Specific steps were defined for these research areas. All results are due to be published in a book this year. It was especially interesting for C-LAB to work on the research areas knowledge management and collaboration. The exchange of experiences and the resultant gains in knowledge were used successfully in other projects, too (see the article on collaboration). For example, scenarios originating from *ViP-RoaM* were provided to SBS Sales to

## COLLABORATION FÜR BIOTECHNOLOGIE

*VirtoWeb* – ein BMBF-gefördertes Projekt – erarbeitet Anforderungen der Biotechnologie-Branche an eine Virtualisierung ihrer Kooperationsbeziehungen mit weiteren, hoch spezialisierten Partnern der Branche. Dabei steht die effiziente und flexible Prozessgestaltung sowie eine damit einhergehende Minimierung schnittstellenbedingter Reibungsverluste im Zentrum der Forschungsbemühungen. Konkrete Ergebnisse sollen definierte Prozesse der Kooperation und ihre Unterstützung durch eine geeignete Kooperationsplattform sein.

Die Vision von *VirtoWeb* ([www.virtoweb.de](http://www.virtoweb.de)) ist es, Kooperationen in der Branche eine deutlich verbesserte Interaktionsbasis zur Verfügung zu stellen, welche nicht aus den Möglichkeiten der Technik getrieben ist, sondern sich an den tatsächlichen Anforderungen der Branche orientiert. Ziel ist es, die zu gestaltende Kooperationsplattform auf Basis der erhobenen Branchenprozesse ad hoc einsetzbar zu machen. Dies ermöglicht ein zeitnahes Reagieren auf Marktchancen, die ohne eine zwischenbetriebliche Zusammenarbeit nur schlecht oder gar nicht zu ergreifen wären. Vor dem Hintergrund des pharmazeutischen Entwicklungsprozesses beziehen sich die in *VirtoWeb* verfolgten Optimierungsbestrebungen zudem auf eine unternehmensübergreifende sowie prozessorientierte Unterstützung der Projektdurchführung. Ein angestrebtes Ergebnis ist die Reduzierung der Zeit, welche ein neues Medikament von der ersten Wirkstofffindung bis zur Markteinführung benötigt, aber auch die Steigerung der Effizienz der Kombination von Kernkompetenzen. Auf diese Weise soll insbesondere für klein- und mittelständische Unternehmen ein Beitrag zur Erhaltung und Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit geleistet werden.

Neben dem Erkenntnistransfer in die Branche sowie mit den weiteren projektbeteiligten Partnern – Across Barriers, LabConsult und InterScience – ist ein direkter Austausch der Ergebnisse und die Nutzung der zu entwickelnden

address its customers in the automotive sector. The organization, implementation and moderation of workshops and the completion of surveys not only constituted work on the actual content of the project but also made it possible to set up a network of international experts in the field of (virtual) product creation.

## BIOTECHNOLOGY COLLABORATION

*VirtoWeb* is a BMBF-funded project that focuses on the biotechnology industry's requirements for virtualization of collaborative relationships with other highly specialized partners in the industry. Research work is focusing on efficient, flexible process engineering and associated efforts to minimize losses caused by friction at interfaces. The tangible results of this project will be defined collaborative processes and support for them by a suitable collaboration platform.

The vision of *VirtoWeb* ([www.virtoweb.de](http://www.virtoweb.de)) is to provide collaborations in the industry with a much better basis for interaction – one that is not driven by technological possibilities, but is instead oriented to the industry's actual requirements. The goal is to support ad hoc use of the collaboration platform that will be created on the basis of the identified industry processes. This makes it possible to respond quickly to market opportunities that could only be seized to a limited extent without intercompany collabora-

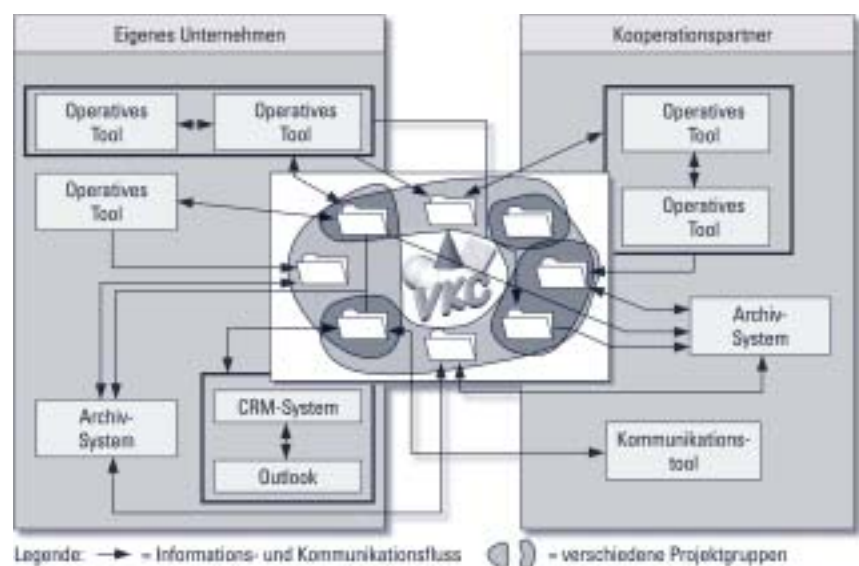


Bild 7: VKC als projektorientierte Collaboration-Plattform

Fig. 7: VKC as project-oriented collaboration platform



Technologie mit dem Schwesterprojekt *InVirto* geplant.

Die Arbeiten des ersten Jahres waren von der Anforderungserhebung und der Entwicklung eines Rahmenkonzeptes geprägt, das nun als Prototyp auf der Basis von VKC im C-LAB realisiert wird. Hierbei agiert VKC als Collaboration-Plattform zwischen den Partnern.

### AUGMENTED REALITY DURCH AUTORENSYSTEME

Das von der Europäischen Union im Rahmen des IST-Programms geförderte Projekt *AMIRE* stellt ein Autorensystem für Anwendungen der gemischten Realität („mixed reality“) bereit mit dem Ziel, dass Softwareprovider, IT-Abteilungen etc. auf der Basis des Open Source-Toolkits eigenständig Mixed Reality-Anwendungen erstellen für eine deutliche Verbesserung der nutzergerechten Information und Kommunikation. Hierbei werden virtuelle Objekte in reale, durch eine Videokamera bereitgestellte Szenen in Echtzeit so eingefügt, dass sie räumlich korrekt positioniert sind und so das reale Bild ergänzen. Dadurch



**Bild 8: Mixed Reality Animation in AMIRE**

**Fig. 8: Mixed reality animation in AMIRE**

wird ermöglicht, dass der Nutzer die Information, die er benötigt, direkt an dem Ort erhält, an dem er sie benötigt und dass dabei völlig neue Möglichkeiten der Informationsdarbietung präsentiert werden. Im Rahmen des Projekts wird eine Anwendung für das Training neuer Mitarbeiter in einer Ölraffinerie erstellt, bei dem z.B. ein „Hineinsehen“ in die Maschinen bzw. ein Darstellen der

tion, or even not at all. Against the backdrop of the pharmaceutical development process, the optimization efforts in *VirtoWeb* also relate to intercompany and process-oriented support for project implementation. One target is to reduce the time needed to launch a new medicine on the market, beginning with the analysis of the first active substance, and another is to increase the efficiency of the combination of core competencies. This is intended to help small and medium-sized businesses, in particular, to maintain and improve their competitiveness.

In addition to transferring knowledge to the industry there are plans to exchange results directly and use technology developed in the *InVirto* sister project in conjunction with the other *VirtoWeb* partners involved in the project – Across Barriers, LabConsult, and InterScience.

Work in the first year focused on identifying the requirements and developing a framework concept that is now being implemented as a prototype on the basis of *Virtual Knowledge Center (VKC)* at C-LAB. VKC acts as a collaboration platform between the partners.

### AUGMENTED REALITY THROUGH AUTHORING SYSTEMS

The *AMIRE* project, which is being sponsored by the European Union as part of the IST program, is developing an authoring system for mixed reality applications with the goal of allowing software providers, IT departments and the like to implement mixed reality applications on their own on the basis of an open source toolkit in order to improve user friendly information and communication. Virtual objects are inserted in real-time into real scenes provided by a video camera in such a way that they are positioned correctly and thus supplement the real picture by virtual elements. This enables users to get the required information directly where it is needed, and allows information to be presented in completely new ways. In the course of the project an application will be developed to train new employees at an oil refinery where, for example, it is possible to "peek into" the machines, and present the structure to supplement and partially replace conventional (and costly) training.

The second application to be developed with the *AMIRE* authoring system will be for the Guggenheim Museum in Bilbao, where the goal is to stimulate museum visitors by presenting information in a brand new way. For

Struktur erreicht wird, was konventionelle (und kostspielige) Schulungen ergänzen und zum Teil ersetzen kann.

Die zweite Anwendung wird für das Guggenheim-Museum in Bilbao mit dem *AMIRE*-Autorensystem erstellt. Hier ist es das Ziel, Museumsbesucher mit einer völlig neuen Art der Präsentation von Informationen zu begeistern. Dazu wird in das reale Kunstobjekt z. B. virtuell der Prozess seiner Entstehung eingeblendet. Gemischte Realität ist also immer dann unschlagbar, wenn die Objekte nicht physisch verändert werden können; sei es, weil sie nicht abschaltbar sind (Raffinerie) oder weil sie Unikate (Museum) sind.

Das Autorensystem von *AMIRE* basiert auf Komponenten, die von einem Designer ähnlich wie bei anderen grafischen Programmen zu Szenen zusammengefügt und positioniert werden können. Damit ist es erstmalig möglich, dass die Anwender selbst Szenen gemischter Realität in direkter visueller Kontrolle erstellen können.

Das *AMIRE*-Projekt hat erfolgreich den ersten Teil, die Erstellung der Basisversion des Autorensystems, abgeschlossen. Das Bild zeigt einen mit *AMIRE* erstellten Ausschnitt aus einer Animation eines Ölventils. In dem *AMIRE*-Projekt stellt das C-LAB durch eine Datenbank mit sog. MR-GEMS eine Sammlung von Basistechniken und -programmen bereit (<http://amire.c-lab.de>), die im Rahmen der Entwicklung des *AMIRE*-Autorensystems und seiner Komponenten als „mixed reality“ relevant angesehen wurden. Außerdem betreut das C-LAB die Marktausrichtung der Ergebnisse durch Marktanalysen und Anforderungsszenarien, die die Vermarktungsstrategien gestalten sowie auch den Transfer und die Verbreitung der Ergebnisse des Forschungsprojekts prägen.

### INFORMATIONQUALITÄT IM INTERNET

Ob e (electronic)-, m (mobile)- oder c (collaborative)-business – die Qualität der zugrunde liegenden Informationen ist ein wesentlicher Faktor. Die Arbeit in diesem Themenfeld konzentriert sich auf die Bewertung und Wirkung der Informationsqualität im Medium Internet. Wichtige Informationsqualitätskriterien sind beispielsweise die Wahrheit, Glaubwürdigkeit, Relevanz, Aktualität von Informationen sowie die Zugriffsmöglichkeit. Informationen von hoher Qualität können den Informationsnutzern wichtige Hinweise für ihre Entscheidungen geben. Informationen schlechter Qualität können dagegen einen negativen

example, the real object of art is enriched with virtual elements of its creation process. Mixed reality is unbeatable whenever it is impossible to change the objects physically either because they cannot be shut down (oil refinery) or because they are unique items (museum).

The *AMIRE* authoring system is based on components that can be combined and positioned by a designer to form scenes in a similar way to other graphics programs. And, for the first time, it is possible for users to create mixed reality scenes with direct visual control.

The first part of the *AMIRE* project – the development of the basic version of the authoring system – has been concluded successfully. The figure shows a section of an oil valve animation that has been created with *AMIRE*. In the *AMIRE* project, C-LAB is providing a collection of basic technologies and programs through a database with so-called MR-GEMS (<http://amire.c-lab.de>) that were considered to be relevant for mixed reality during development of the *AMIRE* authoring system and its components. C-LAB is also making sure that the results of this research project are oriented to the market by means of market analyses and requirements scenarios that shape marketing strategies, and is also in charge of the exploitation and dissemination of the results.

### INFORMATION QUALITY ON THE INTERNET

The quality of the underlying information is a key factor for business in its varied manifestations – electronic (e-), mobile (m-) or collaborative (c-) business. Our work in this area is focusing on assessing the quality of information on the Internet and its effect. Important criteria for assessing information quality include, for example, validity, credibility, relevance, timeliness of information and accessibility. High-quality information can provide users with important details when they need to make decisions. Low-quality information, on the other hand, can have a negative impact on the decision-making process. Information quality criteria form the basis for the three research issues that were examined:

- (1) How do Internet users deal with information whose quality they cannot assess themselves?
- (2) In what situations do providers of information aim for maximum information quality, and when are they able to gain a competitive advantage from poor information?
- (3) What are the characteristics of high-quality informa-

Einfluss auf die Entscheidungsfindung nehmen. Die erzielten Informationsqualitätskriterien bilden die Grundlage für drei bearbeitete Forschungsfragen:

- (1) Wie gehen Nutzer des Internets mit Informationen um, deren Qualität sie nicht selbstständig bewerten können?
- (2) In welchen Situationen streben die Bereitsteller von Informationen eine möglichst hohe Informationsqualität an und wann ist es ihnen möglich, durch schlechte Informationen im Wettbewerb einen Vorteil zu erzielen?
- (3) Was sind Merkmale qualitativ hochwertiger Informationen und wie können sie durch automatische Informationsrecherche identifiziert werden?

Insbesondere diese dritte Fragestellung ist eine fruchtbare Schnittstelle zwischen der wirtschaftswissenschaftlichen bzw. informationsökonomischen und der informationstechnischen Kompetenz im C-LAB. Konkret bedeutet dies, dass die ökonomischen Erkenntnisse bei der technischen Weiterentwicklung von bestehenden Rechercheagenten Berücksichtigung finden.

## OPEN SOURCE

Open Source konnte in diesem Jahr zu einem breiteren Themenfeld entwickelt werden. Ergänzend zu den technischen Aktivitäten anderer C-LAB-Bereiche konnten wesentliche nicht-technische Fragestellungen im Projekt *NOW* bearbeitet werden.

In dem vom BMBF finanzierten Forschungsprojekt *NOW „Nutzung des Open Source-Konzepts in Wirtschaft und Industrie“*, das im Oktober 2002 begonnen hat, wurden die Arbeiten zusammen mit den Partnern Technische Universität München, Siemens Corporate Technology und 4Soft im Jahr 2003 fortgeführt (Website: <http://now.c-lab.de>; Portal: <http://now-portal.c-lab.de>). Ziel des Projekts ist es, die heutigen Besorgnisse und Ressentiments in deutschen Unternehmen hinsichtlich Open Source zu untersuchen und Lösungskonzepte zu erarbeiten.

Hierdurch konnte ein breites Spektrum von Fragen, von Lizenzen bis zu Geschäftsmodellen im Spannungsfeld zwischen Softwareentwicklung und -nutzung diskutiert werden. Das breite Feld der relevanten Fragestellungen wurde in einem umfangreichen Report zusammengestellt, der auf breite Resonanz gestoßen ist (<http://www.c-lab.de/reports/>). Da das Thema Open Source aktuell von breitem Interesse ist, konnten vielfältige Kontakte und Zusammen-

tionen, und how can they be recognized by automatic information searches?

The third question, in particular, requires fruitful interaction between economic/business skills and information management/technology skills at C-LAB. Specifically, this means that economic and business findings are taken into consideration when existing search agents are enhanced.

## OPEN SOURCE

Open source evolved into a broader topic this year. Major nontechnical issues were dealt with in the *NOW* project as a supplement to the technical activities of other C-LAB units.

Our work on the *NOW* research project "*Utilization of Open Source Concept in Business and Industry*", which is being financed by BMBF and began in October 2002, continued in 2003 in collaboration with our partners – the Technical University of Munich, Siemens Corporate Technology and 4Soft (Website: <http://now.c-lab.de>; portal: <http://now-portal.c-lab.de>). The goal of the project is to examine current concerns and resentments at German companies concerning open source and to work out concepts for solutions.

This gave rise to a discussion of a broad range of issues, extending from licenses to business models, in the area of conflict between software development and utilization. The big variety of relevant issues were compiled in an extensive report that has met big response (<http://www.c-lab.de/reports/>). The subject of open source (OS) is currently attracting great interest, so it was possible to establish a wide variety of contacts and collaborations. For example, legal issues were examined in cooperation with the Chair for Private, Business and Media Law under Prof. Barton (University of Paderborn) and also analyzed as part of a diploma thesis.

Knowledge-based collaborative processes – as are typical for open source software (OSS) – were investigated in the course of another diploma thesis using the example of the development of Compiere. A dissertation has also begun, which looks at OSS from the viewpoint of the property rights theory, as a possible approach to examine the varied heterogeneous aspects involved and their relationships.

Key aspects of our work toward the end of the year

arbeiten aufgebaut werden. So wurden rechtliche Fragestellungen in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Privat-, Wirtschafts- und Medienrecht von Prof. Dr. Barton (Universität Paderborn) untersucht und zusätzlich auch im Rahmen einer Diplomarbeit analysiert.

Wissensbasierte Kooperationsprozesse – wie sie für OSS (Open Source Software) typisch sind – wurden im Rahmen einer weiteren Diplomarbeit am Beispiel der Compiere Entwicklung untersucht. Als ein möglicher Ansatz, die vielfältigen heterogenen Aspekte und ihre Zusammenhänge zu untersuchen, wurde eine Dissertation zur Untersuchung von OSS aus Sicht der Property Rights Theorie begonnen.

Zentral für die Arbeiten zum Jahresende war zum einen die Erarbeitung erster Ansätze zu einer strukturierten Betrachtung der Geschäftsoptionen und Geschäftsmodelle im Bereich OSS. Zum anderen wurde eine Checkliste für die Veröffentlichung von Open Source Software erarbeitet.

Forschungseinrichtungen wie die Universität Paderborn oder das C-LAB entwickeln im Rahmen von Forschung und Lehre in einer Vielzahl von Themenfeldern Software verschiedenster Art. Um diese Ergebnisse der Öffentlichkeit zugänglich zu machen, bietet es sich als naheliegende Möglichkeit an, diese mittels kommerzieller Geschäftsmodelle auf dem Softwaremarkt zu veräußern. Der Transfer dieser Software in kommerziell nutzbare Anwendungen stellt die Verantwortlichen aber regelmäßig vor unlösbare Aufgaben. Kommerzielle Anwender können Forschungsprototypen nicht direkt in kommerziell verwertbare Anwendungen überführen bzw. scheuen den Aufwand. Andererseits können Universitäten den Aufwand der wirtschaftlichen, nutzbaren Bereitstellung und erst recht eine eigene Vermarktung nicht leisten. Hier bieten sich Ansatzpunkte für die Open Source-Idee.

So wurde ein generisches Vorgehensmodell für die Veröffentlichung von Forschungsprototypen in Form einer konkreten Checkliste entwickelt, das aber nicht nur für diesen Bereich nutzbringend angewandt werden kann. Auch privatwirtschaftlich entwickelte Software kann mittels dieses Vorgehensmodells in den Status einer Open Source Software überführt werden, beispielsweise wenn sie das Ende ihres Produktlebenszyklusses erreicht hat, eine Weiterentwicklung unter proprietären Bedingungen nicht zielführend erscheint oder von Beginn an ein breites Peer Review angestrebt wird.

**Kontakt:** Dr. Heidi Hohensohn

were to develop initial approaches to a structured view of business options and models in the OSS area on the one hand, and to prepare a checklist on the open source release on the other hand.

Research institutions such as the University of Paderborn and C-LAB are developing all kinds of software in a variety of areas as part of their research and teaching activities. The most obvious way of making the results available to the public is to sell them on the software market as commercial business models. Transferring such software to commercially usable applications, though, regularly confronts those involved with insoluble problems. Commercial users either cannot transfer research prototypes directly to commercially usable applications or they shun the effort that this would entail. Universities, on the other hand, cannot afford the expense of providing such software for commercial use, and certainly not of marketing it on their own. This is where the open source idea can come in.

A generic procedural model was developed in the form of a specific checklist to publish research prototypes. However, this model can be used profitably for many areas. Software that has been developed by businesses can also be turned into open source software by means of the procedural model that has been developed – for example, when software has reached the end of its product lifecycle, or when it does not seem appropriate to continue developing it under proprietary conditions, or when broad peer review is desired from the very beginning.

**Contact:**

Dr. Heidi Hohensohn

email:

Heidi.Hohensohn@c-lab.de





## ■ ADVANCED DESIGN TECHNOLOGIES

**D**ie Gruppe Advanced Design Technologies (ADT) entstand als Nachfolge der Gruppe VIS im Zuge einer schon seit längerem vollzogenen Neuausrichtung. 2003 waren die Schwerpunkte von ADT die Generierung von grafisch interaktiven Benutzungsoberflächen, interaktive 3D-Animation und -Illustration, sowie Sprachen und Werkzeuge zur Systemspezifikation und -verifikation. Die Anwendungsbereiche dieser Arbeiten reichen von der Heimautomatisierung (VHELAB) [1] und Produktionsautomatisierung bis zu Schaltkreisentwurf und multimedialer Systemillustration. Darüber hinaus wirkte ADT maßgeblich an internationalen Projekten in den Bereichen Beweisbasierter Systementwurf, Augmented Reality (AR) und Kollaborative Entwurfsumgebungen mit. Der folgende Überblick präsentiert die wichtigsten Arbeiten auf den Gebieten der Beschreibung und Verifikation von Fertigungssystemen und deren multimedialer Illustration, der automatischen Umsetzung von Informationen auf multimodale Benutzungsschnittstellen sowie neue Ansätze im Bereich sicherer, verteilter, kollaborativer Entwurfsumgebungen.

Arbeiten im Bereich der interaktiven Verifikation wurden in dem von der DFG geförderten Projekt *GRASP* (Grafische Spezifikation und Echtzeitverifikation von Produktionsautomatisierungssystemen) durchgeführt. Ziel des Projekts ist, die Akzeptanz der formalen Methode der Echtzeit-Modellprüfung (Real-Time Model Checking) im ingenieurwissenschaftlichen Umfeld zu erhöhen. Zur Modellierung dient die grafische Beschreibungsmethode *MFERT* (Modell der Fertigung), die am Lehrstuhl von Prof. Dangelmaier am Heinz-Nixdorf-Institut entwickelt wurde (vgl. Bild 1).

Zur Verifikation wurde untersucht, wie zustandsorientierte *MFERT*-Diagramme bzw. zeitbehaftete StateCharts in das Eingabeformat des Verifikationswerkzeugs RAVEN der

## ■ ADVANCED DESIGN TECHNOLOGIES

**C**-LAB's Advanced Design Technologies (ADT) group was set up as the successor to the VIS group in the course of a process of reorientation that has been going on for some time. In 2003, ADT focused on the generation of interactive graphical user interfaces, interactive 3D animation and illustration, as well as languages and tools for system specification and verification. Applications extend from home automation (VHELAB) [1], manufacturing automation, and circuit design to multimedia system illustration. In addition, ADT played a major part in international projects for Proven-System Design, Augmented Reality (AR), and Collaborative Design Environments. The following overview presents key activities in the areas of description, verification, and multimedia illustration of manufacturing systems, automatic translation of information for multimodal user interfaces, and new approaches to secure, distributed, collaborative design environments.

Work on interactive verification was carried out in the *GRASP* project (Graphical Specification and Realtime Verification of Production Automation Systems), which is funded by the German Research Association (DFG). The goal of this project is to increase acceptance of the formal method of real-time model checking in engineering environments. The graphical description method *MFERT*, which was developed by Prof. Wilhelm Dangelmaier and his group at the Heinz Nixdorf Institute, was used for modeling (see Fig. 1).

We examined how state-oriented *MFERT* diagrams and time-annotated StateCharts can be translated into the input format of the RAVEN model checker from the University of Tübingen with a focus on efficient verification at runtime. A temporal OCL extension (Object Constraint Language of the UML), which has meanwhile attracted considerable international attention, was defined to speci-

Universität Tübingen zur lauffzeit-effizienten Verifikation umgesetzt werden können. Zur Spezifikation von Echtzeiteigenschaften im Umfeld von zustandsorientierten Systemen wurde eine mittlerweile international beachtete temporale, zustandsorientierte Erweiterung von OCL (Object Constraint Language der UML) definiert. Diese Erweiterung erlaubt insbesondere die Formulierung von Aussagen über zeitbehaftete Zustände von StateCharts und *MFERT*-Diagrammen. Temporale OCL-Ausdrücke können automatisch in temporallogische Formeln übersetzt werden und sind damit auf ihre Gültigkeit im Kontext von *MFERT*-Diagrammen und StateCharts formal durch das Verifikationswerkzeug *RAVEN* überprüfbar. Zur Integration mit weiteren Verifikationswerkzeugen wurden diese Arbeiten im Zuge des Förderprojekts *PUSSEE* zur kombinierten Anwendung mit formaler Verfeinerung auf Basis der Spezifikationssprache B zur Verfeinerung von zeitbehafteten endlichen Automaten weitergeführt.

Um Produktionsautomatisierungssysteme besser intuitiv analysieren zu können, werden *MFERT*-Modelle durch einen virtuellen 3D-Prototypen animiert. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn bei der formalen Verifikation eine Eigenschaftsverletzung nachgewiesen wird. Ein entsprechender Beispieldurchlauf, der zu einer Situation führt, in der die einzuhaltende Eigenschaft nicht gilt, ist anhand des virtuellen 3D-Prototypen intuitiv nachzuvollziehen. Hierzu wurde in einer Fallstudie ein flexibles Produktionssystem mit freifahrenden Transportfahrzeugen in einer virtuellen 3D-Umgebung untersucht, wobei das von ADT entwickelte i4D-System zur effektiven Animation verwendet wurde. In diesem Umfeld wurde ein System zur simulationsbasierten Animation von virtuellen 3D-Model-



Bild 10: Simulationsbasierte 3D-Animation

Fig. 10: Simulation-based 3D animation

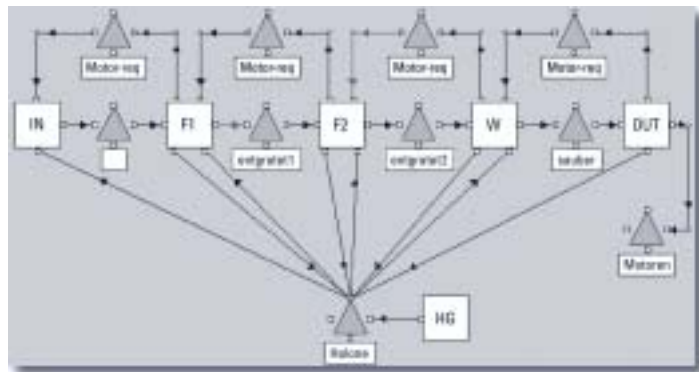


Bild 9: MFERT-Modell der durchgeführten Fallstudie

Fig. 9: MFERT Model of the Case Study

fy real-time properties of state-oriented systems. This extension supports, in particular, the formulation of properties on time-annotated states of StateCharts and *MFERT* diagrams. Temporal OCL expressions can be translated automatically into temporal logical formulae and *RAVEN* can therefore verify State Charts formally as regards their validity with respect to a given *MFERT* diagram. Considering integration with other verification tools, this work was carried out as part of the funded *PUSSEE* project in combination with formal refinement on the basis of the B specification language to refine time-annotated finite state machines.

To be able to analyze production automation systems more intuitively, *MFERT* models are animated by means of virtual 3D prototypes. This is especially useful when a property violation is found in the course of formal verification. A sample run that leads to a situation in which the property is violated can be understood more intuitively based on the virtual 3D prototype. For this purpose, a flexible production system with automated guided transport vehicles was examined in a simulation-based virtual 3D environment using the i4D system that ADT developed for effective animation. Based on formal means, the coupling of SystemC with VR-based 3D models was investigated (see Fig.2). We also worked on SystemC standardization by contributing to the SystemCV2.0 Language Reference Manual (LRM) and by examining SystemC-based methods and applications. Among other things, the work of several European groups from academia and industry on SystemC was compiled in a book and published together [2].

As far as interactive 3D illustrations are concerned, we intensified our work on augmented reality and virtual pro-

len entwickelt. Hier wurden Untersuchungen zur semantikkbasierten Kopplung eines SystemC-Simulators zur Ansteuerung VR-basierter 3D-Modelle durchgeführt (vgl. Bild 10). Im Kontext von SystemC fanden Arbeiten zur Standardisierung durch Mitarbeit am SystemC V2.0 LRM (Language Reference Manual) sowie der methodischen Anwendung von SystemC statt. Ferner wurden unter anderem die Ergebnisse mehrerer europäischer Arbeitsgruppen aus Forschung und Industrie hinsichtlich der methodischen Anwendung von SystemC zusammengetragen und gemeinsam als Buch herausgegeben [2].

Die Arbeiten im Bereich interaktiver 3D-Illustrationen wurden bzgl. Augmented Reality und Virtual Prototyping ausgebaut und vertieft. Interaktive 3D-Illustrationen sind multimediale Anwendungen, die die Möglichkeiten von Animation, Interaktion und 3D-Grafik zur Präsentation komplexer dynamischer und räumlicher Zusammenhänge nutzen. Dabei werden Illustrationstechniken gezielt eingesetzt, um die zu kommunizierenden Inhalte möglichst klar und eindeutig darzustellen und Benutzern Hilfestellung bei der Interaktion mit den präsentierten Inhalten zu geben. Anwendungen finden sich insbesondere in den Bereichen Präsentation, Training und Lehre. Ein im C-LAB entwickelter Entwurfsprozess und unterstützende Werkzeuge wurden erfolgreich zur Entwicklung klassischer 3D-Illustrationsanwendungen eingesetzt und die Einsatzmöglichkeiten auf die Forschungsgebiete *Mixed Reality* (MR) und *Augmented Reality* (AR) erweitert, wo reale Umgebungen mit zusätzlichen Informationen angereichert werden. Praktische Anwendung finden die entwickelten Technologien darüber hinaus zur Darstellung komplexer Zusammenhänge im Virtual Prototyping mechatronischer Systeme, welche im SFB 614 validiert wurden.

Im Bereich von interaktiven Benutzungsschnittstellen wurde eine Systemarchitektur für multimodale und kontextsensitive Umgebungen erarbeitet und prototypisch für das Siemens Mobiltelefon M55 implementiert (vgl. Bild 11). Dabei wurden erste Ansätze für ein

totyping. Interactive 3D illustrations are based on multimedia applications that make use of animation, interaction, and 3D graphics to present complex dynamic and spatial relationships. Illustration technologies are deployed specifically to represent the communicating content as clearly as possible and to provide users with help in their interaction with the presented content. Fields of use lie in presentation and training, in particular. A design process that was devised at C LAB and supporting tools were deployed successfully to develop classic 3D illustration applications, and their scope was extended to research into Mixed Reality (MR) and Augmented Reality (AR), where real environments are enriched with additional information. The technologies that have been developed are also applied to represent complex relationships in the virtual prototyping of mechatronical systems that were validated in SFB 614.

In our work on interactive user interfaces, we defined a system architecture for multimodal and context-sensitive environments and implemented it as a prototype for the Siemens M55 mobile phone (see Fig. 11). We developed initial approaches to profile management that can be used as a basis to select different user interfaces, depending on the situation involved. An XML-based dialog description language for PDAs and mobile phones was developed in J2ME to define multimodal dialogs. Work is in progress on the transformation of XML- and HTML-based descriptions with the aid of the Language for Tree Transform-

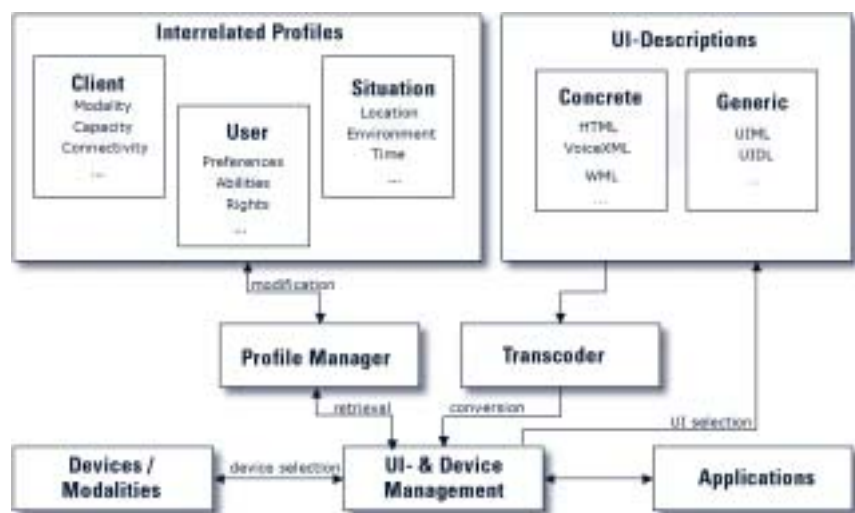


Bild 11: Adaptive Systemarchitektur zur Verwaltung von multimodalen Benutzungsschnittstellen

Fig. 11: Adaptive system architecture for the transcoding of multimodal user interfaces



Profilmanagement entwickelt, auf dessen Basis sich unterschiedliche, der Situation angepasste Benutzungsschnittstellen auswählen lassen. Zur Beschreibung von multimodalen Dialogen wurde eine XML-basierte Dialogbeschreibungssprache für PDAs und Mobiltelefone unter J2ME entwickelt, während eine Transformation von XML- bzw. HTML-basierten Beschreibungen durch die in dieser Arbeitsgruppe entwickelte Sprache RDL/TT (Rule Definition Language for Tree Transformation) erfolgt.

Im Zuge des Förderprojekts *E-COLLEG* wurden im europäischen Projektverbund neue Peer-to-Peer-basierte Ansätze für ingenieurbasierte kollaborative, verteilte Entwurfsumgebungen untersucht. Zum effizienten intranet-übergreifenden Austausch von Entwurfsdaten wurde *ANVS* (Advanced Network Transport Service) entwickelt. *ANVS* implementiert einen sicheren Peer-to-Peer-basierten Entwurfsdaten- und Dokumentenaustausch auf Basis eines SOAP-Servers und einer XML-Verschlüsselung. Weitere Arbeiten umfassten hier die gemeinsame Anwendung von JXTA zum Instant Messaging und zur Fernsteuerung und -kontrolle von Entwurfswerkzeugen.

Arbeitsergebnisse aller durchgeführten Projekte flossen im Berichtszeitraum in Vorlesungen, Publikationen und Dienstleistungen ein. In den Projekten fanden diverse Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnern aus dem industriellen und akademischen Umfeld statt. Intensivere Zusammenarbeit gab es mit Prof. Cheok (National University of Singapore) und Prof. Bhatt (Indian Institute of Information Technology at Bangalore) im Zuge längerer Forschungsaufenthalte.

Des Weiteren war ADT im Jahre 2003 leitend an der Organisation und Durchführung mehrerer nationaler und internationaler Workshops und Konferenzen beteiligt. Hervorzuheben sind hier: Challenges in Collaborative Engineering (CCE'03, Poznan), Forum of Description Languages (FDL'03, Frankfurt), Design Automation and Test in Europe (DATE '03, München; DATE '04, Paris), 2nd IEEE ARToolkit Workshop (ART03, Tokio), IUI Interfacing Autonomic Systems Workshop (IAS04, Funchal).

Nähere Informationen zu weiteren Arbeiten finden Sie unter: <http://www.c-lab.de/vis>

**Kontakt:**

Dr. Wolfgang Müller

mation (RDL/TT) that the ADT group developed.

New peer-to-peer approaches to collaborative, distributed engineering environments were examined in a networked European project named *E-COLLEG*. The Advanced Network Transport Service (*ANVS*) was developed to exchange design data efficiently across intranets. *ANVS* implements secure, peer-to-peer exchange of design data and documents on the basis of a SOAP server and XML encryption. Other work in this area covered joint use of JXTA for instant messaging and remote monitoring and control of design tools.

In the period under review, results of the work that we carried out on all projects were incorporated in presentations, publications, and services. The projects involved various collaborations with national and international partners from industry and academia. More intense cooperation took place with Professor Cheok (National University of Singapore) and Professor Bhatt (Indian Institute of Information Technology at Bangalore) in the course of longer research residencies.

Furthermore, ADT managed the organization and implementation of several national and international workshops and conferences. In 2003 they included, in particular, Challenges in Collaborative Engineering (CCE '03, Poznan), Forum of Description Languages (FDL '03, Frankfurt), Design Automation and Test in Europe (DATE '03, Munich; DATE '04, Paris), 2nd IEEE ARToolkit Workshop (ART '03, Tokyo), and IUI Interfacing Autonomic Systems Workshop (IAS' 04, Funchal).

You can find more information on our work at: <http://www.c-lab.de/vis>

[1] [www.c-lab.de/vhelab](http://www.c-lab.de/vhelab)

[2] W. Müller, W. Rosenstiel, J. Ruf (eds.): *SystemC – Methodologies and Applications*, Kluwer, 2003.

**Contact:**

Dr. Wolfgang Müller

email:

[Wolfgang.Mueller@c-lab.de](mailto:Wolfgang.Mueller@c-lab.de)

## ■ ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER

### BARRIEREFREIE PRODUKTE HELFEN ALLEN NUTZERN

**D**as Accessibility Competence Center (ACC) berät bei der barrierefreien Gestaltung von Produkten und Diensten. Wir helfen unseren Kunden, die besonderen Anforderungen von älteren und behinderten Menschen an Alltagsprodukte sinnvoll und wirtschaftlich zu berücksichtigen. Dabei gilt es einerseits, ein Produkt so zu gestalten, dass es von möglichst vielen Menschen genutzt werden kann (Design for all), andererseits, wenn entsprechende Maßnahmen nicht sinnvoll machbar sind, Schnittstellen bereitzustellen, die die Nutzung mittels spezieller Hilfsmittel erlauben.

#### WARUM "DESIGN FOR ALL"?

In Deutschland leben z.Zt. mehr als 8 Millionen Menschen mit Behinderungen. 23% der Bevölkerung sind älter als 60 Jahre, wobei diese Zahl bis 2050 auf ca. 50% anwachsen wird. Ab 2025 werden mehr Menschen über 70 Jahre als unter 20 Jahre alt sein! Alter und Behinderungen stehen in engem Zusammenhang, denn zu mehr als 85% sind Krankheiten die Ursache für eine Behinderung.

Für ältere und behinderte Menschen eröffnen sich durch die Informations- und Kommunikationstechnik neue Möglichkeiten der Teilhabe am gesellschaftlichen Leben. Internet, mobile Kommunikation, moderne Haushaltsgeräte und ein barrierefreier öffentlicher Personen(nah)verkehr verbessern die Lebensqualität für Menschen mit Behinderungen. Durch entsprechend gestaltete Produkte können bestehende Einschränkungen teilweise sogar kom-

## ■ ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER

### ACCESSIBLE PRODUCTS HELP ALL USERS

**C**-LAB's Accessibility Competence Center (ACC) provides advice on designing accessible products and services. We help our customers implement the special requirements of elderly and disabled persons for mainstream products in a reasonable and economical manner. On the one hand, products need to be designed in such a way that they can be used by as many people as possible (the "design for all" principle). On the other hand, if certain measures cannot be carried out reasonably, it is necessary to provide interfaces that enable the products to be used with assistive devices.

#### WHY DESIGN FOR ALL?

There are currently more than 8 million disabled persons living in Germany. 23% of the population is older than 60 and, by 2050, this figure is due to rise to about 50%. By 2025, there will be more inhabitants over 70 years of age than under 20! Age and disability are closely related because more than 85% of disabilities are caused by illness.

Information and communication technologies have opened up new possibilities to allow elderly and disabled persons to take part in society. The Internet, mobile communications, modern household appliances and accessible public transportation have improved the quality of life for the disabled. Accessible products can even compensate for existing restrictions in some cases. For instance, persons with reduced mobility can shop or deal with public authorities more conveniently over the Internet.

pensiert werden. So kann der tägliche Einkauf oder die Erledigung von Behördengängen über das Internet bei eingeschränkter Mobilität der bequemere Weg sein.

Mit der alltäglichen Benutzung dieser Angebote und Produkte steigt jedoch dann, wenn diese nicht barrierefrei sind, die Gefahr der Ausgrenzung behinderter und älterer Menschen. Immer mehr Produkte und Dienstleistungen werden entworfen, ohne auf die Barrierefreiheit zu achten. Dadurch steigt die Gefahr der Ausgrenzung sowohl älterer als auch behinderter Menschen.

Behinderte Menschen können nur durch Integration ihre Begabung und Kreativität ausleben. Auch das Marktpotenzial dieser Bevölkerungsgruppe sollte nicht unberücksichtigt bleiben.

Gesamtgesellschaftlich entstehen durch fehlende Möglichkeiten, ein weitgehend selbstständiges und eigenbestimmtes Leben bis ins hohe Alter zu führen, erhebliche Folgekosten. Konsequenterweise wurde darauf auf politischer Ebene reagiert. Im Behindertengleichstellungsgesetz vom 1. Mai 2002 hat die Bundesregierung das Erfordernis der Barrierefreiheit geregelt. Auch die Europäische Kommission trägt im von ihr ausgerufenen „Jahr der Menschen mit Behinderungen 2003“ auf unterschiedlichen Ebenen diesen Anforderungen Rechnung.

In den letzten Jahren hat sich ein Paradigmenwechsel von der Fürsorge zum selbstbestimmten Leben vollzogen. Heute entsteht eine Generation anspruchsvoller älterer oder behinderter Menschen, die selbstverständlich fordert, dass alle technischen Errungenschaften, mit denen sie zuvor z.B. im Beruf vertraut waren, auch weiterhin genutzt werden können. Im Einzelfall kann die mangelnde Berücksichtigung älterer und behinderter Menschen sogar eine Diskriminierung bedeuten. Die barrierefreie Gestaltung von Produkten und Diensten bedeutet im Übrigen nicht nur, dass Hindernisse, die die Benutzung durch behinderte und ältere Menschen erschweren, beseitigt werden müssen, sondern auch dass alternative Bedienkonzepte und Informationspräsentationen hinzugefügt werden müssen.

The disabled and elderly run the risk of being marginalized if they are forced to use products and services in their daily lives that are not accessible. On the other hand, an increasing stream of products and services is being designed that does not incorporate design for all principles and thus increases the risk of this marginalization.

Disabled persons can only realize their talents and creativity through integration in society. In addition, it is simply unwise to ignore the market potential of this section of the population.

A lack of opportunities to lead a largely independent, self-determined life to an advanced age causes considerable follow-up costs for society as a whole. This situation has consequently resulted in a political response: the German government has set out requirements for barrier-free design in its Behindertengleichstellungsgesetz, a law governing equal rights for the disabled that came into force on May 1, 2002. The European Commission designated 2003 as the European Year of Disabled People and has addressed these requirements on various levels.

In recent years there has been a paradigm shift from the care of the disabled to empowering self-determined lifestyles. A new generation of sophisticated elderly and disabled persons finds it logical and self-evident to want to continue using all the technical facilities that it has become accustomed to in the workplace, for example. In individual cases, failure to allow for elderly and disabled persons can even constitute discrimination. Incidentally, designing accessible products and services means not only the elimination of any obstacles to their use by the disabled and elderly, but also alternative operating concepts and the presentation of information in different ways.

#### **THE SIEMENS ACCESS INITIATIVE AND THE ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER**

To make provisions for this trend at an early stage, to act proactively and to do justice to the company's social responsibility, Siemens CT (Corporate Technology) set up the Siemens Access Initiative (SAI). It is being supported jointly by all affected Siemens units. The Accessibility

## DIE SIEMENS ACCESS INITIATIVE UND DAS ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER

Um diese Entwicklung schon frühzeitig und proaktiv berücksichtigen zu können und um der sozialen Verantwortung des Unternehmens gerecht zu werden, wurde 1999 die „Siemens Access Initiative“ (SAI) von Siemens CT (Corporate Technology) ins Leben gerufen. Sie wird von allen betroffenen Siemens-Bereichen gemeinsam getragen. Für die behindertenspezifische technisch-fachliche Beratung der SAI und der beteiligten Bereiche sorgt das „Accessibility Competence Center“ (ACC). Sein Leiter, Herr Wegge, ist seit 1. Oktober 2002 auch gesamtverantwortlich für die SAI.

Das ACC-Team hat bereits langjährige Erfahrungen mit der barrierefreien Gestaltung von Produkten, der Nutzung spezieller Hilfsmittel und beim Umgang mit behinderten Kunden. Der Austausch mit Interessenverbänden, Hilfsmittelherstellern und behinderten Menschen sowie die Präsenz auf Fachmessen oder bei Vorträgen gehören zu den Aufgaben des ACC. Herr Wegge vertritt die Siemens AG bei diversen Industrieverbänden in entsprechenden Gremien und ist über den DIN und CEN aktiv an der Gestaltung der internationalen Normung im Umfeld „Design for All“ beteiligt.

Die gute Kenntnis aller relevanten Regulierungen, Normen und Richtlinien ist Voraussetzung für die erfolgreiche Beratung und Produktevaluierung in konkreten Projekten in den unterschiedlichen Siemens-Bereichen oder bei externen Kunden. Hierbei legen die teilweise selbst betroffenen Experten des ACC besonders großen Wert auf die technische und wirtschaftliche Machbarkeit sowie den erzielbaren Nutzen für ältere und behinderte Menschen.

### AUS DER ARBEIT DES ACC IN 2003

Die Entwicklung des DIN Fachberichts 124 „Gestaltung barrierefreier Produkte“ wurde abgeschlossen und seine Übersetzung DIN Technical Report 124 „Products in Design for All“ wurde als Ergänzung zum ISO Guide 71 eingebracht.

Sowohl in den verschiedenen Siemens-Bereichen als auch in den Industrieverbänden wurden Vorbereitungen

Competence Center provides technical and functional advice on disability issues to the SAI and the units involved. The ACC's manager, Klaus-Peter Wegge, also took charge of overall management of the SAI on October 1, 2002.

The ACC team already has many years of experience in the design of accessible products and the use of assistive devices, as well as in dealing with disabled customers. They cooperate with disability-related associations, manufacturers of assistive devices, and disabled persons, and also attend tradeshow and conferences on this topic. Klaus-Peter Wegge represents Siemens in committees that have been set up by various industrial associations and, via DIN and CEN, is actively involved in the shaping of international "design for all" standards.

Sound knowledge of all relevant rules, standards and guidelines is the key to successful consulting and product evaluation in specific projects for the various Siemens units and for external customers. The ACC's experts, some of whom are disabled themselves, attach particular importance to technical and financial feasibility and the benefits for elderly and disabled persons.

### SOME OF THE ACC'S WORK IN 2003

DIN Technical Report 124 (Gestaltung barrierefreier Produkte) was completed and its translation (Products in Design for All) has been added to ISO Guide 71.

Preparations to conclude target agreements in accordance with the German law governing equal rights for the disabled have been made both at the various Siemens units and industrial associations. Position papers for standardization in the areas of "design for all" and "usability evaluation" were developed and distributed throughout Europe via industrial associations.

Many workshops and courses on general topics such as laws, relevant standards and guidelines, and specific product developments were held by the ACC at the various Siemens units. They focused on information, communication and transportation technology, as well as on a barrier-free Internet and software accessibility.

für den Abschluss von Zielvereinbarungen gemäß dem Behindertengleichstellungsgesetz getroffen. Über die Industrieverbände wurden Positionspapiere zur Normung in den Bereichen „Design for All“ und „Usability Evaluation“ entwickelt und europaweit verbreitet.

Eine Vielzahl von Workshops und Schulungen zu allgemeinen Themen wie Gesetze, relevante Normen und Guidelines sowie zu konkreten Produktentwicklungen wurden in den Siemens-Bereichen durchgeführt. Schwerpunkte bildeten die Informations- und Kommunikationstechnik, barrierefreies Internet, Software Accessibility, Hausgeräte und die Verkehrstechnik.

Auf den Messen Reha Care 2003 und Rehab 2003 sowie den Linux-Tagen 2003 (Luxemburg) wurde zu folgenden Themen ausgestellt:

- Siemens Mobil- und Schnurlostelefone für Behinderte, Gigaset E150, SX1 mit 2 Softwaresprachausgaben, akustische und Großdruckanleitungen, Mobiltelefon ALVA MPO mit Sprachausgabe und Braillezeile
- Behindertenfreundliche Siemens Hausgeräte (Waschmaschine: großes Klartext-Display, gut erkennbare Bedienelemente, akustische Signale; Kochfeld mit nebeneinander liegenden Kochfeldern, bedienbar im Sitzen, rollstuhlunterfahrbar)
- Gestaltung von barrierefreien Internet-Angeboten
- Linux und Internet für Sehbehinderte und Blinde

Als besondere Projekte sind hervorzuheben:

- Seit dem 1. Oktober leitet Herr Wegge die CEN Arbeitsgruppe BT/WG157 „Accessibility for All“. In ihr werden die Weichen bzgl. der Normung in Europa im Umfeld „Accessibility“ gestellt und Empfehlungen für die Europäische Kommission erarbeitet.
- Die Installation und Betreuung von nunmehr 11 Arbeitsplätzen für Sehbehinderte unter PC-Solaris bei der Oberfinanzdirektion Niedersachsen.
- Das Gigaset E150 Schnurlostelefon ist seit November 2003 auf dem allgemeinen Markt. Mit großem, kontrastreichen Display, großer Tastatur, Rufnummernansage, SOS-Funktion und Kopfhöreranschluss handelt es sich um ein wirkliches „Design for All“-Produkt, bei dessen Entwicklung das ACC beraten hat.
- Für das neue Siemens Mobiltelefon SX1 gibt es zwei unterschiedliche Softwarelösungen, die das Gerät zum

There were the following exhibits at the tradeshows Reha Care and Rehab, as well as at Linux Days (Luxembourg):

- Siemens mobile and cordless phones for the disabled Gigaset E150, SX1 mobile phone with two software solutions for voice output, Audible and large-print operating instructions, ALVA MPO mobile phone with voice output and Brailledisplay
- Siemens household appliances suitable for the disabled (for example, a washing machine with a large display showing plain text, easily recognizable controls and audible signals; a ceramic cooktop with burners in a single row from side to side that permit operation while seated and allow easier handling by people with a short reach)
- Design of barrier-free Internet sites
- Linux and the Internet for the visually impaired and blind

The following special projects are particularly noteworthy:

- Since October 1st, Klaus-Peter Wegge has been in charge of the CEN workgroup BT/WG157 (Accessibility for All), which is paving the way for standardization of accessibility in Europe and making recommendations for the European Commission.
- The ACC installed and provided continued support for 11 PC Solaris-based workstations for the visually impaired at the Lower Saxony regional tax office - two more than in 2002.
- The Gigaset E150 cordless phone has been generally available on the market since November 2003. With its large, contrast-rich display, big keypad, caller number announcement, SOS function and headphone jack, it is truly a product that has been designed for all, and ACC provided advice for its development.
- Two different software solutions are available for the Siemens SX1 mobile phone to make the device talk so that the blind can use it. The ACC took over coordination with third-party vendors and tested the solutions.

The ACC's key tasks next year will be to work on European (CEN) and international (ISO IEC) standardization as well as on target agreements that allow for Germany's law on equal rights for the disabled. There will also be more consulting and evaluations in projects at the various

Sprechen bringen und somit für Blinde bedienbar machen. Das ACC hat die Koordination mit den Drittanbietern übernommen und die Lösungen getestet.

Im kommenden Jahr werden Arbeiten zur Europäischen (CEN) und internationalen (ISO IEC) Normung sowie Zielvereinbarungen zum Deutschen Behindertengleichstellungsgesetz zentrale Aufgaben des ACC sein. Hinzu kommen vermehrt Beratungen und Evaluierungen in Projekten in den unterschiedlichen Siemens-Bereichen sowie bei externen Kunden.

Dieses sind wichtige Schritte auf dem Weg zu einer barrierefreien Gesellschaft.

**Kontakt:**

Klaus-Peter Wegge

email:

[Klaus-Peter.Wegge@c-lab.de](mailto:Klaus-Peter.Wegge@c-lab.de)

Siemens units and external customers.

These are important steps on the path to a barrier-free society.

**Contact:**

[Klaus-Peter.Wegge](mailto:Klaus-Peter.Wegge)

email:

[Klaus-Peter.Wegge@c-lab.de](mailto:Klaus-Peter.Wegge@c-lab.de)





## ■ INTERAKTIVE DIALOG SYSTEME

**W**as können Nutzer heute von Softwarelösungen und Computertechnologie erwarten? Was unterscheidet eine komplexe Softwarelösung für den medizinischen Bereich von einem Handy der neuen Generation oder von einer Webanwendung, z.B. einem elektronischen Shop?

Eines der wesentlichen Erfolgsmerkmale für die Einführung von solchen interaktiven Systemen ist die Akzeptanz seitens der Nutzer. Akzeptanz stellt sich beim Nutzer bekanntlich dann ein, wenn er mit dem, was er benutzt, zufrieden ist. Gebrauchstauglichkeit und eine gute und effiziente Handhabbarkeit sind Faktoren, die die Zufriedenheit maßgeblich beeinflussen. Damit tragen sie als wesentliche Qualitätsmerkmale zum Kaufentscheid bei. Das haben mittlerweile viele Hersteller und Verantwortliche für die Softwareentwicklung erkannt und integrieren zunehmend die Begriffe "intuitive Bedienbarkeit", "Workflow-Unterstützung" oder "Benutzungsfreundlichkeit" in ihre Produktbeschreibungen.

Welche Prozesse und Vorgehensweisen werden für die Entwicklung benutzungsfreundlicher und gebrauchstauglicher Lösungen benötigt?

Nach wie vor entfallen bis zu 60% aller Quellcodes und ca. 40% vom gesamten Entwicklungsaufwand für ein interaktives System auf die Benutzungsschnittstelle, das Interface. Genau an dieser Stelle sind die meisten Probleme festzustellen, denn dort interagiert der Nutzer mit dem System. Wird hier nun kein besonderes Augenmerk auf die Arbeitsweisen und die Zufriedenheit des Nutzers gelegt und verzichtet ein Unternehmen bei der Entwicklung eines Produktes auf ein systematisches Vorgehen nach dem Usability Engineering Lifecycle, werden die Probleme erst während der Benutzung des fertigen Produkts sichtbar und erfahrbar. Das Resultat sind meistens nicht nur Mehrkosten für das notwendige "Re-Design", eine Weiter- oder

## ■ INTERACTIVE DIALOG SYSTEMS

**W**hat can users of software solutions and computer technology expect these days? What distinguishes a complex software solution in the medical field from a new-generation mobile phone or from a Web application such as an electronic shop?

One of the main factors for successful introduction of such interactive systems is user acceptance. Users are known to accept products when they are satisfied with them; thus, usability and efficiency have a major impact on satisfaction and are thus key quality aspects when it comes to buying products. Many manufacturers and software development managers have now recognized this and are increasingly using terms such as intuitive use, workflow support and user friendliness in their product descriptions.

Which processes and approaches are needed to develop solutions that are user-friendly and usable?

Up to 60% of all source code and 40% or more of total development expenditure for an interactive system can still be attributed to the user interface. This is the point at which most problems occur, because it is where users interact with the system. If a company developing a product does not pay special attention to user satisfaction and fails to take a systematic approach according to the usability engineering lifecycle, then problems will not become apparent until the finished product is in use. In most cases, this will not only cause extra expense for the necessary redesign with enhancement or redevelopment but also have consequences ranging from a fall in sales to a negative response from the market and trade press, even to a loss of image.

The earlier the development of a solution is oriented to users, and the earlier their specific tasks in the work process are known and the special requirements that

Neuentwicklung, sondern auch mögliche rückläufige Verkaufszahlen, negative Resonanz vom Markt und von Fachmedien bis hin zum Imageverlust.

Je früher sich die Entwicklung einer Lösung am Nutzer orientiert, seine spezifischen Aufgaben und seinen Arbeitsprozess berücksichtigt und die besonderen Erfordernisse, die diese Aufgaben mit sich bringen, erfasst und analysiert sind, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine gebrauchstaugliche, den Nutzer in seinen Aufgaben unterstützende Lösung entwickelt wird. Eine späte Besinnung auf die Nutzer durch ein sogenanntes "Hineinprüfen" in eine fertige Lösung kann zwar immer noch Symptome kurieren, die Ursachen für die Probleme aber nicht beheben. Durch die frühe Integration bereits in den Produktplanungsprozess können nicht nur mögliche Schwachstellen in der Interaktion zwischen System und Nutzer im laufenden Entwicklungsprozess festgestellt und behoben werden, sondern es wird auch die kontinuierliche und systematische Orientierung am Nutzer sichergestellt.

Diesen User Centered Design-Prozess hat die Usability-Gruppe bereits in einer Vielzahl von Projekten sehr erfolgreich eingeführt. Wir unterstützen Unternehmen darin, die Vorteile und den Mehrwert des Prozesses zu erkennen, für sich zu nutzen und Softwarelösungen entsprechend den gesetzlichen Rahmenbedingungen bzgl. der Bildschirmarbeitsverordnung und der internationalen Norm DIN EN ISO 9241 zu entwickeln. Wie lohnenswert dieses Investment für Unternehmen sein kann, zeigt unser ausführlich beschriebenes Beispiel *SOARIAN™* unseres Kunden Siemens Med.

Unser iteratives Vorgehen umfasst drei Phasen:

### Phase 1: Analyse

Die Entwicklung einer Software-Lösung beginnt in der Regel mit einer umfassenden Anforderungsanalyse. Diese beinhaltet die Erfassung und Dokumentation der technischen Rahmenbedingungen, die Berücksichtigung der Erfordernisse des Marktes und des Unternehmens. Im User Centered Design-Prozess liegt der Fokus auf der Erhebung und Analyse der Erwartungen und Anforderungen der zukünftigen Nutzer. In einer systematischen Anforderungsanalyse werden die passenden Analysemethoden aus einem Set ausgewählt, Nutzerprofile erarbeitet und Charakteristiken der relevanten Nutzergruppen festgeschrieben.

these tasks entail have been recorded and analyzed, the more likely it is that a solution will be developed that is usable and helps users carry out their tasks. It is possible to solve some problems by looking at a completed solution at a late stage and then considering the product's users, but this will not eliminate the root causes of the problems. Through early integration in the product planning process it is not only possible to identify and eliminate potential weaknesses in the interaction between users and the system during the development process, but also to ensure continuous, systematic orientation toward users.

The Usability group has already deployed this user-centered design process successfully in a variety of projects. We help companies recognize the advantages and added value of the process, use the process for themselves, and develop software solutions in accordance with legal requirements for work at visual displays and the international DIN EN ISO 9241 standard. The Soarian project, which is described in more detail below as an example, was handled for our customer Siemens Med and shows how valuable this investment can be for companies.

Our iterative approach covers three phases:

### Phase 1: Analysis

Development of a software solution generally begins with an extensive requirements analysis covering the identification and documentation of technical constraints, as well as market and company requirements. The user-centered design process focuses on recording and analyzing the expectations and requirements of future users. These are ascertained in a systematic requirements analysis using a set of analysis methods. Then user profiles are worked out and characteristics defined for the relevant user groups.

### Phase 2: Conception and design

On the basis of these results, in the conception phase user scenarios and usage concepts are developed together with information and navigation structures, and these are finally turned into specific design proposals in the design phase.

### Phase 2: Konzeption und Design

Auf Basis dieser Ergebnisse werden in der Konzeptionsphase User-Szenarien entwickelt und Benutzungskonzepte mit Informations- und Navigationsstrukturen ausgearbeitet, die schließlich in der Designphase in konkrete Gestaltungsvorschläge münden.

### Phase 3: Evaluation und Test

Diese Design-Konzepte werden solange iterativ überprüft und weiter verfeinert, bis ein schlüssiges Gesamtkonzept für die zu entwickelnde Lösung vorliegt. Dafür können verschiedene Testmethoden zum Einsatz kommen, die auf den jeweiligen Kontext angepasst werden.

Wir unterstützen unsere Kunden darüber hinaus bei der Einführung des User Centered Design-Prozesses in die Organisation und dessen Verankerung. Zu unseren Leistungen zählen neben dem Projektmanagement Rollen- und Prozessbeschreibungen sowie Schulung und Coaching.

Der Erfolg eines solchen Vorgehens hängt auch immer von den Beteiligten und damit vom Zusammenspiel unterschiedlichster Disziplinen ab. Wir können hier auf mehrjährige Erfahrung und tiefes Prozess-Know-how mit der dafür notwendigen Kompetenzbündelung von Design, Psychologie und Informatik zurückgreifen.

Wir arbeiten in einem technischen Umfeld, das sich permanent und schnell weiterentwickelt. Damit sind wir gefordert, mit dem Wissen und den Kompetenzen immer auf dem aktuellen Stand zu sein. Dieser notwendige Know-how-Aufbau erfolgt durch die Partizipation an unterschiedlichen Förderprojekten.

Im Berichtszeitraum haben wir diverse Kunden und Projekte mit dem User Centered Design-Prozess und auch mit reinen Usability Testings unterstützt. Dabei kamen auch neuere, an wissenschaftlichen Erkenntnissen ausgerichtete Methoden und Verfahren zum Einsatz, z.B. das DATech-Projektmodell sowie die DATech-Prüfverfahren für die Gebrauchstauglichkeit von Produkten und die Qualität des Usability Engineering-Prozesses.

### AUSGEWÄHLTE PROJEKTE

#### Siemens Medical Solutions (SMS):

Für unseren Kunden Siemens Med haben wir im Berichtszeitraum in verschiedenen Projektphasen und Teil-

### Phase 3: Evaluation and testing

These design concepts are validated iteratively and refined until a conclusive overall concept is available for the solution that is due to be developed. Various testing methods can be employed, and these are adjusted to the particular context.

On top of this, we support our customers in rolling out and anchoring the user-centered design process in their organization. In addition to project management, our services include role and process descriptions as well as training and coaching.

The success of such an approach always depends on the parties involved, and thus on the interaction between various disciplines. Here we can fall back on many years of experience and in-depth process know-how with the necessary bundling of design, psychology and information technology skills.

We operate in a technological environment that is evolving permanently and fast; our knowledge and skills need to be kept up to date. The necessary know-how is built up through participation in various sponsored projects.

In the period under review we assisted various customers and projects with our user-centered design process and pure usability tests, and were also able to draw upon recent scientific research such as the DATech project model and the DATech test method for the usability of products and the quality of the usability engineering process.

### SELECTED PROJECTS

#### Siemens Medical Solutions (SMS):

In the period under review we handled various project phases and subprojects, actively participated in design and development, and carried out user evaluations for our customer Siemens Med. Development at Siemens Med has continuously received technical support from IDS since 2000. In addition to handling the review of the user interface specifications in the *Soarian™* project framework, we also took charge of process documentation. This acknowledges and pays tribute to the group's extensive process know-how yet again.

projekten des komplexen und umfangreichen *Soarian™* Projektes Konzepte erstellt, aktiv bei der Designentwicklung mitgewirkt und Nutzerevaluationen durchgeführt. Die Entwicklung wird seit dem Jahr 2000 kontinuierlich durch Kompetenzen der Gruppe Interaktive Dialog-Systeme (IDS) fachlich unterstützt. Neben inhaltlichen Aufgaben zum Review der User Interface Spezifikationen im *Soarian™* Projektrahmen haben wir verantwortlich die Aufgabe der Prozessdokumentation übertragen bekommen. Damit wird das umfassende Prozess-Know-how der Gruppe nochmals bestätigt und gewürdigt.

### **Memphis:**

Das Projekt *Memphis* – Multilingual content for flexible format Internet premium Services – verfolgt das Ziel, anspruchsvolle Online Premium-Services zu entwickeln, die multilingual und unabhängig von der Art der Zielplattform des Nutzers sind und Nutzern neue Services im Medien- und Finanzbereich anbieten. Das Projekt Memphis wird von der Europäischen Union gefördert und in enger Kooperation u.a. mit der Firma Bertelsmann und der Universität von Athen bearbeitet.

Die Aufgabe der Gruppe IDS im Berichtszeitraum umfasste die Validierung des Memphis-Prototypen nach Usability-Gesichtspunkten.

Die erste Interaktion eines Abonnenten mit jeder Art von Internet-Service besteht in der Registrierung. Ein komplizierter oder unbequemer Anmeldedialog kann dazu führen, dass Interessenten sich der Vielfalt anderer Services zuwenden. Gleichmaßen ist solch ein Service nur profitabel, wenn er häufig benutzt wird; nicht nur der Anmeldedialog muss also nutzerfreundlich gestaltet sein, sondern auch jede spätere Änderung des Nutzerprofils.

Dementsprechend wurde das von Inferentia DNM (Italien) gestaltete Memphis-Portal unter dem Gesichtspunkt der Gebrauchstauglichkeit bewertet: Das Portal soll Nutzer dabei unterstützen, ihre Aufgaben effektiv, effizient und mit Zufriedenheit zu erledigen. Um die Gebrauchstauglichkeit des Memphis-Portals sicherzustellen, führte die Gruppe IDS einen Test mit einer Fokusgruppe und ein Experten-Review durch.

Die Methode der Fokusgruppe bringt verschiedene potenzielle Nutzer eines Software-Produkts in einer Diskussionsrunde zusammen und ermöglicht es, auf ökonomische Weise Rückmeldungen aus verschiedenen Nutzer-Perspektiven zu erheben. Ein Moderator führte die Gruppe

### **Memphis:**

The goal of the Memphis project (Multilingual Content for Flexible Format Internet Premium Services) is to develop premium online services that are multilingual and independent of users' types of target platforms, and provide users with new services in the media and financial areas. The Memphis project is being sponsored by the European Union and is being handled in close collaboration with, among others, Bertelsmann and the University of Athens.

The IDS group's task in the period under review involved validating the Memphis prototype according to usability aspects.

The first time subscribers interact with any kind of Internet service involves registration. A complicated or inconvenient login dialog can cause interested parties to turn to a variety of alternate services. Equally, such services are only profitable when they are used frequently. It is therefore necessary to design both the login dialog and also every later change to user profiles in a user-friendly fashion.

C-LAB evaluated the Memphis portal, which was designed by Inferentia DNM, under the aspect of usability on this basis. This portal is intended to help users carry out their tasks effectively and efficiently, and with satisfaction. The IDS group performed a test with a focus group and an expert review in order to assess the usability of the Memphis portal.

The focus group method brings together various potential users of a software product for discussions and makes it possible to gather information from various user perspectives in a very economical manner. A moderator led the group through seven application scenarios reflecting all relevant components of the Memphis system: registration portal, setup and modification of subscribers, and logging off the service. The participants' comments and opinions were recorded and then categorized and assessed.

In the expert review method, two usability experts from the IDS group examined the portal's functionality. All available links and functions were checked, starting with the home page. The two experts recorded the weaknesses that they spotted and discussed them subsequently.

Both methods identified various usability problems in conjunction with the Memphis portal, and these were categorized according to their severity. Our experts made

durch sieben verschiedene Anwendungsszenarien, die sämtliche relevanten Komponenten des Memphis-Systems abbildeten: Das Registrierungs-Portal, das Einrichten und Verändern verschiedener Abonnements, sowie das Abmelden vom Service. Kommentare und Einschätzungen der Teilnehmer wurden aufgezeichnet und anschließend kategorisiert und bewertet.

Bei der Methode des Experten-Reviews erkundeten zwei Usability-Experten der Gruppe IDS die Funktionalität des Portals. Beginnend auf der Homepage wurden alle verfügbaren Links und Funktionen geprüft. Beide Experten notierten Schwachpunkte und diskutierten sie anschließend.

Mit beiden Methoden konnten verschiedene Usability-Probleme des Memphis-Portals aufgedeckt werden, die nach ihrer Schwere kategorisiert wurden. Für jede Schwachstelle des Portals wurden Vorschläge zur Modifikation erarbeitet, die die Basis für Arbeiten an der nächsten Version des Portals darstellen.

#### **VirtoWeb:**

Das Projekt *VirtoWeb* ist ein vom BMBF gefördertes Projekt mit dem Projektträger DLR und den Partnern Universität Paderborn, Siemens Business Services sowie den Biotechnologie Unternehmen AcrossBarriers und Labconsult. In diesem Projekt geht es um die optimale Unterstützung virtueller Kooperationen zur Stärkung kleiner und mittelständischer Unternehmen am Beispiel der Biotechnologie-Branche. Virtuelle Kooperationen zeichnen sich durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien und einen kurzfristigen Zusammenschluss zur Bündelung von Kernkompetenzen aus.

Virtuelle Kooperationsprozesse in diesem Kontext sind sämtliche Vorgänge des projektbezogenen Austauschs von Wissen, Informationen und Dokumenten der Mitarbeiter innerhalb des Unternehmens und mit externen Partnern und Sponsoren. Dieser Austausch ist unabhängig von der räumlichen Verteilung der Beteiligten des Prozesses.

Gemeinsame Prozesse und gemeinsam benötigtes Wissen stellen die Basis für eine technologische Lösung dar, die den Austausch von vorhandenem Wissen vereinfacht und die Kommunikation zwischen den Unternehmen verbessert.

Die Usability-Gruppe ermittelt hierfür die spezifischen Nutzeranforderungen bezogen auf die jeweilige Arbeitssi-

suggestions for modification for each weakness of the portals and these constituted the basis for work on the next version.

#### **VirtoWeb:**

*VirtoWeb* is a BMBF-funded project that is being handled by DLR, the University of Paderborn, Siemens Business Services and the biotechnology companies AcrossBarriers and Labconsult. This project is looking at optimum support for virtual collaborations in order to strengthen small and medium-sized businesses, and is using the biotechnology industry as an example. Virtual collaborations are characterised by using modern information and communication technologies and grouping of core competencies on a short term basis.

In this context, virtual collaborative processes cover all operations within the project to exchange knowledge, information and documents between employees at a company and external partners and sponsors. This exchange is independent of the geographical distribution of the parties involved in the process.

Joint processes and jointly required knowledge are the basis for a technological solution which is intended to simplify the exchange of existing knowledge and to improve communication between businesses.

The Usability group ascertains the specific user requirements in relation to the working situation and the characteristics of the activity (for example project or lab manager). We pay particular attention to the significance of an increasingly virtual working environment and the particular constraints and requirements that this entails for the system under development.

In the current phase, the usage concept is being developed on the basis of the results of requirements analysis. To do this, various application cases or user scenarios have been worked out and the possibilities of user interaction have been derived from them. These constitute the necessary input to the system. An initial draft for the usage concept has already been prepared and documented in the requirement specification report.

One of the major results of requirements analysis in this case was the identification of two user groups within the companies, groups that can be supported by the system. One user group mainly deals with specific project work, whereas the other is primarily engaged in higher-



tuation und die Merkmale der Tätigkeit, z.B. von Projekt- und Laborleitern. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Bedeutung einer zunehmend virtuellen Arbeitsumgebung und der besonderen Rahmenbedingungen und Anforderungen, die sich daraus für das zu entwickelnde System ergeben.

In der aktuellen Arbeitsphase wird auf Basis der Ergebnisse der Anforderungsanalyse das Benutzungskonzept entwickelt. Dafür werden verschiedene Anwendungsfälle bzw. Nutzerszenarien erarbeitet und die Interaktionsmöglichkeiten für die Nutzer abgeleitet. Diese sind notwendiger Input für die Entwicklung des Systems. Ein erster Entwurf für das Benutzungskonzept wurde bereits erarbeitet und im Requirement Specification Report dokumentiert.

Ein wesentliches Ergebnis der Anforderungsanalyse ist die Identifikation von zwei verschiedenen Nutzergruppen innerhalb der Unternehmen, die durch das System unterstützt werden können. Eine Nutzergruppe zeichnet sich dadurch aus, dass sie vorwiegend konkrete Projektarbeit macht. Die andere Nutzergruppe hat vorwiegend übergeordnete Aufgaben. In beiden Nutzergruppen werden Dokumente erzeugt und benötigt, die mit den Kooperationspartnern regelmäßig ausgetauscht werden.

Um den Nutzergruppen effizient und effektiv die benötigten Informationen bereitzustellen, den Arbeitsprozess nachhaltig zu unterstützen und Fehlern vorzubeugen, muss zunächst die notwendige Informationsstruktur auf dieser Basis entwickelt werden und danach eine adäquate

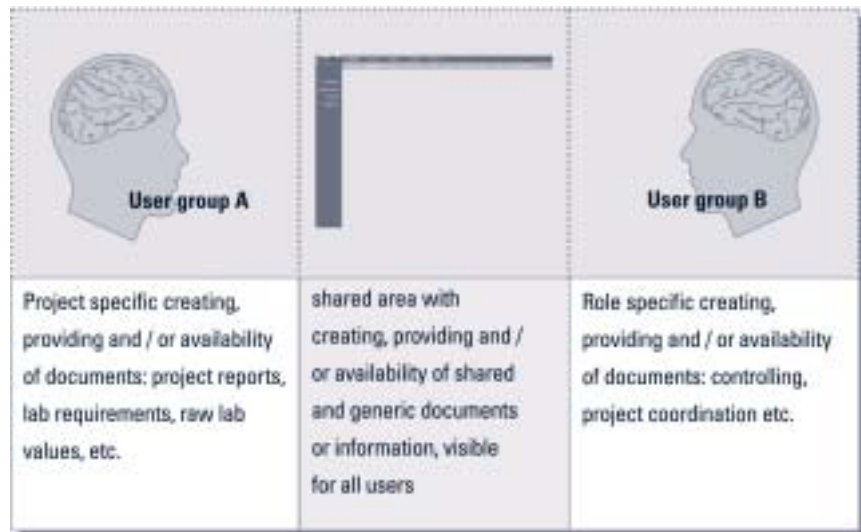


Bild 12: Verschiedene Nutzersichten je nach Aufgabe und Rolle

Fig. 12: Task and role related user's point of view

level tasks. Both user groups generate and require documents that are regularly exchanged with collaborating partners.

The system's information structure and the interface design solution have to ensure an efficient and effective access to information for all user groups, support working processes and – as a side effect – prevent errors. The task of the design is to align user's mental model and the system model. The more both models are corresponding



Bild 13: Layoutentwurf für VirtoWeb

Fig. 13: Screenlayout for VirtoWeb



gestalterische Lösung gefunden werden. Aufgabe des Designs ist es, das "mentale Modell" der Nutzer mit dem Systemmodell in Einklang zu bringen. Je mehr die beiden Modelle übereinstimmen, umso einfacher wird das System für die Benutzung und umso effektiver werden die Nutzer in ihrer Arbeit unterstützt. Ein erster bisher noch unveröffentlichter Designentwurf ist im Bild 12 zu sehen.

Im Projekt-Meeting und Review-Meeting am 27. und 28. Oktober 2003 in Freiburg wurden die Ergebnisse der Anforderungsanalyse präsentiert und das Konzept vorgestellt. Bis zum Sommer nächsten Jahres soll ein Prototyp des Systems erstellt werden, der dann im Probebetrieb in Form von Nutzertests und Expertenreviews evaluiert wird.

**Kontakt:**

Dr. Barbara Majonica

email:

[Barbara.Majonica@c-lab.de](mailto:Barbara.Majonica@c-lab.de)

the merrier user's are effectively supported in the working process. Fig. 12 shows a first draft of the future interface design, which has not yet been published.

The results of requirements analysis and the concept were presented in Freiburg at the project meeting held on October 27 and 28, 2003. A prototype of the system is due to be ready by summer next year, and this will then be evaluated with the help of user tests and expert reviews.

**Contact:**

Dr. Barbara Majonica

email:

[Barbara.Majonica@c-lab.de](mailto:Barbara.Majonica@c-lab.de)



## ■ SOFTWARE-KOMPONENTEN IN MULTIMEDIA-NETZWERKEN

**D**er andauernd harte Wettbewerb im Bereich der Unterhaltungselektronik hat in der Vergangenheit ständig neue Produkte hervorgebracht. Einer aktuellen Tendenz folgend werden dabei in A/V-Endgeräten (wie Settop-Boxen, Digitalen Video Rekordern, DVD-Playern oder Video-on-Demand-Server) zusätzliche Funktionalitäten, die bislang auf einzelne Subsysteme verteilt waren, dort wo es sinnvoll ist integriert. Als Beispiel sei hier die Kombination eines Festplattenrekorders nach DVB-Standard mit einem DVD-Player/-Rekorder erwähnt, so wie er auf der Funkausstellung 2003 von verschiedenen Herstellern gezeigt wurde. Die Kriterien, ob solch eine Integration sinnvoll ist oder nicht, sind dabei zum einen auf technisch/wirtschaftlicher Ebene angesiedelt (z.B. können einzelne Komponenten, beispielsweise ein Dekoder-Baustein, unter den Subsystemen mehrfach genutzt werden, mithin also Kosten für die Hardware gesenkt werden), zum anderen auf Nutzerebene (in dem o.g. Beispiel entsteht ein Nutzen durch die einfache Integration einer Archivierungsfunktion). Die Rasanz der Entwicklung derartiger Integrationszenarien und die Realisierung entsprechender Systeme hat speziell in den letzten Monaten noch zugenommen.

Diese Gegebenheiten berücksichtigend wird schon seit einiger Zeit von verschiedenen Systemanbietern unter dem Aspekt der Konvergenz von Unterhaltungselektronik auf der einen und Rechner-technik auf der anderen Seite der verstärkte Einsatz von Computertechnologie bei der Medienverarbeitung untersucht. Hinsichtlich der Motivation ist hier die Mehrfachnutzung der Ressource Computer (die im Gegensatz zu den Systemen der A/V-Elektronik einem vorhersagbaren technischen Wandel unterworfen ist) mit den Vorzügen der Flexibilität eines "General Purpose" Gerätes zu nennen. Hinzu kommt das sich aus dem

## ■ SOFTWARE COMPONENTS IN MULTIMEDIA NETWORKS

**P**ersistently tough competition in the consumer electronics industry has resulted, in the past, in a constant generation of new products. The current trend is to integrate additional functions that to date have been spread over individual subsystems in A/V devices where this makes sense (such as in set-top boxes, digital video recorders, DVD players and video-on-demand servers). For example, devices featuring a combination of a hard disk recorder based on the DVG standard and a DVD player/recorder were presented by various manufacturers at IFA 2003 in Berlin. Whether such integration makes sense or not depends on criteria on the technical/financial levels (for example, can individual components such as a decoder module be shared among subsystems to cut hardware costs?) as well as on the user level (in the above-mentioned example, for instance, there is a benefit through simple integration of an archiving function). The speed of development of such integration scenarios and the implementation of such systems have increased, especially over the past months.

With this situation in mind, various system vendors have for some time been examining the prospects of using more computer technology in media processing under the aspect of the convergence of consumer electronics and computer technology. These companies are motivated by the idea of using a computer – which, unlike electronic A/V systems, is subject to predictable technological change – as a shared resource, and thus obtaining the advantages of flexibility that a general-purpose device can offer. Furthermore, there is the potential for computer-based integrated multimedia applications because it is becoming easier and easier to set up home networks. (The background is that the number of households with more than one computer is growing considerably, and the

zunehmend vereinfachenden Aufbau von Heimnetzwerken ergebende Potenzial für Computer-basierte, integrative Multimedia-Applikationen. Dies hat vorrangig den Hintergrund, dass die Zahl von Haushalten mit mehr als zwei Computern stark zu nimmt. Die Gründe scheinen ähnlich wie beim Entwicklungsverlauf des Fernsehens, wo in der Vergangenheit zusätzliche Geräte angeschafft wurden, um Nutzungskonflikten zu entgehen. Bei Computern wird dies durch den Preisverfall leistungsstarker Computer noch begünstigt. So hatten laut einer Recherche von Infineon im Jahre 2001 26% der amerikanischen Haushalte mehr als einen PC, im Jahr 2005 wird diese Zahl um 50% gestiegen sein und 37% aller Haushalte werden einen PC besitzen, was zu einer stärkeren Nachfrage nach Vernetzungstechnik im privaten Bereich führen wird, damit Computere-zubehör, wie Drucker und Scanner nicht mehrfach gekauft werden müssen. In ähnlicher Art und Weise ist die Mehrfachnutzung durch Vernetzung von A/V-Equipment zu berücksichtigen.

Entsprechende Architekturen, welche die Thematik adressieren und einen Komponenten-basierten Ansatz verfolgen, stehen dabei auch für andere Anwendungsgebiete im Bereich der Telematik oder der Robotik zur Diskussion. Als Komponenten können hier z.B. Bausteine zur Speicherung und Formatierung von Daten und deren Wiedergabe inklusive der Dekodierung, Bausteine zum Zugriff auf das Netzwerk oder Systemdienste, aber auch das gesamte User Interface verstanden werden. Im Hinblick auf diese Gedankengänge kann es also nicht verwundern, dass gegenwärtig beispielsweise Microsoft ein auf der Windows-Technologie beruhendes Derivat (Media Center Edition) in Verbindung mit entsprechender Hardware auf den Markt gebracht hat, das als Komponentenmodell die bekannte DirectX/DirectShow-Technologie zur Basis hat.

Im Rahmen verschiedener Projekte (HiQoS, EAST, VHE Middleware) hat sich das C-LAB in den Gruppen DIS (Distributed Interactive Systems), ADT (Advanced Design Technologies) und RLS (Resource Limited Systems) ebenfalls mit dieser Thematik auseinandergesetzt. Dabei wurde ein Schwerpunkt auf die Verwendung von Open Source Software unter dem Betriebssystem Linux hinsichtlich der Realisierung entsprechender Prototypen gelegt. Die Wahl von Linux als Basistechnologie wird dabei vor allem durch den Sachverhalt unterstützt, dass bei der

reasons for this seem to be similar to those for television, where households bought additional TV sets in the past in order to avoid conflicts of use. In addition, the acquisition of multiple computers for the home has been encouraged by the fall in prices of powerful computers.) According to a study conducted by Infineon in 2001, 26% of American households owned more than one PC and this figure was expected to rise by 50% in 2005. If this is the case, then 39% of households will own more than one PC, which will lead to greater demand for networking technologies at home so that computer peripherals such as printers and scanners do not have to be bought more than once. Sharing by networking A/V equipment should be seen in a similar light.

Architectures that address this topic and pursue a component-based approach are being discussed for other application areas too, such as telematics and robotics. Here, components could, for instance, be modules to store, format, decode and output data, as well as modules to access the network or system services and the entire user interface. In view of these deliberations it is not surprising, for example, that Microsoft recently launched its Media Center Edition, which is based on Windows XP technology, in conjunction with hardware. Its component model is based on DirectX/DirectShow technology.

C-LAB has also dealt with this subject in various projects (HiQoS, EAST, VHE Middleware) in the Distributed Interactive Systems (DIS), Advanced Design Technologies (ADT) and Resource-Limited Systems (RLS) groups. The focus was on using open source software on the Linux operating system to implement prototypes. The main reason for choosing this operating system rather than a proprietary one as the basic technology is that Linux is being used increasingly in the development of embedded systems. There are also major advantages regarding runtime licenses, which can result in considerable costs, especially for mass-produced products.

The open source community already offers a wide range of partial multimedia solutions. However, these have to date been somewhat immature in terms of functionality and interoperability, with the result that considerable integration effort is still needed to design multimedia systems although many open components are readily

Entwicklung von eingebetteten Systemen statt der Verwendung von proprietären Betriebssystemen gegenwärtig auch zunehmend auf Linux zurückgegriffen wird. Zudem ergeben sich erhebliche Vorteile in Bezug auf Laufzeitlizenzen, die besonders bei Produkten der Massenproduktion erhebliche Kosten verursachen können.

Die Open Source Community bietet dabei bereits einen reichhaltigen Fundus an Teillösungen für den Multimedia-Bereich. Dieser ist allerdings bislang stark durch eine gewisse Unausgereiftheit in Funktionalität und Interoperabilität gekennzeichnet, so dass trotz des Vorliegens vieler offen zugänglicher Komponenten immer noch erheblicher Integrationsaufwand bei der Gestaltung von Multimedia-Systemen entsteht.

Daher besteht der hier gewählte Ansatz nicht darin, das Betriebssystem direkt als Integrationsbasis zu verwenden, sondern eine Abstraktionsebene zu schaffen. Mit deren Hilfe nicht nur ein flexibler und vielfältiger Einsatz in den verschiedenen Anwendungsdomänen ermöglicht wird, sondern auch die Kopplung der unterschiedlichen Domänen. Dies können neben Inhome-Entertainment auch die Bereiche Automotive, Business/Office und Robotik sein. Für ein derartiges Rahmenwerk sind hier im Wesentlichen die architekturellen Anforderungen zu ermitteln, entsprechende Dienste zu identifizieren und zu spezifizieren und für Validierungen prototypisch zu implementieren. Für die Realisierung kommen dabei verschiedene Middleware-Technologien in Betracht. So wurden im Rahmen der o.g. Projekte der Java-basierte OSGi-Ansatz sowie HAVi/MHP und JXTA untersucht. Das Ziel ist es, am Ende eine Entwicklungsumgebung zu schaffen, mit der es dem Systementwickler möglich ist, auf einfache Art und Weise verschiedene (vorliegende) Komponenten zu einer Multimedia-Anwendung flexibel (d.h. soweit als möglich zukunftssicher, was in Bezug auf die o.g. unterschiedlichen Innovationszyklen im Bereich der Rechner- und der Unterhaltungselektronik besonders wichtig ist) zusammenzustellen.

Im Rahmen dieser Aktivitäten wird im C-LAB dabei auch die Berücksichtigung von Kontextinformation resultierend aus entsprechender Sensorik (beispielsweise zur Lokalisierung von Benutzern und Geräten in mobilen Umgebungen und der situativen Anpassung der bereitgestell-

available.

This is why the decision was made not to use the operating system directly as an integration basis, but to create an abstraction layer which not only permits flexible and varied use in different application domains but also the coupling of various domains. In addition to in-home entertainment, this could include the automotive, business/office and robotics areas. For such a framework, the main activities are to determine the architectural requirements, identify and specify associated services, and to implement prototypes for validation. Various middleware technologies come into question for the implementation process. For example, the Java-based OSGi approach as well as HAVi/MHP and JXTA were examined in the above-mentioned projects. The ultimate goal is to set up a development environment that enables system developers to easily combine different (existing) components in order to build a multimedia application in a flexible way (i.e. future-proof as far as possible, which is particularly important for the above-mentioned different innovation cycles in computer technology and consumer electronics).

In the course of these activities, C-LAB is also examining the incorporation of context information from sensors in the sense of ubiquitous computing (for example, to locate users and devices in mobile environments and to adapt the provided information to these contexts, taking the situation and user preferences into account). This aspect, in particular, is not very pronounced in commercially available systems at the moment. The results are being presented at a lab that has been set up specifically for this purpose and were demonstrated in 2003 on various occasions, including a presentation to C-LAB's advisory committee.

**Contact:**

Dr. Heinz-Josef Eikerling

email:

[Heinz-Josef.Eikerling@c-lab.de](mailto:Heinz-Josef.Eikerling@c-lab.de)

ten Information an diese Kontexte unter Berücksichtigung der Präferenzen des Anwenders) im Sinne des Ubiquitous Computing untersucht. Speziell dieser Aspekt ist in kommerziell erhältlichen Systemen weitgehend unausgeprägt. Ergebnisse hierzu werden in einem hierfür eingerichteten Labor ausgestellt und wurden im Jahr 2003 bei unterschiedlichen Anlässen (u.a. dem C-LAB-Beirat) demonstriert.

**Kontakt:**

Dr. Heinz-Josef Eikerling

email:

Heinz-Josef.Eikerling@c-lab.de



## ■ ENTWURF VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN

**D**urch die zunehmende Miniaturisierung auf den Gebieten der eingebetteten und autonomen Systeme sowie der Kommunikationstechnik ist in naher Zukunft eine Umgebung vorstellbar, in der nahezu alle Objekte in unserem Alltagsleben mit eingebetteten Mikroprozessoren, kabelloser Kommunikation und eingebetteter Software zur Wahrnehmung, Ausführung und Steuerung einer Vielzahl von Aufgaben und Funktionen ausgestattet sind. Aufgrund der Verfügbarkeit unterschiedlichster kleiner, leistungsfähiger und kostengünstiger Sensoren wie Kameras, Mikrofone etc. und wegen der Fortschritte in der Realzeitverarbeitung dieser Sensordaten wächst der Umfang und die Präzision, mit der die Umgebung wahrgenommen werden kann. Mit Hilfe des gesteigerten Wissens über die Umgebung können zunehmend komplexere und intelligente Aufgaben mittels eingebetteter Software realisiert werden. Beispiele aus der Automobiltechnik sind unter anderem Systeme zur Fahrererkennung und automatische Einstellung der bevorzugten Fahrzeugumgebung, Systeme zur intelligenten Anpassung der Fahrzeugregelung an die aktuellen Streckeneigenschaften oder intelligente Verkehrsleitsysteme, die bei der automatischen Routenplanung auch aktuelle Staus berücksichtigen. Entsprechende Entwicklungen sind auch in anderen Gebieten wie der Bahntechnik, der Informations- und Kommunikationstechnik (z.B. digitales Fernsehen, Mobiltelefon) oder bei elektronischem Spielzeug zu beobachten.

Das C-LAB arbeitet an der Realisierung solcher intelligenten, autonomen eingebetteten Systeme. Dabei wird der gesamte Zyklus von der Wahrnehmung der Umwelt über die Handlungssteuerung und Planung bis hin zur Ausführung von Aktionen auf unterschiedlichen Zielplattformen betrachtet. Begleitend werden auch Entwurfsmethoden für eingebettete Systeme untersucht. Dies ge-

## ■ DESIGNING EMBEDDED SYSTEMS

**I**ncreasing miniaturization in the fields of embedded and autonomous systems and communications technology means that in the near future, an environment is conceivable in which nearly all objects of our daily life will feature embedded microprocessors, wireless communications and embedded software to perceive, execute and control a wide range of tasks and functions. The scope and precision with which the environment can be perceived is increasing due to the availability of various small, powerful and inexpensive sensors – such as cameras, microphones and the like – and because of the progress that has been made in real-time processing. Increasingly complex and intelligent tasks can be implemented by means of embedded software with the aid of greater knowledge of the environment. Examples from automotive engineering include, among other things, systems to adjust vehicle control intelligently to the present road conditions, and intelligent traffic routing systems that take current traffic jams into consideration when automatically planning routes. Corresponding developments can also be observed in other areas such as railroad engineering, information and communications technology (for example digital television, mobile phones) and in electronic toys.

C-LAB is working on the implementation of such intelligent, autonomous embedded systems, and is examining the entire cycle from perception of the environment, through control and planning of actions, to the execution of actions on various target platforms. Alongside this, C-LAB is investigating design methods for embedded systems. This is being done in international, national and local projects that address different application areas such as automotive, railroad and telecommunications engineering as well as robotics. Below, the projects handled by C-LAB in the area of embedded systems are described

schiebt in internationalen, nationalen und lokalen Projekten, die unterschiedliche Anwendungsbereiche wie Automobiltechnik, Bahntechnik, Kommunikationstechnik oder Robotik adressieren. Im Folgenden werden zunächst die im C-LAB auf dem Gebiet der eingebetteten Systeme bearbeiteten Projekte in den oben genannten Wahrnehmungs-Aktions-Zyklus eingeordnet. Im Anschluss daran werden sie detaillierter beschrieben.

## WAHRNEHMUNG

Die Wahrnehmung der Umwelt wird im BMBF-Förderprojekt AR-PDA (Augmented Reality – Personal Digital Assistant) neben anderen Themen bearbeitet. Ein Arbeitsschwerpunkt des C-LAB in diesem Projekt liegt im Bereich der Bildverarbeitung in Realzeit. Diese Algorithmen werden auch für den im C-LAB entwickelten Roboterkopf MEXI verwendet, der künstliche Emotionen durch Mimik und Sprache zeigen kann, sowie für die Paderkicker, eine Roboterfußballmannschaft. In beiden Projekten kommen neben Kameras weitere Sensoren zum Einsatz, wie z.B. Mikrofone bei MEXI oder Berührungssensoren bei den Paderkickern.

## HANDLUNGSSTEUERUNG UND PLANUNG

Zur Handlungssteuerung und Planung werden verhaltensbasierte Ansätze verfolgt. Für die Paderkicker wurde zunächst ein rein reaktiver Ansatz realisiert, basierend auf den Motor Schemes von Arkin. Dieser erlaubt die direkte Reaktion auf Wahrnehmungen aus der Umwelt mittels so genannter Basisverhalten, wie z.B. Hindernisvermeidung, Fahren zu einem bestimmten Zielort oder Ball schießen. Um komplexere zielgerichtete Verhaltensstrategien zu realisieren und diese selbstständig in Abhängigkeit von den aktuellen Wahrnehmungen aus der Umgebung zu optimieren, wird der reaktive Ansatz im DFG-Sonderforschungsbereich "Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus" (SFB 614) um eine regelbasierte Komponente erweitert. Anwendungsgebiet im SFB 614 ist die Entwicklung selbstoptimierender agentenbasierter Regler für die in Paderborn angesiedelte "Neue Bahntechnik".

Auch MEXI's Verhalten basiert auf einem rein reaktiven System. Hier wurden die ursprünglich zur Roboternavigation entwickelten Motor Schemes angepasst, um MEXI's "Gefühlszustand" durch entsprechende Mimik und Kopfbe-

in relation to the above-mentioned perception-action cycle. Then they are described in detail.

## PERCEPTION

The AR-PDA (Augmented Reality – Personal Digital Assistant) project, which is funded by the German Ministry for Education and Research (BMBF), is dealing, among other topics, with the perception of one's surroundings. One of C-LAB's key activities in this project is to work on real-time image processing. These algorithms are also used for the robot head MEXI which has been developed at C-LAB and can show artificial emotions through facial expressions and speech, as well as for a robot soccer team named Paderkickers. In addition to cameras, other sensors are being deployed in both of these projects – for example microphones for MEXI and touch sensors for the Paderkickers.

## CONTROL AND PLANNING OF ACTIONS

Behavior-based approaches are used when it comes to action control and planning. An entirely reactive approach based on Arkin's motor schemes was chosen initially for the Paderkickers. This makes it possible to respond directly to perceptions of the environment by means of basic behaviors, for example avoiding an obstacle, moving to a specific destination, and kicking a ball. A rule-based component is being added to this reactive approach in the Self-Optimizing Systems in Mechanical Engineering collaborative research center (SFB 614) which is being funded by the German Research Association (DFG) to implement more complex, targeted behavioral strategies and to optimize them independently on the basis of current perceptions of the environment. The application area in SFB 614 is the development of self-optimizing, agent-based controllers for the New Railroad Engineering project in Paderborn.

MEXI's behavior is also based on a reactive system. The motor schemes were originally developed for robot navigation but they have been adjusted here to implement MEXI's "feelings" by means of facial expressions, head movements and voice output. In contrast to the SFB 614 application and the Paderkickers, where external targets are pursued such as driving a rail shuttle in a manner optimized for the part of the track in question or scoring as

wegungen sowie Sprachausgabe zu realisieren. Im Unterschied zur Anwendung im SFB 614 und bei den Paderkirkern, bei denen externe Ziele verfolgt werden, wie das optimal auf die Strecke angepasste Fahren eines Bahnhüttles oder das Schießen möglichst vieler Tore, werden bei MEXI die Basisverhalten durch seine internen Emotionen und Bedürfnissen gesteuert – natürlich in Abhängigkeit von seinen aktuellen Wahrnehmungen der Umwelt.

## HANDLUNGS AUSFÜHRUNG

Die Ausführung der von der Handlungssteuerung und Planung selektierten Aktivitäten erfolgt je nach Anwendungsgebiet auf verschiedenen Zielplattformen, die mit unterschiedlicher Hardware zur Realisierung der eingebetteten Software bestückt sind. Für den Roboterkopf MEXI und die Paderkicker wurde auch die Mechanik im C-LAB entwickelt und auf der Basis von Modellbauservos und -motoren realisiert. Bei der Zielhardware handelt es sich in allen Anwendungen um verteilte Systeme, die über unterschiedliche Netzwerke wie z.B. CAN-Bus, Ethernet etc. kommunizieren. Um die Handhabung unterschiedlicher Netzwerke für die eingebettete Software zu vereinfachen, wird im BMBF-geförderten ITEA-Projekt *EAST-EEA* ("Embedded Architecture and Software Technologies") an einer Middleware gearbeitet. Ein weiterer Gesichtspunkt für die Zielhardware, insbesondere für die immer kleiner werdenden mobilen Endgeräte wie PDAs oder Mobiltelefone, ist die Leistungsaufnahme. C-LAB arbeitet im Projekt *EVA* (Entwurf verlustarmer Architekturen) des DFG-Schwerpunktprogramms VIVA an Ansätzen zur Reduzierung der Leistungsaufnahme speziell für rekonfigurierbare Hardware. Im DFG geförderten Projekt *REDA* wurde solch eine asynchrone rekonfigurierbare Hardwarearchitektur entwickelt, die z.B. als Spezialhardware zur Realisierung von Teilalgorithmen der Bildverarbeitung beispielsweise der DCT (diskrete Cosinustransformation) eingesetzt werden kann.

## METHODEN UND WERKZEUGE ZUR ENTWURFSUNTERSTÜTZUNG

Zur Unterstützung des Entwurfsprozesses für intelligente mobile Systeme arbeitet das C-LAB im DFG-Sonderforschungsbereich "Massive Parallelität" (SFB 376) an der Entwicklung einer Entwurfsmethode für rekonfigurierbare

many goals as possible, MEXI's basic behaviors are controlled by its internal emotions and needs – depending on its current perceptions of the environment, of course.

## EXECUTION OF ACTIONS

Depending on the application area, the activities selected in the course of action control and planning are executed on various target platforms that feature different hardware to implement the embedded software. The mechanical parts of MEXI and the Paderkickers were also developed at C-LAB and implemented on the basis of modelcraft servos and engines. In all applications, the target hardware involves distributed systems that communicate via various networks such as CAN bus, Ethernet and the like. The BMBF-funded ITEA project *EAST-EEA* (Embedded Architecture and Software Technologies) is working on middleware to simplify the handling of different networks. Power consumption is another aspect for the target hardware, especially for devices that are becoming ever smaller, such as PDAs and mobile phones. In the *EVA* project (Design of Low-Power Architectures), which is part of the VIVA priority program funded by the DFG, C-LAB is working on approaches to reduce power consumption, especially for reconfigurable hardware. Such an asynchronous reconfigurable hardware architecture – which can be used, for instance, as special hardware to realize some image processing algorithms such as DCT (discrete cosine transforms) – was developed in the *REDA* project which is funded by the DFG.

## METHODS AND TOOLS TO SUPPORT DESIGN

In order to support the design process for intelligent mobile systems, C-LAB is working on the development of a design methodology for reconfigurable systems as part of the DFG's Massive Parallelism collaborative research center (SFB 376). This design methodology is based on a uniform internal model (extended predicate/transition nets) that is used for all design phases: specification, analysis and synthesis. In the period under review, SFB 376 worked in particular on tools for the analysis of timing behavior and load balancing, as well as for simulation and code generation. A system or system part can be specified in various specification languages that are mapped onto the internal model of the predicate/transition nets.

Systeme. Diese basiert auf einem einheitlichen internen Modell (erweiterten Prädikat/Transitionsnetzen), das für alle Phasen des Entwurfs, Spezifikation, Analyse und Synthese, eingesetzt wird. Im SFB 376 wurde im Berichtszeitraum insbesondere an Werkzeugen zur Analyse des Zeitverhaltens und der Lastverteilung, sowie zur Simulation und Codegenerierung gearbeitet. Die Eingabe einer Spezifikation kann in verschiedenen Spezifikations-sprachen erfolgen, die auf das interne Modell der Prädikat/Transitionsnetze abgebildet werden.

Zur Spezifikation von eingebetteten Systemen entwickelt sich UML zu einem Standard. Das C-LAB arbeitet im Projekt *EAST-EEA* an der Entwicklung einer auf UML basierenden Architekturbeschreibungssprache mit.

Im Folgenden werden einige der oben angesprochenen Arbeiten näher erläutert.

### BILDVERARBEITUNG / AR-PDA

Bei allen oben genannten Arbeiten und Projekten des C-LAB, in denen digitale Bildverarbeitung Verwendung findet (insbesondere AR-DA, Paderkicker und MEXI), liegt ein Hauptaugenmerk auf der Einhaltung der Realzeitfähigkeit. Daher ist im C-LAB das CV-SDF-Modell entwickelt worden, das die realzeitfähige Erstellung von Bildverarbeitungs-algorithmen unterstützt. CV-SDF steht für Computer Vision-Synchronous Dataflow Graphs. Dabei handelt es sich um eine Erweiterung der Synchronen Datenfluss-graphen, die in weiten Teilen der digitalen Signalverarbeitung verwendet werden. Die Erweiterung bezieht sich in erster Linie auf die Anwendbarkeit von Bildverarbeitungs-algorithmen mit dem Ziel der Latenz- und Ressourcenminimierung.

Basierend auf CV-SDF wurden Basis-Merkmalsextraktionen entwickelt, die bei praktisch jedem Bildverarbeitungssystem an erster Stelle stehen und einen großen Teil der Ressourcen benötigen. Diese Algorithmen extrahieren aus den pixelbasierten Eingabebildern vektorisierte Punkte, Linien, Kanten und Flächen, die anschließend von den höheren Schichten weiter verarbeitet werden können.

Im Projekt *AR-PDA* zum Beispiel werden diese Merkmale verwendet, um Küchengeräte zu erkennen und deren 3-dimensionale Lage relativ zur Aufnahmekamera zu berechnen. Dies ermöglicht die Anreicherung der Kamerabilder mit Techniken der Virtuellen Realität. Die Erkennung der Küchengeräte erfolgt mittels der aus den Bildern ex-

trahierten Merkmale. UML is becoming a standard for the specification of embedded systems. In the *EAST-EEA* project, C-LAB is working on the development of a UML-based architecture description language.

Some of the work outlined above is explained in more detail below.

### IMAGE PROCESSING / AR-PDA

All of the above mentioned work and projects at C-LAB that involve digital image processing (especially AR-PDA, Paderkickers and MEXI) focus on real-time operations. This is why C-LAB developed the CV-SDF model that supports real-time creation of image processing algorithms. CV-SDF stands for Computer Vision - Synchronous Dataflow Graphs. These are extensions of the synchronous dataflow graphs that are used widely in digital signal processing. The extensions mainly concern the usability of image processing algorithms with the goal of minimizing latency and resources.

Basic feature extraction algorithms, which are the first steps in practically every image processing system and take up a lot of the resources, have been developed on the basis of CV-SDF. From the pixel-based input images, these algorithms extract vectorized points, lines, edges and regions that can then be processed further by the higher image processing layers.

These features are used in the *AR-PDA* project, for instance, to identify kitchen appliances and to calculate their 3D position in relation to the camera. This makes it possible to enrich the camera images by applying virtual reality techniques. The kitchen appliances are recognized by means of edges that are extracted from the images. The edges are extended virtually and an edge graph is calculated from the resultant intersections. Then state-of-the-art graph algorithms are used to search the edge graphs for 2D structures of the objects to be identified. When such an object has been found, the relative position of the object can be calculated using the correspondences of the found edges and intersections and a world model of the object.

The figure shows the individual image processing steps of the AR-PDA project: edge extraction, calculation of the edge graph, searching for known structures, and calculation of the relative position.

The incremental approach to 3D positioning that has



trahierten Kanten. Die Kanten werden virtuell verlängert und aus den daraus resultierenden Schnittpunkten wird ein Kantengraph berechnet. In diesem Kantengraphen wird dann mittels bekannter Graphalgorithmen nach zweidimensionalen Strukturen der zu erkennenden Objekte gesucht. Wurde ein solches Objekt gefunden, so kann mit den Korrespondenzen der gefundenen Kanten und Schnittpunkte und einem Weltmodell des Objektes die relative Lage des Objektes berechnet werden.

Die Abbildung zeigt die einzelnen Schritte der Bildverarbeitung des AR-PDA Projekts: Kantenextraktion, Berechnung des Kantengraphen, Suchen nach bekannten Strukturen und Berechnung der relativen Lage.

Ein im C-LAB entwickelter inkrementeller Ansatz zur 3D-Lagebestimmung verwendet statistische Filter (z.B. Kalman-Filter), um eine robuste Lagebestimmung auch dann zu gewährleisten, wenn aktuell keine bekannten Objekte im Bild vorhanden sind.

Die Paderkicker und der Roboterkopf MEXI arbeiten ebenfalls mit den auf CV-SDF basierenden Merkmalsextraktionen. Die Paderkicker verwenden die Flächenextraktionen, um die farbigen Tore, die Eckpfosten und die Gegner zu erkennen. Aus diesen Informationen wird dann ähnlich wie bei AR-PDA die Position des Roboters auf dem Feld berechnet. MEXI verwendet die Flächenmerkmale, um menschliche Gesichter grob im Bild zu lokalisieren. Eine genauere Lokalisierung und Identifizierung erfolgt anschließend durch ein Verfahren, das eine für ein menschliches Gesicht passende Schablone über die extrahierte Fläche schiebt und die Ähnlichkeit der Schablone mit den Pixelbildern berechnet.

## SELBSTOPTIMIERENDE SYSTEME DES MASCHINENBAUS

Das C-LAB bearbeitet im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 614 Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus ([www.sfb614.de](http://www.sfb614.de)) in Zusammenarbeit mit dem MLaP (Mechatronik Laboratorium Paderborn) das Teilprojekt C3 – Agentenbasierte Regler.

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Realisierung

been developed at C-LAB operates with statistical filters (for example Kalman filters) to ensure robust positioning



**Bild 14: Schritte in der Bildverarbeitung in AR-PDA**

**Fig. 14: Steps of image processing in AR-PDA**

even if no known objects are currently in the image.

The Paderkickers and the robot head MEXI also operate with feature extractions based on CV-SDF. The Paderkickers use region extractions to recognize the colored goals, corner posts and opponents. The position of the robot on the field is calculated from this information in a way similar to AR-PDA. MEXI uses region characteristics to roughly locate human faces in the image. This is followed by a more precise location and identification process based on a method that superimposes a template fitting a human face on the extracted region, and calculates the similarity of the template to the pixel images.

## SELF-OPTIMIZING SYSTEMS IN MECHANICAL ENGINEERING

As part of the DFG's Self-Optimizing Systems in Mechanical Engineering collaborative research center (SFB 614; visit [www.sfb614.de](http://www.sfb614.de)) C-LAB is working together with MLaP (Mechatronik Laboratorium Paderborn) on the C3 subproject - Agent-Based Controllers.

Work here mainly focuses on the realization of hierarchical, self-optimizing, behavior-based controller systems. The concept of the Operator-Controller Module (OCM; see Fig. 15) was used for this purpose.

An OCM is split up into a quasi-continuous part (the operator) and a discrete part (the controller). The controller is used to control technical systems digitally. Together with the technical system, it forms the actual control loop. Above the controller is the operator, in which both model-based and behavior-based optimizations are supported.

Model-based optimization relies on mathematical mod-

hierarchischer, selbstoptimierender, verhaltensbasierter Reglersysteme. Hierzu wird das Konzept des Operator-Controller-Moduls (OCM) genutzt (siehe Bild 15).

Ein OCM teilt sich auf in einen quasi-kontinuierlichen (den so genannten Operator) und einen diskreten Teil (den Controller). Im Controller befindet sich die digitale Regelung, die das technische System regelt. Er bildet mit dem technischen System den eigentlichen Regelkreis. Oberhalb des Controllers befindet sich der Operator, in dem sowohl modellbasierte als auch verhaltensbasierte Optimierungen möglich sind.

Die modellbasierte Optimierung basiert auf Grundlage von mathematischen Modellen der Strecke und Regler. Regelungsparameter werden mit einem Optimierer verbessert und auf sich möglicherweise neu ergebende Zielvektoren angepasst. Die so gewonnenen Parameter können anschließend im Controller in Eingriff gebracht (übertragen/überblendet) werden.

Die verhaltensbasierte Optimierung verfolgt ein ähnliches Ziel, nur mit dem Unterschied, dass zur Regelung Reiz-Reaktionsschemata genutzt werden und keine explizite Modellbildung wie in der klassischen Regelungstechnik benötigt wird. Die teilweise sehr aufwändige und langwierige Modellbildung auf der Grundlage von Differentialgleichungssystemen wird dabei vermieden. Diese in einfacher Ausführung rein reaktiven Systeme stammen aus der Agententheorie und werden durch Planungs- und Lernkomponenten zu so genannten deliberativen Systemen.

In der ersten Phase wird die Infrastruktur für agenten-

els of the controlled system and controllers. Control parameters are enhanced with an optimizer and adjusted to any new target vectors that come about. The parameters obtained in this way can then be dealt with in the controller (transferred/superimposed).

Behavior-based optimization pursues a similar goal, but with the difference that stimulus-response schemata are used for control and that, unlike classic control technology, no explicit modeling is required. Modeling on the basis of differential equation systems, which can be very elaborate and time-consuming, is avoided. These purely reactive systems are quite simple and originate from

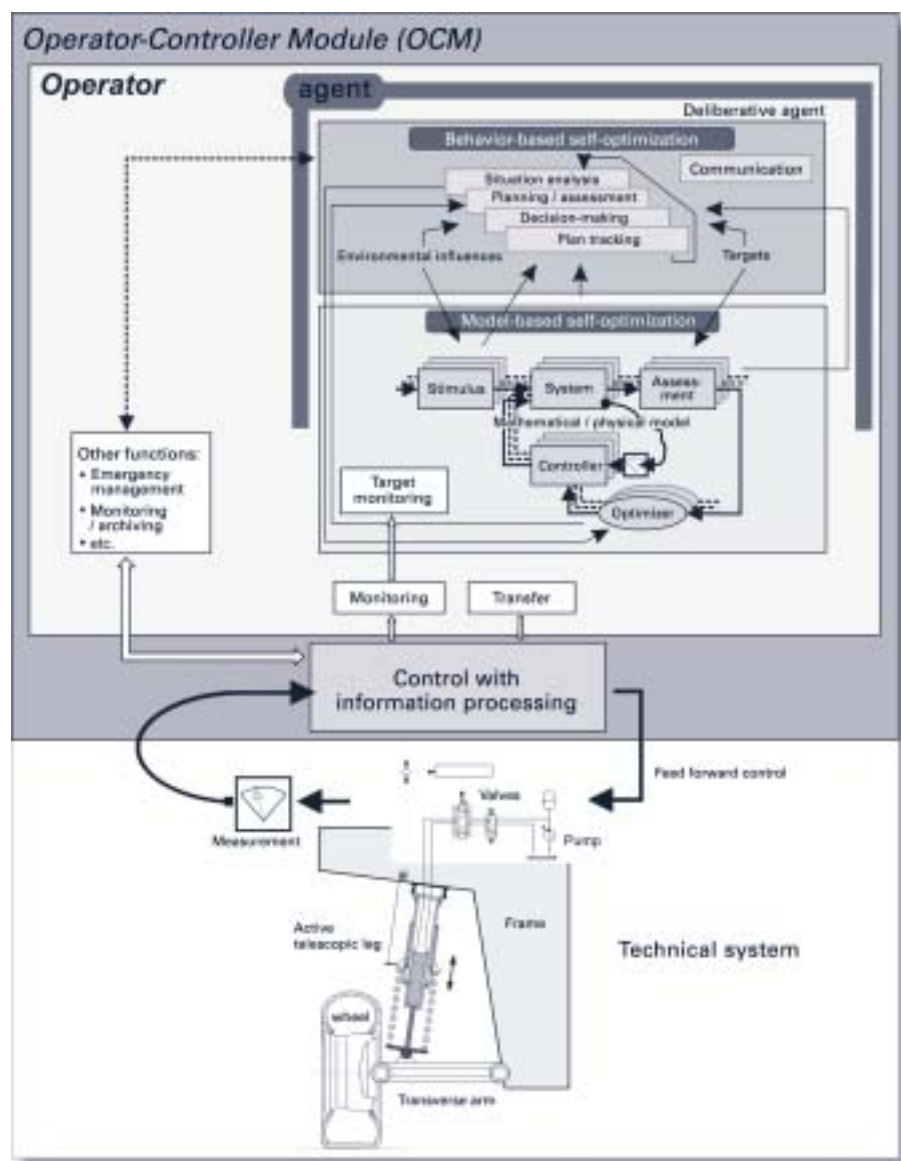


Bild 15: Das Operator Controller Modul

Fig. 15: The Operator Controller Module



basierte Regler festgelegt. Für den deliberativen Anteil des OCM-Moduls wurde das Expertensystem CLIPS (C Language Integrated Production System) gewählt. Die Verwaltung von vorgegebenem Wissen und auch dessen Modifikation und Erweiterung wird durch CLIPS ermöglicht. Die Integrationsfähigkeit wurde an Hand einer Laufzeitplattform für verteilte mechatronische Systeme gezeigt. Die exemplarische Integration des Expertensystems in die im MLaP entwickelte Laufzeitplattform IPANEMA (Integration Platform for Networked Mechatronic Applications) hat ergeben, dass die oben vorgestellten OCM-Komponenten abgedeckt werden können.

Laufende Arbeiten betrachten die Erweiterung der kommerziellen Entwicklungsumgebung für mechatronische Systeme, CAMEL-View der Firma iXtronics, um die zuvor genannte Expertensystem-Komponente CLIPS. Diese Erweiterung wird prototypisch an Hand einer aktiven Federung eines Fahrzeuges evaluiert. Das Werkzeug bietet die Möglichkeit, ein System zu entwickeln, zu simulieren und Code für unterschiedliche Zielplattformen zu erzeugen. Der gewählte Ansatz ermöglicht es, zusätzliche Module einzubinden, um das Gesamtsystem um z.B. Lernfähigkeit zu erweitern. Das System wird durch ein solches Lernmodul in die Lage versetzt, z.B. durch Bewertung von Erfolg oder Misserfolg vorhandene Verhaltensweisen an neue Anforderungen anzupassen oder neue Verhaltensweisen zu erlernen.

## MEXI

MEXI (Machine with Emotionally eXtended Intelligence) ist ein Roboterkopf, der künstliche Emotionen in der Kommunikation mit seinem menschlichen Gegenüber zeigt (siehe Abbildung 16). Zur Wahrnehmung seiner Umwelt besitzt MEXI zwei Kameras und zwei Mikrofone. Um seine Gefühle mittels der Gesichtsmimik auszudrücken, besitzt MEXI 15 Freiheitsgrade (DOF), die über Modellbauservos gesteuert werden. Lautsprecher in MEXI's Mund erlauben die Ausgabe natürlicher Sprache, die durch Stimmmodulation und Satzmelodie ebenfalls MEXI's Emotionen anzeigt.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wird MEXI um die Eingabe gesprochener Sprache und die Erkennung von Sprecheremotionen erweitert. Diese Eingaben werden zusammen mit den visuellen Eingaben zur Handlungssteuerung verwendet. Diese besteht aus einem Verhaltenssystem

agent theory. They are turned into so-called deliberative systems by means of planning and learning components.

The infrastructure for agent-based controllers is defined in the first phase. The expert system CLIPS (C Language Integrated Production System) was chosen for the deliberative part of the OCM model. CLIPS is used to manage, modify and extend specified knowledge. Integrability was demonstrated on the basis of a runtime platform for distributed mechatronic systems. Integrating the expert system in MLaP's runtime platform IPANEMA (Integration Platform for Networked Mechatronic Applications) showed that the OCM components presented above can be covered.

Work on adding the above-mentioned expert system component CLIPS to CAMEL-View from iXtronics, a commercial development environment for mechatronic systems, is in progress. In a prototype, this extension is being evaluated on the basis of an active suspension module of a vehicle. The tool makes it possible to develop and simulate a system and generate code for different target platforms. The approach that has been chosen enables additional modules to be integrated in order to extend the overall system, for example by adding learning capability. Such a learning module puts the system in a position, for example, to adapt existing behaviors to new requirements by analyzing success or failure, or to learn new behaviors.

## MEXI

MEXI (Machine with Emotionally eXtended Intelligence) is a robot head that shows artificial emotions in its communication with humans (see Fig. 16). MEXI has two cameras and two microphones to perceive its environment. To express its feelings by means of facial expressions, MEXI has 15 degrees of freedom (DOF) that are controlled via modelcraft servos. Loudspeakers in MEXI's mouth support the output of natural speech, which also shows MEXI's emotions through voice modulation and prosody.

As part of a student's thesis, MEXI is being enhanced to handle speech input and recognize speaker emotions. These inputs are used in conjunction with the visual inputs to control actions. Action control consists of a behavior system and an emotion engine. The behavior system processes perceptions in an entirely reactive way. It was implemented by means of a network of basic behaviors

und einer so genannten Emotion Engine. Das Verhaltenssystem verarbeitet die Wahrnehmungen rein reaktiv. Es wurde durch ein Netzwerk von Basisverhalten realisiert (z.B. Lächeln, Verfolgen eines menschlichen Gesichts), das nach den Prinzipien der verhaltensbasierten Architekturen und den Motor Schemes von Arkin aufgebaut ist. Die Emotion Engine verwaltet MEXI's internen Zustand, der sich aus Emotionen

und Bedürfnissen zusammensetzt. Auf Grund des internen Zustandes und der externen Wahrnehmungen steuert bzw. konfiguriert die Emotion Engine die Auswahl von Verhaltensweisen im Verhaltenssystem. Diese können ihrerseits wiederum MEXI's internen Zustand beeinflussen.

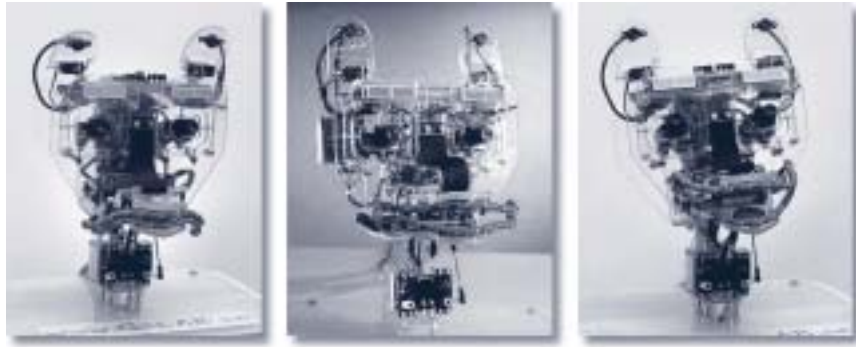
Im Unterschied zu sonstigen zielgerichteten Agenten, die meistens eine bestimmte Aufgabe in ihrer Umgebung erfüllen sollen, baut MEXI (Emotion Engine und Verhaltenssystem) kein Modell der Umwelt auf, sondern verfolgt allein das interne Ziel, seine Bedürfnisse in einem homöostatischen Bereich zu halten.

Zur Zeit hat MEXI die Bedürfnisse, mit Menschen zu kommunizieren und zu spielen, entweder mit seinem Spielzeug oder dem Pinguin Tux. Er versucht, diese Bedürfnisse im homöostatischen Bereich zu halten. Im Laufe der Zeit wächst z.B. das Spielbedürfnis. Je stärker dieses Bedürfnis wird, desto mehr wird MEXI versuchen, es zu befriedigen, indem er sein Spielzeug sucht. Während des Spiels (Anschauen des Spielzeugs) wird das Bedürfnis wieder schwächer, bis er das Spielzeug schließlich beiseite lässt.

Die Bedürfnisse hängen eng mit den Emotionen zusammen. Wird z.B. sein Spielbedürfnis erfüllt, so freut sich MEXI. Wird ihm das Spielzeug weggenommen, wenn sein Spielbedürfnis noch nicht befriedigt ist, wird er ärgerlich. Diese Emotionen zeigt MEXI in seinem Gesichtsausdruck und seinen sprachlichen Äußerungen.

#### ENTWICKLUNG VON MIDDLEWARE-KOMPONENTEN FÜR EINE FLEXIBLE ARCHITEKTUR IM AUTOMOBIL

Im Rahmen des BMBF-geförderten ITEA-Projekts *EAST-EEA* (European Automotive Software Technology, Embed-



**Bild 16: MEXI mit unterschiedlichen Gesichtsausdrücken**

**Fig. 16: MEXI with different facial expressions**

(for example smiling, following a human face) built according to the principles of behavior-based architectures and Arkin's motor schemes. The emotion engine manages MEXI's internal state, which is made up of emotions and needs. On the basis of this internal state and external perceptions, the emotion engine controls or configures the selection of behaviors in the behavior system. These in turn can influence MEXI's internal state.

In contrast to other agents whose purpose is mostly to fulfill a specific task in their environments, MEXI (emotion engine and behavior system) does not model the environment but merely pursues the internal goal of keeping its needs in a homeostatic range.

At present MEXI's needs are to communicate with people and to play either with its toy or the penguin Tux. MEXI tries to keep these needs in the homeostatic range. For example, the need to play increases over time. The stronger this need, the more MEXI will try to satisfy it by looking for its toy. During the game (looking at the toy) the need diminishes until MEXI finally leaves the toy alone.

Needs are closely linked to emotions. For example, MEXI is pleased when its need to play is satisfied, and gets angry if the toy is taken away before its need to play has been satisfied. MEXI shows these emotions in its facial expression and uttered speech.

#### DEVELOPMENT OF MIDDLEWARE COMPONENTS FOR A FLEXIBLE ARCHITECTURE IN VEHICLES

In the BMBF-funded ITEA project *EAST-EEA* (European Automotive Software Technology, Embedded Electronic Architecture) C-LAB is collaborating with partners from the automotive industry (OEMs, suppliers and research/high-

ded Electronic Architecture) wird mit Partnern aus der Automobil-Industrie (OEMs und Zulieferern sowie Forschungsinstituten/Hochschulen) ein Konzept für eine einheitliche Architektur für elektronische Steuergeräte (ECUs) im Auto definiert. Motivation für das Projekt stellt unter anderem der zunehmende Anteil an Software im Fahrzeug (Steer-by-Wire, Brake-by-Wire) mit seinen Integrationsherausforderungen dar, aber auch die Veränderung der Wertschöpfungskette in der Automobil-Industrie.

Das Konzept soll nicht nur das Software Engineering im Automobil-Umfeld unterstützen, z.B. durch eine Architektur-Definitionssprache, sondern auch Technologien bereitstellen, die die Anforderungen neuer Applikationen wie z.B. "remote Diagnosis" oder "Software Download" abdecken.

Einen besonderen Schwerpunkt stellt die Forderung nach Interoperabilität der Software in den eingesetzten elektronischen Steuergeräten dar. Ein Teilziel ist deshalb der Entwurf einer geeigneten Middleware-Architektur, die die Applikationen innerhalb eines Teilbereichs unabhängig von charakteristischen Merkmalen der Plattform (Software, Verbindungsmedium, Hardware, Hersteller) macht. Darüber hinaus sollen die vier Anwendungsbereiche im Fahrzeug – Powertrain, Chassis, Body, Telematik und Mensch-Maschine-Schnittstelle – über eine Middleware so verbunden werden, dass mehr Daten und Funktionen gemeinsam verwendet werden können.

Das C-LAB beteiligt sich an der Spezifikation einer Middleware für den Telematikbereich. Nach dieser Spezifikation in Zusammenarbeit mit den Partnern Bosch, Fiat, Magnetti Marelli und Volvo werden zwei existierende Technologien evaluiert. Dazu implementiert das C-LAB einen Anwendungsfall, der die Kopplung eines Service Gateways mit einer verteilten Middleware-Lösung beinhaltet. Mit Hilfe eines "Personal Digital Assistant" oder eines Home PCs werden Multimedia-Inhalte wie Audio MP3-Dateien aus dem Heimbereich in das elektronische Netzwerk im Automobil auf das entsprechende Gerät zum Speichern oder Abspielen geladen.

Der Anwendungsfall reflektiert ein immer stärker in den Vordergrund tretendes Merkmal eines Fahrzeugs, sein sogenanntes "Infotainment"-System (Kunstwort aus Information und Entertainment). Mit Hilfe der Eigenschaften dieses Systems werden neue Dienste möglich bzw. wird auch die Konvergenz von Fahrzeugnetzen und Heimnetzen deutlich. Aus diesem Grund wird der Prototyp für den An-

er education institutions) to define a concept for a uniform architecture for electronic control units (ECUs) in vehicles. This project was motivated by the increasing amount of software in vehicles (steer by wire, brake by wire) and the integration challenges that this entails, but also by changes in the automotive industry's value chain.

The concept is not only intended to support software engineering in the automotive environment, for example via an architecture definition language (see below), but also to provide technologies covering the requirements of new applications such as remote diagnosis and software downloading.

Research is focusing in particular on the requirement for software interoperability in the deployed ECUs. One sub-target is therefore to design a suitable middleware architecture that will make applications within a sub-area independent of features of the platform (software, connection medium, hardware, manufacturer). On top of this, the four application areas in a vehicle – power train, chassis, body, and telematics and human-machine interface – are due to be connected via middleware so that more data and functions can be shared.

C-LAB is taking part in the specification of middleware for telematics. Two existing technologies are being evaluated according to this specification in conjunction with our partners Bosch, Fiat, Magnetti Marelli and Volvo. Here, C-LAB is implementing an application case involving the coupling of a service gateway to a distributed middleware solution. With the aid of a personal digital assistant or home PC, multimedia content such as audio MP3 files can be loaded from the home area to the electronic network in the vehicle where it can be stored or played on the device in question.

This application case reflects a vehicle feature that is becoming increasingly more important – the infotainment system. This system supports new services and makes the convergence of vehicle networks and home networks apparent. This is why the prototype for the application case is being built from components originating from consumer electronics.

Our partners will later use this architecture as a reference, in accordance with their application cases. Specific extensions will also be made, for example power management for use in vehicles.

wendungsfall aus Komponenten aus dem Bereich Consumer-Elektronik aufgebaut.

Diese Architektur wird im Weiteren von den Partnern entsprechend ihrer Anwendungsfälle als Referenz genutzt. Zusätzlich werden spezifische Erweiterungen wie z.B. Power-Management für den Einsatz im Fahrzeug vorgenommen.

### VERLUSTLEISTUNGSREDUKTION MIT HILFE SPEZIELLER ARCHITEKTURVARIANTEN

Bei den heutigen elektronischen Geräten ist die Reduktion der Verlustleistung ebenso wichtig wie die Performance und der Flächenbedarf. Eine Verlängerung der Betriebszeiten solcher Geräte kann durch verschiedene Verfahren auf den unterschiedlichsten Entwurfsebenen des Entwurfs erreicht werden. Im Projekt EVA (Entwurf verlustarmer Architekturvarianten) des DFG-Schwerpunktprogramms "Grundlagen und Verfahren verlustarmer Informationsverarbeitung" (VIVA) wird untersucht, inwieweit verschiedene Architekturvarianten zur Reduktion der Verlustleistung beitragen können. Weiterhin wurde für diese Architekturvarianten eine High-Level-Synthese entwickelt. High-Level-Synthese ist die Abbildung einer Verhaltensbeschreibung auf eine Strukturbeschreibung. Bei den zugrunde liegenden Architekturvarianten handelt es sich um zwei verschiedene Ausprägungen von bit-seriellen Architekturen. Die erste Ausprägung ist die im DFG-Schwerpunktprogramm "Rapid Prototyping für integrierte Steuerungssysteme mit harten Echtzeitbedingungen" im Projekt REDA entwickelte asynchrone bit-serielle FLYSIG (dataFlow oriented delaY insensitive SIGnal processing)-Architektur. Bei der zweiten Ausprägung einer bit-seriellen Architektur handelt es sich um eine selbststeuernde rekonfigurierbare Pipeline-Architektur mit dem Namen MACT (siehe <http://www.mact.de>). Für die MACT-Architektur wurde eine komplette High-Level-Synthese entwickelt. Das Ziel bei der Entwicklung der High-Level-Synthese war es, Deaktivierungsmechanismen (z.B. "gated clocks" oder "guarded evaluation") in das Schaltungsdesign zu integrieren. Den Kern des Syntheseprozesses bilden die Ablaufplanung der Operatoren, die Allokation der Operatoren und die Bindung der Operatoren an reale Ressourcen. Im Projekt EVA wurde nun ein spezielles Syntheseverfahren ermittelt, das es erlaubt, die zuvor bereits genannten Deaktivierungsmechanismen in den Synthese-

### SPECIAL LOW POWER ARCHITECTURE VARIANTS

As far as today's electronic devices are concerned, the low power issues are just as important as performance and space requirements. It is possible to extend the operating times of such devices by using various methods on the different design levels. The EVA project (Design of Low-Power Architecture Variants) is part of the DFG's Information Processing with Low Power Consumption (VIVA) priority program, and is examining how different architecture variants could help to reduce power loss. In addition, a high-level synthesis has been developed for these architecture variants. High-level synthesis involves the mapping of a behavior description onto a structure description. The underlying architecture variants are two different types of bit-serial architectures. The first type is the asynchronous bit-serial FLYSIG architecture (dataFlow oriented delaY insensitive SIGnal processing), which was developed in the REDA project as part of the DFG's priority program Rapid Prototyping for Integrated Control Systems with Hard Real-Time Conditions. The second type of bit-serial architecture is a self-controlling reconfigurable pipeline architecture named MACT (see <http://www.mact.de>). A complete high-level synthesis was developed for the MACT architecture. The goal of developing the high-level synthesis was to integrate deactivation mechanisms (for example gated clocks or guarded evaluation) in the circuit design. The core of the synthesis process is formed by the scheduling and allocation of operators and the binding of operators to real resources. In the EVA project, a special synthesis method has been developed that makes it possible to integrate the above-mentioned deactivation mechanisms in the synthesis process, in particular in scheduling. In the current funding period, we are investigating how to add the aspect of synthesis for communication channels to the synthesis method that was developed in the previous funding period. In the past, when a system specification was mapped onto an architecture the aspect of communication was not considered from the low-power point of view. Here, two approaches are possible. Mapping of communication onto real communication resources is considered in the first approach. In the second approach, power can be saved by selecting the real resource and the communication protocols. The EVA project is looking at the first approach and concentrating on the mapping process (communication synthe-



prozess, dabei insbesondere in die Ablaufplanung zu integrieren. In der aktuellen Förderperiode wird untersucht, inwieweit das in der vorangegangenen Förderperiode entwickelte Syntheseverfahren um den Aspekt der Synthese für Kommunikationskanäle erweitert werden kann. Bei der Abbildung einer Systemspezifikation auf eine Architektur wurde bisher der Aspekt der Kommunikation nicht unter dem Gesichtspunkt betrachtet, eine Verlustleistungsreduktion zu integrieren. Hier können zwei Ansätze unterschieden werden. Im ersten Ansatz wird die Abbildung der Kommunikation auf reale Kommunikationsressourcen betrachtet. Im zweiten Ansatz kann durch Selektion der realen Ressource und der Kommunikationsprotokolle Leistung eingespart werden. Im Projekt *EVA* wird der erste Ansatz betrachtet. Der Abbildungsprozess steht dabei im Vordergrund (Kommunikationssynthese). Dazu sollen die bereits in den ersten Förderperioden entwickelten Verfahren zum An- und Abschalten (guards) in die Kommunikationssynthese integriert werden. Dabei kann das in der zweiten Förderperiode entwickelte Scheduling-Verfahren um Kommunikationsaspekte erweitert werden. Das entwickelte Verfahren soll auf Beispiele der Signalvorverarbeitung und für Filteralgorithmen, wie man sie aus der Bild- und Sprachverarbeitung kennt, angewendet werden.

#### ENTWURF DYNAMISCH REKONFIGURIERBARER SYSTEME

Im Rahmen des DFG-Sonderforschungsbereichs 376, "Massive Parallelität", wurden weitere Komponenten einer Methodik zum durchgängigen Entwurf verteilter eingebetteter Realzeitsysteme entwickelt. Im Mittelpunkt stand weiterhin die Behandlung von Komponenten dieser Systeme, die sich zur Laufzeit dynamisch verändern. Die Entwicklung von Entwurfsmethoden für derartige Systeme ermöglicht die Behandlung von Systemen, deren globale Struktur sich während der Laufzeit verändert, d.h. beispielsweise von mobilen Adhoc-Netzwerken. Als konkretes Beispiel für ein solches System wurde in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Rückert an der Universität Paderborn ein Kreuzungsmanagement mit Khepera Minirobotern realisiert (vgl. Bild 17). Die Verhaltensweisen der einzelnen Roboter in dem Szenario wurden mit erweiterten Prädikat/Transitionsnetzen (Pr/T-Netze) spezifiziert. Mit den von uns bereitgestellten Entwurfswerkzeugen konnte

sis). The methods for activation and deactivation (guards) that were developed in the initial funding periods are due to be integrated in communications synthesis. Here, the scheduling procedure that was developed in the second funding period can be expanded by communication aspects. The method that has been developed is intended to be applied to examples from signal preprocessing and for filter algorithms, as known from image and speech processing.

#### DESIGNING DYNAMICALLY RECONFIGURABLE SYSTEMS

Additional components of a methodology for the end-to-end design of distributed, embedded real-time systems were developed as part of the DFG's Massive Parallelism collaborative research center. The focus remained on the handling of components in this system that change dynamically at runtime. The development of design methods for such systems enables us to handle systems whose global structure changes at runtime, for example ad hoc mobile networks. Crossroad management was developed in conjunction with the Rückert working group at the University of Paderborn on the basis of Khepera mini robots as a specific example of such a system (see Fig. 17). The behaviors of the individual robots in the scenario were specified with extended predicate/transition nets (Pr/T nets). The design tools that we provided made it possible to evaluate this description on an abstract level by means of simulation, and then to transfer it automatically to an implementation that can be executed on the Khepera microcontrollers.

In addition to work on the demonstrator, various components of the methodology were enhanced on the conceptual level. Among other things, a simulation platform for dynamically modifiable Pr/T nets was worked out on the basis of Jini. Jini simplifies implementation because it is possible to map the treated dynamic systems directly onto existing Jini classes. For example, processors can assume the role of Jini services, whereas nets are mapped on Jini clients that need a suitable service to be able to run. A code generator that generates interrupt-driven embedded control software from a Petri net has been realized in order to implement embedded systems automatically. For systems in which software implementation is impossible, we have developed initial concepts to map

diese Beschreibung auf einer abstrakten Ebene durch Simulation evaluiert und anschließend automatisch in eine Implementierung überführt werden, die auf den Mikrocontrollern des Kheperas ausführbar ist.

Neben den Arbeiten an dem Demonstrator wurden verschiedene Komponenten der Methodik konzeptionell weiterentwickelt.

U.a. wurde eine Simulationsplattform für dynamisch modifizierbare Pr/T-Netze auf der Basis von Jini erarbeitet. Jini erleichtert die Implementierung, da hier eine direkte Abbildung der behandelten dynamischen Systeme auf bestehende Jini-Klassen möglich ist: Prozessoren übernehmen beispielsweise die Rolle von Jini-Services, während Netze auf Jini-Clients abgebildet werden, die einen geeigneten Service für ihre Ausführung benötigen. Für die automatische Implementierung eingebetteter Systeme wurde eine Codegenerierung realisiert, die aus einem Petri-Netz Interrupt-getriebene eingebettete Steuerungs-Software erzeugt. Für Systeme, bei denen eine Software-Implementierung nicht möglich ist, haben wir erste Konzepte erarbeitet, um die erweiterten Pr/T-Netze auf SystemC-Code abzubilden, aus dem Hardware-Implementierungen abgeleitet werden können.

Weitere Arbeiten beschäftigen sich mit der Analyse des Zeitverhaltens und Lastbalancierung in eingebetteten Realzeitsystemen. Die in den vergangenen Jahren entwickelten Verfahren zur Analyse der Worst-Case-Execution-Time (WCET) auf der Ebene von Pr/T-Netzen sowie die konstruktive WCET-Analyse, die zu einem gegebenen Pr/T-Netz mit Echtzeitrestriktionen einen geeigneten Prozessor vorschlägt, wurden weiter entwickelt und in den Gesamt-Entwurfsablauf für dynamisch rekonfigurierbare Systeme integriert.

Bei den hier betrachteten Systemen ist sowohl das aktuelle System (d.h. die Menge der Tasks) als auch die Zielarchitektur (d.h. die Menge der verfügbaren Prozessoren) zur Laufzeit veränderlich. Die konstruktive WCET-Analyse ist daher ein wesentlicher Bestandteil eines Verfahrens zur Allokation von dynamisch veränderlichen Task-Graphen auf gleichermaßen veränderliche Ressourcengraphen. Im Gegensatz zu herkömmlichen WCET-Analyseverfahren kann die konstruktive WCET-Analyse auch



**Bild 17: Kreuzungsmanagement**

**Fig. 17: Crossroad management**

the extended Pr/T nets to SystemC code from which hardware implementations can be derived.

Other work involves analysis of timing behavior and load balancing in embedded real-time systems. The methods that have been developed in the past years to analyze the worst-case execution time (WCET) on the level of Pr/T nets and constructive WCET analysis, which suggests a suitable processor for a given Pr/T net with real-time restrictions, were developed further and integrated in the overall design process for dynamically reconfigurable systems.

In the systems considered here, both the current system (i.e. the number of tasks) and the target architecture (i.e. the number of available processors) can be changed at runtime. Constructive WCET analysis is therefore a major part of a method to allocate dynamically changeable task graphs to changeable resource graphs. In contrast to conventional WCET analysis methods, constructive WCET analysis can also take place online at system runtime. For a given task it then delivers a measure of the required computing power so that a suitable processor can be chosen online from those that are available at the moment.

This allocation problem is a load-balancing problem in principle, but other constraints and targets are considered than usually. Here, the goal is not to provide all existing processors with as even a workload as possible. Instead, it suffices when all existing tasks are executed fast enough, i.e. complying with real-time conditions. In addition to computing performance it is also necessary to allow for the available memory space, which is generally very limited in embedded systems. Existing load-balancing algorithms have generally neglected this aspect. The fact that the number of available processors is changeable was also disregarded in load-balancing methods to



online zur Laufzeit des Systems durchgeführt werden. Für eine gegebene Task liefert sie dann ein Maß für die erforderliche Rechenleistung, so dass unter den gerade vorhandenen Prozessoren online ein geeigneter ausgewählt werden kann.

Bei diesem Allokationsproblem handelt es sich im Prinzip um ein Lastverteilungsproblem. Dabei werden jedoch andere Nebenbedingungen und Zielsetzungen betrachtet als sonst üblich. Das Ziel ist hier nicht eine möglichst gleichmäßige Auslastung aller vorhandenen Prozessoren, sondern es genügt, wenn alle vorhandenen Tasks schnell genug, d.h. unter Einhaltung ihrer Echtzeitbedingungen, ausgeführt werden. Weiterhin muss neben der Rechenleistung auch der verfügbare – bei eingebetteten Systemen ja üblicherweise sehr begrenzte – Speicherplatz berücksichtigt werden, was bei vorhandenen Algorithmen zur Lastverteilung meist vernachlässigt wird. Auch die Tatsache, dass die Menge der verfügbaren Prozessoren veränderlich ist, wurde bisher bei Lastverteilungsverfahren nicht berücksichtigt.

In Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der AG Monien wurden die dort entwickelten verteilten Algorithmen zur Lastverteilung an unsere speziellen Gegebenheiten angepasst und in unser Modellierungsparadigma integriert.

## ENTWICKLUNG EINER ARCHITEKTURBESCHREIBUNGSSPRACHE

Angesichts der zunehmenden Bedeutung von Software in eingebetteten Echtzeitsystemen im Bereich der Automobilindustrie ist eine an die Bedürfnisse von Echtzeitsystemen angepasste Entwurfmethodik und Entwurfssprache von großer Bedeutung. Um eine einheitliche Architekturbeschreibungssprache für Anwendungen im Automobilbereich bereitzustellen, wird im BMBF-Förderprojekt EAST eine gemeinsame Architekturbeschreibungssprache entwickelt, die sich an die Unified Modeling Language (UML) anlehnt.

Da die in der einheitlichen Architekturbeschreibungssprache entwickelten Teilmodelle konsistent sein müssen und die Sprache UML bezüglich der Unterstützung von Konsistenz noch nicht ausreichend ist, ist ein Schwerpunkt der Forschung des C-LAB die Untersuchung genereller Konsistenzfragen von UML-Modellen. In den vergangenen Jahren ist im C-LAB eine allgemeine Methodik entwickelt worden, wie mit Konsistenzproblemen in UML

date.

In conjunction with members of the Monien working group at the University of Paderborn the distributed load balancing algorithms that were developed there were adapted to our specific situation and integrated in our modeling paradigm.

## DEVELOPING AN ARCHITECTURE DESCRIPTION LANGUAGE

A design methodology and a language adapted to the requirements of real-time systems are very important in view of the increasing significance of software in embedded real-time systems in automotive engineering. A common architecture description language that is geared to the Unified Modeling Language (UML) is being developed in the BMBF-funded EAST project in order to provide a uniform architecture description language for applications in the automotive industry.

Since the submodels developed in the uniform architecture description language must be consistent and UML is inadequate when it comes to support for consistency, one key research activity at C-LAB has been to investigate general consistency issues of UML models. In the past years C-LAB has developed a general methodology to deal with consistency problems in UML. This methodology is based on an examination of the relationships between various UML diagram types and on the mapping of submodels onto suitable formal models. Consistency problems arise because related aspects of a system (for example exchange of messages) are modeled in different submodels (for example in sequence diagrams and state charts). Part of the methodology developed at C-LAB is therefore to identify these related aspects. Building on this, a suitable formal model is sought for each aspect (for example the formal language CSP). When a UML model has been transformed into such a formal model, precise consistency conditions can be specified in the formal model. The transformation of specific UML models into a formal model and the subsequent checking of consistency conditions by suitable formal verification tools (for example model checkers) count as consistency checks. The result of such a consistency check is that the UML model is either consistent or inconsistent. In the latter case, the model must be modified accordingly by software developers.

umgegangen werden kann. Die Methodik basiert auf einer Untersuchung der Beziehungen verschiedener Diagrammarten der UML und auf einer Abbildung von Teilmodellen in geeignete formale Modelle. Konsistenzprobleme entstehen dadurch, dass in verschiedenen Teilmodellen (z.B. in Sequenzdiagrammen und Statecharts) verwandte Aspekte eines Systems modelliert werden (z.B. der Austausch von Nachrichten). Ein Bestandteil der im C-LAB entwickelten Methodik ist daher das Identifizieren dieser verwandten Aspekte. Darauf aufbauend wird für jeden Aspekt ein geeignetes formales Modell gesucht (z.B. die formale Sprache CSP). Nach einer Transformation eines UML-Modells in ein solches formales Modell, können dann präzise Konsistenzbedingungen im formalen Modell angegeben werden. Die Transformation von konkreten UML-Modellen in ein formales Modell und die anschließende Überprüfung der Konsistenzbedingungen durch geeignete formale Verifikationswerkzeuge (z.B. Model Checker) wird als Konsistenzcheck aufgefasst. Das Ergebnis eines solchen Konsistenzchecks ist, dass das UML-Modell entweder konsistent oder inkonsistent ist. Im letzteren Fall muss dann das Modell durch den Software-Entwickler entsprechend verändert werden.

Die entwickelte Methodik wird im Rahmen des *EAST*-Projektes für die Konsistenz von verschiedenen Artefakten erprobt. Da insbesondere die Transformation von UML-Modellen in formale Modelle im täglichen Einsatz des Software-Entwicklers nur durch geeignete Werkzeugunterstützung möglich ist, wurde zusätzlich zur Methodik an sich das Konzept einer sogenannten "Consistency Workbench" entwickelt. Ziel dieses Werkzeugs ist es, das in UML-basierten Entwicklungsprozessen erforderliche Konsistenzmanagement in geeigneter Form zu unterstützen. Wesentliche Bestandteile der Consistency Workbench sind die regelbasierte Definition von Transformationen von UML-Modellen in formale Modelle sowie die Integration dieser Transformationen in Workflows zur Beschreibung von

The methodology that has been developed is being tested in the *EAST* project to check the consistency of various artifacts. The concept of a Consistency Workbench was developed in addition to the methodology itself because UML models, in particular, can only be transformed into formal models when software developers have suitable tools for their day-to-day activities. This tool aims to support consistency management, which is required in UML-based development processes. Major components of the Consistency Workbench include rule-based definition of transformations of UML models to formal models and the integration of these transformations in workflows to describe consistency checks. This concept has been implemented in a research prototype by a project group organized by the Engels working group at the University of Paderborn. The Consistency Workbench currently supports transformation of UML state charts and collaboration diagrams into a CSP language model.

Fig. 18 shows the definition of a consistency check in the Consistency Workbench. Artifact selection in the Consistency Workbench can be seen in the left part of the figure. A consistency check is modeled by means of an adapted activity diagram on the right. A consistency check comprises a workflow that integrates various activities. The figure shows different transformation activi-

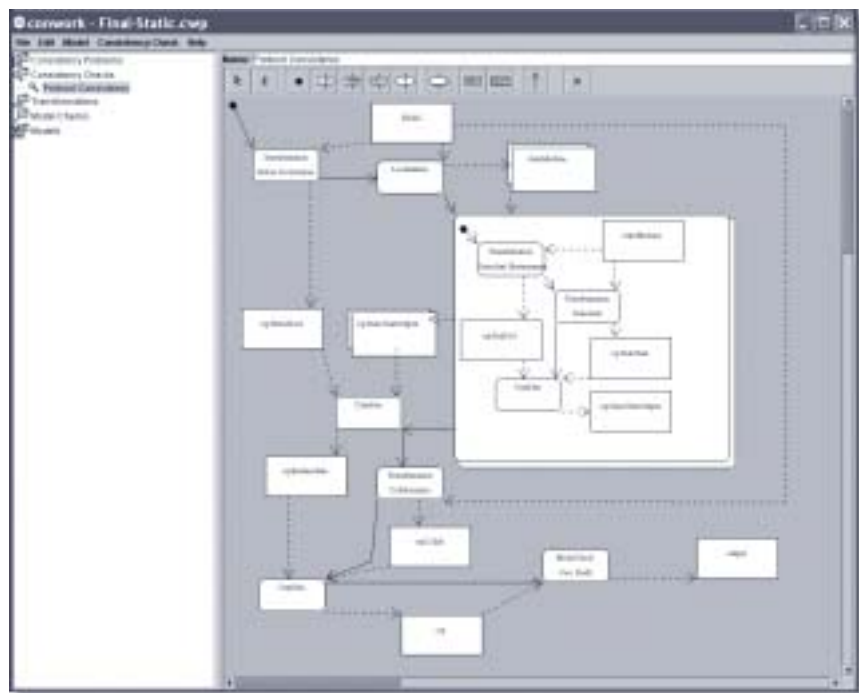


Bild 18: Definition eines Konsistenzchecks in der Consistency Workbench

Fig. 18: Definition of a consistency check in the Consistency Workbench

Konsistenzchecks. Im Rahmen einer Projektgruppe ist dieses Konzept in einem Forschungsprototypen umgesetzt worden. Gegenwärtig unterstützt die Consistency Workbench die Transformation von UML-Statecharts und UML-Kollaborationsdiagrammen in ein Modell der Sprache CSP.

In Bild 18 sieht man die Definition eines Konsistenzchecks in der Consistency Workbench. Auf der linken Seite der Abbildung ist die Artefaktauswahl der Consistency Workbench zu sehen. Auf der rechten Seite wird ein Konsistenzcheck durch ein adaptiertes Aktivitätendiagramm modelliert. Ein Konsistenzcheck besteht aus einem Workflow, der verschiedene Aktivitäten integriert. In der Abbildung sind dazu unterschiedliche Transformationsaktivitäten ("Transformation"), eine Lokalisationsaktivität ("Localization", zur Bestimmung der relevanten Statecharts des UML-Modells), eine Modelcheckaktivität ("Model Check") und Kombinationsaktivitäten ("Combine") zu sehen (siehe abgerundete weiße Rechtecke). Jede Aktivität verarbeitet eine oder mehrere Eingabemodelle und erzeugt Ausgabe-modelle, die durch weiße Rechtecke dargestellt werden. Der Kontrollfluss im Aktivitätendiagramm wird durch durchgezogene Pfeile und der Objektfluss durch gestrichelte Pfeile modelliert.

In der Consistency Workbench ist gegenwärtig im Wesentlichen ein Konsistenzcheck zur Überprüfung von Protokollkonsistenz realisiert worden. Jedoch erlaubt es das Konzept des Werkzeugs auch, weitere Konsistenzchecks für andere UML-Modelle zu definieren. Dazu müssen weitere Abbildungen in geeignete formale Modelle entwickelt werden und diese in einen geeigneten Workflow zur Beschreibung eines Konsistenzchecks integriert werden. Gegenwärtig wird im C-LAB untersucht, ob und wie die Consistency Workbench für weitere Konsistenzchecks eingesetzt werden kann. Mit der Einführung des neuen UML 2.0 Standards muss die Consistency Workbench voraussichtlich auch aus technischer Sicht erweitert werden, um diese UML-Modelle verarbeiten zu können.

#### **Kontakt:**

Dr. Bernd Kleinjohann

email:

Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

ties, a localization activity to determine the relevant state charts of the UML model, a model check activity, and combined activities (see the white rectangles with rounded corners). Each activity processes one or more input models and generates output models that are represented by white rectangles. The control flow in the activity diagram is modeled by continuous arrows, and the object flow by dashed arrows.

Basically a protocol consistency check has been implemented at present in the Consistency Workbench. However, the concept of the tool permits additional consistency checks to be defined for other UML models. For this, other mappings must be developed in suitable formal models, and these must be integrated in a suitable workflow to describe a consistency check. C-LAB is currently examining whether and how the Consistency Workbench can be used for other consistency checks. Introduction of the new UML 2.0 standard means that the Consistency Workbench will probably need to be extended from a technical viewpoint in order to be able to process these UML models.

#### **Contact:**

Dr. Bernd Kleinjohann

email:

Bernd.Kleinjohann@c-lab.de



## ■ OPTISCHE AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK

### ÜBERBLICK

**D**ie Arbeitsgruppe Optical Interconnection Technology (OIT) hat ihr Ziel, die Entwicklung einer optischen Übertragungstechnik für sehr schnelle Intra-System-Datenverbindungen mittels in herkömmlichen Leiterplatten (PCB) integrierbaren optischen Multimode-Wellenleitern, konsequent weiterverfolgt. Im Rahmen der laufenden Förderprojekte und Verbundvorhaben wurden die Entwicklung eines Simulationswerkzeugs für die Signalübertragung auf optischen Multimode-Wellenleitern und die Erweiterung der Labor-Messtechnik sowie die Adaptierung und Modifikation standardisierter Messverfahren für die Bestimmung der Wellenleiterdämpfung vorangetrieben. Einen weiteren Schwerpunkt stellt die Erarbeitung von Konzepten für die Ein- und Auskopplung des Lichtes in die optischen Wellenleiter in der Leiterplatte dar.

Wesentlicher Aspekt sämtlicher Arbeiten ist dabei die Orientierung an Randbedingungen und Forderungen, die sich aus der industriellen Einsetzbarkeit und kommerziellen Verwertbarkeit der entwickelten Lösungen ableiten (z.B. Kompatibilität zu existierenden Lösungen der elektrischen Verbindungstechnik, Kosteneffizienz, Standardisierbarkeit). Die industrielle Einsetzbarkeit der neuen Technologie wird dabei gemeinsam mit den entsprechenden Entwicklungsabteilungen und Bereichen des Siemens-Konzerns als auch mit den auf dem Gebiet der optischen Verbindungstechnik arbeitenden Partnern aus den aktuellen Förderprojekten OptiCon und HOLMS (Alcatel, Harting KG, ILFA GmbH, MiLaSys GmbH, Universität Hagen, Heriot-Watt University Edinburgh, ETH Zürich) vorangetrieben.

Der Trend ständig steigender Übertragungsraten ist in

## ■ OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY

### OVERVIEW

**I**n the year under review, C-LAB's Optical Interconnection Technology (OIT) group consistently pursued its target of developing an optical interconnection technology for very fast intrasystem data links using optical multimode waveguides that can be embedded in conventional printed circuit boards (PCBs). In publicly funded projects, our work continued with the development of a simulation tool for signal transmission on optical multimode waveguides, the extension of laboratory measuring technology, and the adaptation and modification of standard measuring procedures to determine waveguide attenuation. Another key activity was to draw up concepts for the coupling between optical waveguides in a PCB and light-emitting/light-detecting devices.

A major aspect of all our work is orientation to the constraints and requirements relating to the industrial applicability of the developed solutions (for example, compatibility with existing electrical interconnection technology solutions, cost efficiency, and standardizability). We are pushing ahead with our work on the industrial usability of new technologies together with the relevant development departments and units at the Siemens group and with optical interconnection technology partners engaged in the publicly funded OptiCon and HOLMS projects (Alcatel, Harting KG, ILFA GmbH, MiLaSys GmbH, University of Hagen, Heriot-Watt University in Edinburgh, Swiss Federal Institute of Technology (ETH) in Zurich).

The trend of constantly increasing data rates is undiminished in datacom and storage as well as in the telecom market. Several standards for high-speed interfaces have already been defined (10 Gigabit Ethernet, 10 Gigabit



der Datenverarbeitungs- und Speicherbranche sowie im Telekommunikationssektor ungebrochen. Es existieren bereits mehrere Standards für Schnittstellen mit sehr hohen Datenraten (10 Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Fibre Channel, Sonet OC-192 (10 Gbps) und OC-768 (40 Gbps)). Die Realisierung derartiger On-Board-Datenraten auf Inter- und Intra-System-Verbindungen mittels herkömmlicher Leiterplatten in Kupfertechnologie ist mit stark steigenden Aufwänden und Kosten für Design und Fertigung der Sende- und Empfangskomponenten sowie der Übertragungsstrecke verbunden. Die begrenzenden Faktoren reichen von den frequenzabhängigen Verlusten und Diskontinuitäten in den Verbindungsleitungen bis zu den enormen Steckkräften, die bei Verwendung herkömmlicher High-Speed-Steckverbinder für die erforderliche hohe Anzahl von I/O-Verbindungen je Modul auftreten. Dies führt zu einem zunehmenden Interesse an der optischen On-Board-Verbindungstechnik und macht die Praxisrelevanz und die herausragende Bedeutung der F&E-Aktivitäten der Arbeitsgruppe OIT deutlich.

Die Anerkennung der geleisteten Arbeiten manifestierte sich auch in dem Best Poster Award, der für die Präsentation Improved Time Domain Simulation of Optical Multimode Intrasystem Interconnect auf der Date 2003 in München ausgesprochen wurde, an der die Arbeitsgruppe OIT maßgeblich beteiligt war. In diesem Zusammenhang ist auch der eingeladene Beitrag Embedded Optical Waveguides for On-Board Interconnections zu erwähnen, der auf der Konferenz Frontiers in Optics, 87th OSA Annual Meeting in Tucson, USA, präsentiert wurde. Weitere Beiträge von OIT Mitarbeitern wurden in renommierten, internationalen Journalen veröffentlicht.

Neben der wissenschaftlichen Anerkennung der Arbeiten ist das starke Interesse von industrieller Seite an den OIT-Exponaten auf der SMT/HYBRID/PACKAGING 2003 in Nürnberg, Deutschland, hervorzuheben.

Auf dem Stand des Industriearbeitskreises Mikrotechnische

Fibre Channel, Sonet OC-192 (10 Gbps) and OC 768 (40 Gbps)). Implementing such on-board data rates on inter-system and intrasystem interconnections with conventional PCBs based on copper technology is associated with increasing effort and cost for the design and manufacturing of transmitter and receiver components and the transmission link. Limiting factors range from frequency-dependent losses and discontinuities in the transmission lines to the tremendous insertion forces that are involved when using conventional high-speed connectors for the high number of I/O connections needed per module. This is raising interest in optical on-board interconnection technology, and illustrates the practical relevance and the outstanding significance of the OIT group's R&D activities.

The work that we have done has received recognition in the form of the Best Poster Award that was conferred at Date 2003 in Munich for the presentation Improved Time Domain Simulation of Optical Multimode Intrasystem Interconnects, in which the OIT group was heavily involved. In this respect we must also mention the invited paper titled Embedded Optical Waveguides for On-Board Interconnection, which was presented at Frontiers in Optics, the 87th OSA Annual Meeting in Tucson, Arizona, USA. Articles by OIT members were also published in re-



**Bild 19:** OIT Exponate auf der SMT/HYBRID/PACKAGING 2003

**Fig. 19:** OIT exhibits at SMT/HYBRID/PACKAGING 2003





**Bild 20: Demonstrationsaufbau einer Gigabit-Ethernet-Verbindung zwischen zwei Rechnern über opto-elektrisches PCB (vgl. Bild 21)**

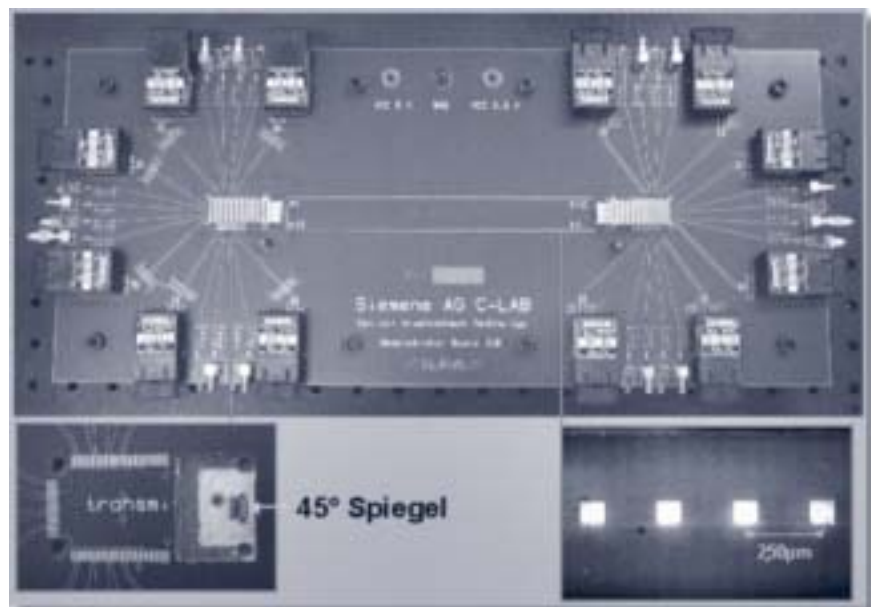
**Fig. 20: Demo setup of a Gigabit Ethernet interconnection between two computers via opto-electrical PCB (cf. Fig. 21)**

Produktion wurde der funktionsfähige Prototyp einer Leiterplatte mit integrierten optischen Wellenleitern vorgestellt. Die Entwicklung dieses Demonstrationsboards basiert auf im Rahmen des BMBF-Förderprojektes *OptoSys* [1] gewonnenen Forschungsergebnissen. Die optische Übertragungsstrecke inklusive der elektro-optischen und opto-elektrischen Wandlung sowie der Ein- und Auskoppung des Lichtes in die optischen Wellenleiter auf einer inneren Lage der Leiterplatte ist Bestandteil einer Gigabit-Ethernet-Verbindung zwischen zwei Rechnern (vgl. Bild 20). Im praktischen Betrieb konnte mit diesem Aufbau die gleiche Übertragungsrate erzielt werden wie bei einer direkten Verbindung der beiden Rechner über eine Glasfaser. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist dies die erstmalige öffentliche Demonstration einer optischen On-Board-Signalübertragung mit Multimode-Wellenleitern auf einer Messe oder Konferenz. Bild 21 zeigt die bestückte opto-elektrische Leiterplatte. Der Bildausschnitt unten links verdeutlicht das hier angewandte Prinzip der Lichteinkopplung in die Wellenleiter mittels Umlenkspiegeln, die auf 45°-Abschrägungen an den Stirnseiten des Wellenleiters aufgebracht wurden. Die Darstellung unten rechts

nowned international journals.

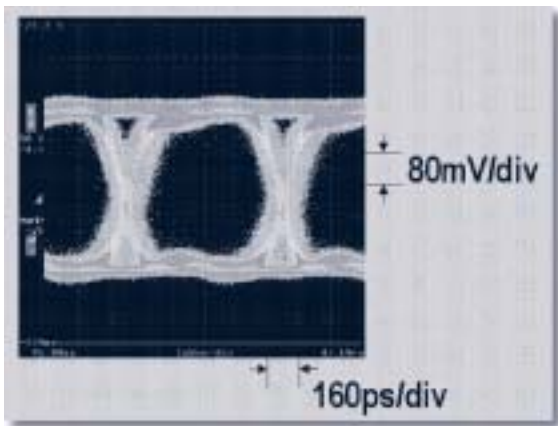
Our work has not only been recognized in scientific circles but has also attracted the attention of industry, as witnessed by the great interest in OIT exhibits at SMT/HYBRID/PACKAGING 2003 in Nuremberg, Germany.

The functional prototype of a PCB with integrated optical waveguides was presented at the Microtechnical Production working group's stand. This demo board was developed on the basis of the results of research carried out during the BMBF-funded *OptoSys* [1] project. The optical link - including electro-optical and opto-electrical conversion and coupling between optical waveguides on an inner layer of a printed circuit board and light-emitting/light-detecting devices - is part of a Gigabit Ethernet interface between two computers (cf. Fig. 20). The transfer rate achieved in practical operations using this setup was the same as with a direct fiber-optic interconnection between the two computers. As far as we are aware, this is the first public demonstration of optical on-board signal transmission using multimode waveguides at a tradeshow or conference. Fig. 21 shows the populated opto-electrical PCB. The section at the bottom left illustrates the principle



**Bild 21: Demonstrationsboard mit integrierten optischen Wellenleitern für den Einsatz in einer Gigabit-Ethernet-Verbindung. Ausschnittsvergrößerung unten links: Einkopplung des Lichtes in die Wellenleiter mittels 45°-Spiegel. Ausschnittsvergrößerung unten rechts: Querschnitt der Leiterplatte mit den optischen Wellenleitern auf einer inneren Lage.**

**Fig. 21: Demo board with integrated optical waveguides for use in a Gigabit Ethernet interconnection. Enlarged section at bottom left: Injection of light into the waveguide using a 45° mirror. Enlarged section at bottom right: Cross-section of the PCB with the optical waveguides on an inner layer.**



**Bild 22:** Augendiagramm bei Ansteuerung der optischen Übertragungsstrecke mit einer Datenrate von 1.25 Gbps

**Fig. 22:** Eye diagram when the optical transmission link is operating at a data rate of 1.25 Gbps

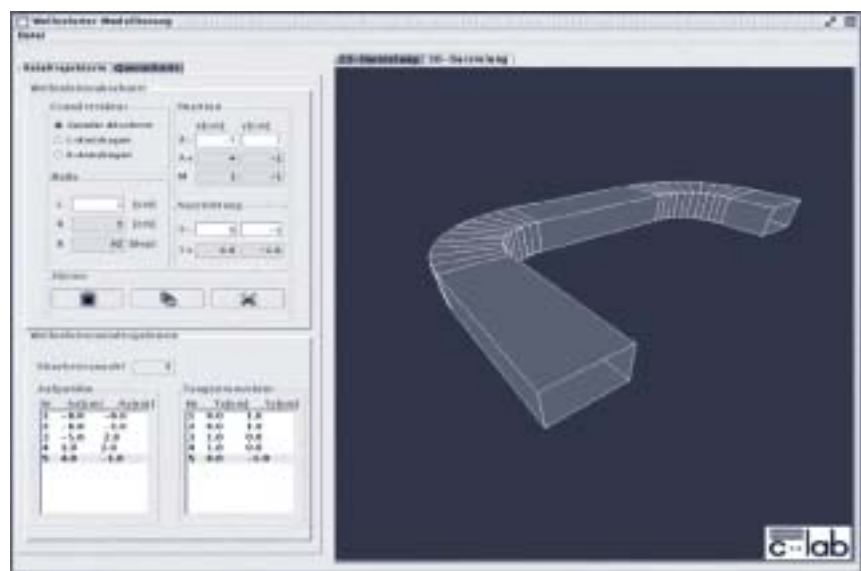
zeigt den Querschnitt der Leiterplatte mit den Wellenleitern auf einer inneren Lage. Die Kantenlänge der Wellenleiter beträgt ca.  $100\mu\text{m}$ . In Bild 22 ist ein Augendiagramm zur Charakterisierung der optischen Übertragungsstrecke inklusive der elektro-optischen und der opto-elektrischen Wandlung dargestellt, das mit Hilfe eines PRBS-Generators (Pseudo Random Binary Sequence) bei einer Datenrate von 1.25 Gbps erzeugt wurde. Das weit geöffnete Auge verdeutlicht, dass eine fehlerfreie Signalübertragung über die optischen Wellenleiter realisiert werden kann.

Auch der auf dem Messestand präsentierte Prototyp der Simulationssoftware zur optischen Signalübertragung in Multimode-Wellenleitern stieß auf großes Interesse. Mit dieser Software können hinsichtlich ihres axial homogenen Querschnitts und des Routings (Geraden, Krümmungen) beliebige Wellenleitergeometrien analysiert werden (vgl. Bild 23). Dabei werden sowohl die Auswirkungen mikrorauer Wellenleiteroberflächen als auch intrinsischer Materialverluste (komplexe Brechzahlen) berücksichtigt. Die Anregung kann durch Vorgabe von Polarisation, Position und Strahlprofil vom Anwender defi-

used to couple light into the waveguides using  $45^\circ$  micro mirrors mounted at the waveguide's ends. At the bottom right you can see a cross-section of the PCB with the waveguides on an inner layer. The edge length of the waveguides is approx.  $100\mu\text{m}$ . Fig. 22 shows an eye diagram that was generated using a pseudo-random binary sequence (PRBS) generator at a data rate of 1.25 Gbps to characterize the optical transmission link, including electro-optical and opto-electrical conversion. The wide open eye shows that it is possible to implement error-free signal transmission over optical waveguides.

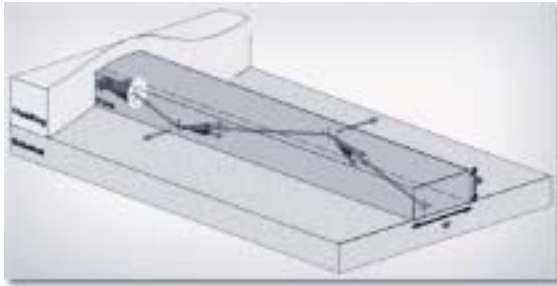
The prototype of the simulation tool for optical signal transmission in multimode waveguides also roused great interest when it was shown at the tradeshow. This software makes it possible to analyze any waveguide geometry (cf. Fig. 23) showing a homogeneous cross-section along its axial trajectory (routing consists of straight lines and circular bends). The impacts of both micro-rough waveguide surfaces and intrinsic material losses (complex refractive indices) are taken into account in this process. Users can specify polarization, position and ray profile in order to define excitation (cf. Fig. 24).

The software calculates step responses in the time domain. Fig. 25 shows the step response of a 7 cm, S-shaped optical waveguide with cross-sectional dimensions of  $70\mu\text{m} \times 70\mu\text{m}$ , assuming an ideal surface and a surface with a mean surface roughness of  $R_q=30\text{nm}$ . The



**Bild 23:** Implementierung der Algorithmen in eine Simulationsumgebung (Forschungsprototyp)

**Fig. 23:** Implementation of the algorithms in a simulation environment (research prototype)



**Bild 24:** Prinzipbild zur Simulation des Übertragungsverhaltens von optischen Wellenleitern

**Fig. 24:** The principle of simulating the transfer behavior of optical waveguides

niert werden (vgl. Bild 24).

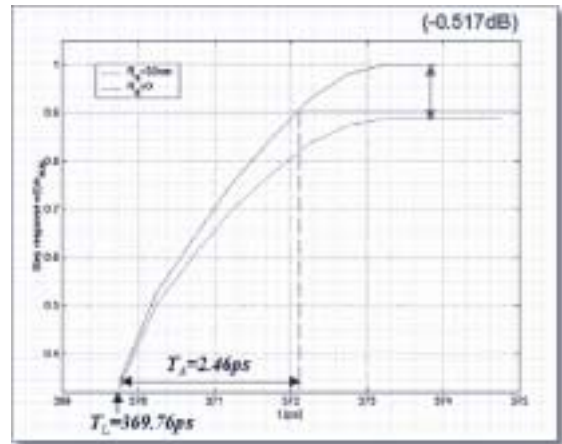
Die Software berechnet die Sprungantworten im Zeitbereich. Bild 25 zeigt die Sprungantwort eines 7 cm langen in einem S-Bogen verlegten optischen Wellenleiters mit Querschnittsabmessungen von  $70\mu\text{m} \times 70\mu\text{m}$ , bei Annahme einer glatten Oberfläche bzw. einer Oberfläche mit einer mittleren Rautiefe von  $R_q=30\text{nm}$ . Zum einen nimmt die Breite des Impulses beim Durchlaufen des Wellenleiters infolge der Modendispersion zu und die Signalfanken werden verschliffen. Zum anderen bewirkt die Oberflächenrauigkeit eine erhöhte Dämpfung von 0.517dB.

## PROJEKTE ZUR OPTISCHEN AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK

### OptiCon

Der Fokus dieses vom BMBF geförderten Projektes liegt auf der industriellen Produktionstechnik für Baugruppen mit integrierten optischen Kurzstreckenverbindungen. Innerhalb dieses Projekts hat die Gruppe OIT u.a. die Arbeiten zur Festlegung einer standardisierten Dämpfungsmessprozedur für optische Multimode-Wellenleiter vorangetrieben. Hierzu wurde der für Single- und Multimode-Fasern bereits existierende Standard im Hinblick auf seine Anwendbarkeit für optische Wellenleiter analysiert. Die Wirksamkeit der bisher erarbeiteten Maßnahmen zur Vereinheitlichung der Dämpfungsmessprozedur wurde durch zahlreiche Messreihen im OIT Labor und auch durch Vergleichsmessungen in den Laboren der OptiCon Projektpartner verifiziert.

Wichtig für die Anwendbarkeit der optischen On-Board-Verbindungstechnik ist es, auch Krümmungen von Wellenleitern im Entwurfsprozess berücksichtigen zu können. Dazu wurde der Prototyp der Simulationssoftware



**Bild 25:** Normierte Sprungantworten eines s-förmig verlegten, 7 cm langen optischen Wellenleiters mit einer Querschnittsfläche von  $70 \times 70 \mu\text{m}^2$  in Abhängigkeit von der Oberflächenrauigkeit  $R_q$  (TL = Signalverzögerung des Wellenleiters, TA = Signalanstiegszeit der Sprungantwort)

**Fig. 25:** Normalized step responses of an S-shaped, 7 cm optical waveguide with cross-sectional dimensions of  $70 \times 70 \mu\text{m}^2$  as a function of surface roughness  $R_q$  (TL = signal delay of the waveguide, TA = signal rise time of the step response)

pulse width increases when the pulse travels along the waveguide because of mode dispersion, and the signal rise time increases. Surface roughness increases attenuation by 0.517 dB.

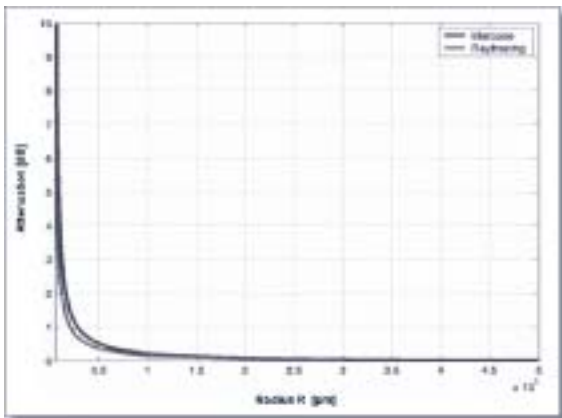
## OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY PROJECTS

### OptiCon

This BMBF-funded project is focusing on industrial manufacturing technology for modules with integrated short-range optical interconnections. In the course of this project, the OIT group has advanced the definition of a standardized attenuation measurement procedure for optical multimode waveguides. In doing so we analyzed the existing standard for single and multimode fibers to see whether it was applicable to optical waveguides. The effectiveness of measures worked out so far to standardize the attenuation measurement procedure was verified by a series of measurements at the OIT lab as well as by measurements at the labs of our OptiCon project partners.

An important aspect of the applicability of optical on-board interconnection technology is to allow for curvatures of waveguides in the design process. The necessary

(erweitertes RayTracing-Verfahren) um entsprechende Algorithmen ergänzt. Da eine exakte Lösung des Problems für Multimode-Wellenleiter nicht möglich ist, wurde zur Verifikation der Simulationsalgorithmen die Näherung nach Marcuse herangezogen. Bei diesem Verfahren werden die Verluste durch Integration der transversalen Komponente des Poynting-Vektors außerhalb des Wellenleiterkerns ermittelt. Im Ergebnis stellt sich eine modenabhängige Dämpfung ein, die von der Querschnittsgeometrie (Rechteck, Trapez) und den entsprechenden Abmessungen sowie dem Krümmungsradius abhängt. Ein Vergleich der Berechnungsergebnisse mit Resultaten, die mit der Simulationssoftware nach dem Ray-Tracing Verfahren erzielt wurden, ist unter Beachtung einiger Randbedingungen möglich. Dazu wurde die Dämpfung eines Schichtwellenleiters mit einer  $90^\circ$ -Krümmung in Abhängigkeit des Krümmungsradius berechnet. Für den Schichtwellenleiter mit einer Kernschichtdicke von  $100\ \mu\text{m}$  wurde eine über alle ausbreitungsfähigen Moden gleichverteilte Leistung angenommen. Bild 26 zeigt die Gegenüberstellung der mit

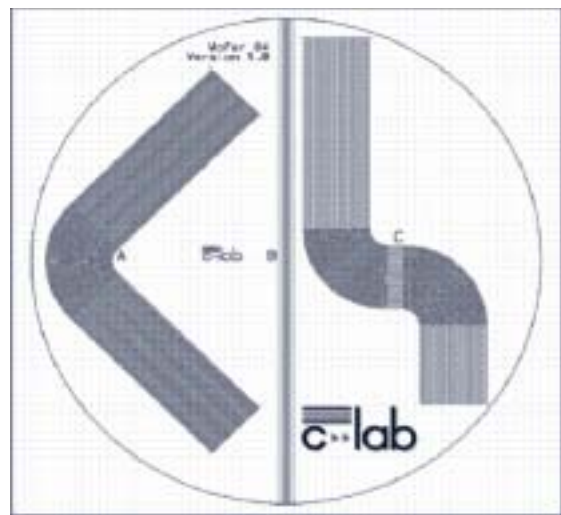


**Bild 26:** Simulationsergebnis zur Dämpfung in Abhängigkeit der Krümmung eines Schichtwellenleiters

**Fig. 26:** Results of simulating attenuation as a function of the curvature of a slab waveguide

den beiden Verfahren erzielten Ergebnisse. Aus dem Diagramm ist zum einen die sehr gute Übereinstimmung ersichtlich. Zum anderen wird deutlich, dass für die betrachtete Anordnung die Dämpfung bei kleinen Krümmungsradien sehr stark zunimmt. Bei großen Radien kann die Dämpfung infolge der Krümmung dagegen vernachlässigt werden.

algorithms were added to the simulation software prototype (extended ray tracing method). Marcuse's approximation method was used to verify the simulation algorithms since there is no exact solution to this problem for multimode waveguides. In this method, the losses are calculated by integrating the transversal component of the Poynting vector outside the waveguide's core region. This results in mode-dependent attenuation which, in turn, depends on the cross-sectional geometry (rectangular, trapezoidal), the corresponding dimensions and the bending radius. It is possible to compare the results of calculation with the results obtained by the simulation software on the basis of the ray tracing method when some constraints are taken into consideration. To do this, the attenuation of a slab waveguide with a  $90^\circ$  curvature was calculated as a function of the curvature radius. For the analysis of the slab waveguide with a core height of  $100\ \mu\text{m}$  it was assumed that all guided modes were stimulated homogeneously. Fig. 26 shows the comparison of the results achieved by the two methods. On the one hand, the curves show a very good match. On the other hand, it is apparent that attenuation increases drastically in the event of small bending radii for the setup that was investigated. As far as large radii are concerned, though, it is



**Bild 27:** Beispielhafte Teststrukturen zum Vergleich von Mess- mit Simulationsergebnissen für optische Wellenleiter mit Bögen sowie die Hintereinanderschaltung von Bögen und Geradenstücken

**Fig. 27:** Sample test structures to compare measured and simulated results for optical waveguides with bends and a series connection of bends and straight lines



Durch die hier vorgestellten Algorithmen zur simulationstechnischen Analyse von Krümmungen konnte eine weitere Lücke im Entwurfsprozess für Wellenleiteranordnungen geschlossen werden. Für die messtechnische Verifikation der Algorithmen wurden Layouts für Testobjekte mit entsprechenden Wellenleiterstrukturen entwickelt (vgl. Bild 27). Mit Hilfe derartiger Teststrukturen werden die messtechnisch basierten Verifikationsarbeiten fortgesetzt.

### HOLMS

In dem EU-Projekt *HOLMS* (High Speed Opto-Electronic Memory Systems) wurden im Rahmen des Teilprojekts Optoelectronic PCB wesentliche Erweiterungen an den Simulationsalgorithmen vorgenommen. Dies bezieht sich zum einen auf die Implementierung eines Multidetektor-Ansatzes zur ortsabhängigen Ausgabe der Sprungantworten. Dadurch wird z.B. ein Vergleich mit Messergebnissen zur Wellenleiterdämpfung einfach möglich, die nach der Cut-Back-Methode ermittelt werden. Zum anderen wurde die Simulationssoftware um Algorithmen zur Simulation von Punkt zu Punkt-Verbindungen erweitert, welche aus der beliebigen Hintereinanderschaltung mehrerer Geradenstücke und Krümmungen entstehen.

Im Hinblick auf die im Projekt angestrebte Erstellung eines Prototypen für eine optische Processor-Memory-Verbindung, wurde das Layout (vgl. Bild 28) für eine optische Lage entwickelt, die in eine herkömmliche Leiterplatte integriert werden kann. Auf dieser optischen Lage sind 192 Wellenleiter für die Verbindung von zwei Prozessoren und vier Memory-Submodulen vorgesehen. Jeder der in Bild 28 dargestellten 16 Stränge enthält 12 Wellenleiter. Für das Layout der Wellenleiter steht eine kreisrunde Fläche mit einem Durchmesser von 7 Inch zur Verfügung. Weiterhin muss ein minimaler Biegeradius von 1 cm zur Begrenzung der Verluste eingehalten werden.

possible to neglect attenuation of bends.

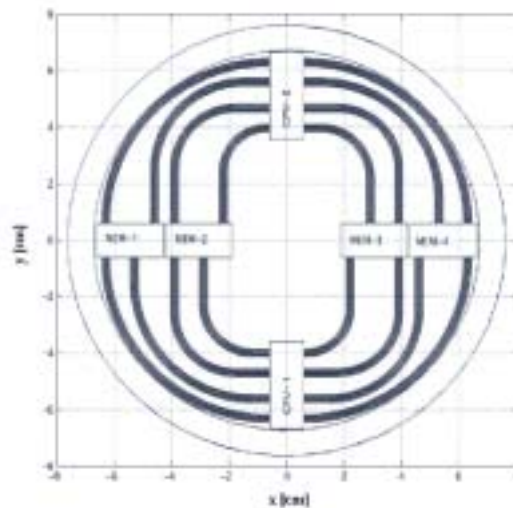
The algorithms to simulate and analyze bends that have been presented here closed another gap in the design process for waveguide configurations. Layouts for test objects were developed with corresponding waveguide structures (cf. Fig. 27) in order to verify the algorithms by measurement. Verification based on measurements will continue using such test structures.

### HOLMS

The simulation algorithms defined in the Optoelectronic PCB subproject of the EU-funded *HOLMS* project (High-Speed Opto-Electronic Memory Systems) were extended considerably. On the one hand, this relates to the implementation of a multidetector approach for location-dependent output of step responses, making it easy, for instance, to make a comparison with measured results of waveguide attenuation obtained according to the cut-back method. On the other hand, the simulation software has been extended by means of algorithms to simulate point-to-point connections comprising multiple straight lines and bends connected in series.

One of the goals of this project is to create a prototype for an optical processor-memory interface; thus, a layout was developed for an optical layer that can be integrated

in a conventional printed circuit board (cf. Fig. 28). This optical layer incorporates 192 waveguides to connect two processors and four memory submodules. Each of the 16 waveguide channels shown in Fig. 28 contains 12 waveguides. A circular area with a diameter of seven inches is available for the layout of the waveguides. In addition, a minimum bend radius of 1 cm needs to be observed in order to limit losses.



**Bild 28:** Layoutentwurf für die optische Lage des Systemboards im HOLMS-Projekt

**Fig. 28:** Layout design for the optical layer of the system board in the HOLMS project

## AUSBLICK

Die Demonstration einer funktionsfähigen Leiterplatte mit integrierten optischen Wellenleitern hat die Realisierbarkeit des OIT-Ansatzes einer opto-elektrischen Baugruppe gezeigt. Trotz großer Fortschritte ist die Technologie jedoch noch nicht industriell einsetzbar. Hier besteht weiterhin erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Daher arbeitet die Gruppe OIT des C-LAB intensiv daran, das auf den Gebieten der Herstellung von optischen Wellenleitern, ihrer Integration in herkömmliche Leiterplatten sowie der Simulation ihres statischen und dynamischen Übertragungsverhaltens und der Ein- und Auskopplung von Signalen gewonnene Know-how auszubauen und gemeinsam mit Partnern aus der Industrie als Basis für weitere Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu nutzen.

Ein zentrales Problem der optischen On-Board-Verbindungstechnik ist die Ein- und Auskopplung des Lichtes in die in eine Leiterplatte integrierten Wellenleiter. Um hier zu verbesserten Lösungen zu kommen, werden insbesondere die Arbeiten hinsichtlich der Makromodellierung von Laser- und Fotodioden sowie die Modellierung und Simulation von Koppeloptiken intensiviert. Darüber hinaus wird die praktische Umsetzung von weiterentwickelten Koppelkonzepten konsequent verfolgt.

[1] Das BMBF-Projekt Optical Interconnection Systems (OptoSys) wurde bereits 2002 abgeschlossen. Ausgehend von den Ergebnissen dieses Projekts wurde das vorgestellte Demonstrationssystem unter der Leitung von C-LAB/OIT gemeinsam entwickelt von Siemens, der Universität Paderborn, ILFA, Infineon und DaimlerChrysler.

### Kontakt:

Dr. Jürgen Schrage

email:

Juergen.Schrage@c-lab.de

## OUTLOOK

The demonstration of a functional printed circuit board with integrated optical waveguides has shown that OIT's approach to an opto-electrical module can be realized. Despite great progress, though, the technology cannot be used in industrial applications yet. A considerable amount of research and development effort is still needed in this area. C-LAB's OIT group is therefore working intensively on expanding the know-how that has been acquired in the fabrication of optical waveguides, their integration into conventional PCBs, simulation of their static and dynamic transmission behavior as well as their coupling to photonic devices, and the use of this know-how together with business partners as the basis for further research and development projects.

A key problem of on-board optical interconnection technology is the coupling between waveguides that are embedded in a printed circuit board and light-emitting/light-detecting devices. Work on macromodeling of laser and photo diodes and on modeling and simulation of optical coupling will be intensified in order to obtain better solutions here. Furthermore, work will continue on the implementation of enhanced coupling concepts.

[1] The BMBF-funded Optical Interconnection Systems (OptoSys) project was completed in 2002. The results of that project formed the basis of the presented demo system which was developed jointly by Siemens, the University of Paderborn, ILFA, Infineon and DaimlerChrysler under the leadership of C-LAB's OIT group.

### Contact:

Dr. Jürgen Schrage

email:

Juergen.Schrage@c-lab.de







## PUBLIKATIONEN, FÖRDERPROJEKTE UND WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT

## PUBLICATIONS, FUNDED PROJECTS AND SCIENTIFIC COLLABORATIONS

### LEHRVERANSTALTUNGEN / LECTURES

#### Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik Abteilung für Elektrotechnik und Informationstechnik

- |  |  |
|--|--|
| T. Bierhoff: Informationstechnisches Praktikum der Elektrotechnik (WS 2002/2003) | Y. Sönmez, A. Wallrabenstein: Übungen Feldtheorie (SS 2003)            |
| A. Wallrabenstein: Übungen Theoretische Elektrotechnik A (WS 2002/2003)          | Y. Sönmez, O. Stübbe: Übungen Elektromagnetische Wellen (WS 2003/2004) |
| A. Wallrabenstein: Übungen Theoretische Elektrotechnik B (SS 2003)               |  |

#### Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik Abteilung für Informatik

- |   |  |
|---|--|
| B. Kleinjohann, L. Kleinjohann: Intelligenz in eingebetteten Systemen (SS 2003)   | F.-J. Rammig: RealTime Operating Systems (SS 2003)   |
| B. Kleinjohann, L. Kleinjohann: Eingebettete Systeme (WS 2003/2004)               | F.-J. Rammig: Introduction to Real-time Operating Systems (WS 2002/2003, WS 2003/2004)   |
| B. Kleinjohann, D. Stichling: Projektgruppe Paderkicker II, Teil 1 (WS 2002/2003) | F.-J. Rammig, P. Altenbernd, C. Loeser, M. Ditzte: Projektgruppe Peer to Peer Vernetzung von digitalen Videorecordern, Teil 1 (WS 2002/2003) |
| B. Kleinjohann, Stichling: Projektgruppe Paderkicker II, Teil 2 (SS 2003)         | F.-J. Rammig, P. Altenbernd, C. Loeser, M. Ditzte: Projektgruppe Peer to Peer Vernetzung von digitalen Videorecordern, Teil 2 (SS 2003)      |
| B. Kleinjohann, Stichling: Projektgruppe Paderkicker III, Teil 1 (WS 2003/2004)   |  |
| B. Kleinjohann, L. Kleinjohann: Eingebettete Systeme (WS 2002/2003)               | V. Paelke, C. Reimann: Oberseminar Visualisierung, Interaktion und Usability (WS 2002/2003, SS 03)   |
| F.-J. Rammig: Grundlagen der Rechnerarchitektur (WS 2002/2003)                    |  |
| F.-J. Rammig: Grundlagen der Technischen Informatik (SS 2003)                     |  |
| F.-J. Rammig: Grundlagen der Rechnerarchitektur (WS 2003/2004)                    |  |

#### Universität Paderborn, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften Fachgebiete Wirtschaftsinformatik

- Thronicke: Gastvortrag „Webservices“ im Rahmen einer Vorlesungsreihe mit Industrieexperten

#### Universität Paderborn, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften Fachgebiete Betriebswirtschaftslehre

- |  |  |
|--|--|
| H. Hohensohn: IT & Marketing (SS 2003) | M. Rese, H. Schimmelpfennig, A. Krebs, G. Gräfe: Marketingseminar (WS 2002/2003) |
|--|--|

#### Externe Lehrveranstaltungen

- |   |  |
|---|--|
| B. Kleinjohann: Rechnerarchitekturen, Vorlesung an der Universität Kassel, (WS 2003/2004) | B. Kleinjohann: Mexi - Ein Roboterkopf, der Emotionen zeigen kann!, Vortrag im Kurs "Emotion und Kommunikation" des Graduiertenkollegs "Aufgabenorientierte Kommunikation", Universität Bielefeld, Technische Fakultät und Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaften (SS 2003, 25.07.03) |
| C. Reimann: OpenGL-Programmierung, WS02/03, Hochschule Harz, Wernigerode                  |  |
| C. Reimann: Objektorientierte Programmierung, WS03/04, Hochschule Harz, Wernigerode       |  |

## WORKSHOPS & VERANSTALTUNGEN DURCHGEFÜHRT VOM C-LAB / WORKSHOPS & EVENTS ORGANIZED BY C-LAB

C-LABfocusSpezial "Schnell-Lesen", Markus Mersmann, 12. März 2003, 26. März 2003 und 9. April 2003  
 C-LABfocusSpezial "Emotionale Intelligenz erkennen und die persönliche Entwicklung planen", Karin Brämisch-Meyer, 22. März 2003  
 Workshop "Virtual Product Creation"; Dr. Heidi Hohensohn, Christine Ludwig; 27./28. März 2003, Barcelona  
 C-LABfocus "Mitarbeitergespräche aus Mitarbeitersicht", Delia Plass, 9. April 2003  
 C-LABfocus "Erfolge bewegen", Renate Irena Mahr, 21. Mai 2003  
 Seminar "UML - Unified Modeling Language", Sascha Jahn, 29. Juli 2003  
 C-LABfocus "Mittelstandsmarketing", Till Grothus, 30. Juli 2003

Seminar "Web-Services", Dr. Wolfgang Thronicke, 5. August 2003  
 Workshop "Languages for Formal Method" im Rahmen der FDL 2003, Frankfurt, 23.-26. September 2003. General Chair Dr. Wolfgang Müller.  
 C-LABfocus "Führung als Dienstleistung?", Karin Brämisch-Meyer, 15. Oktober 2003  
 C-LABfocus "Eigenschaften des Erfolgs - Leidenschaft als Grundlage", Guntmar Wolff, 26. November 2003  
 C-LABfocusSpezial "Open Source Workshop", Markus Dubielzig, Dr. Wolfgang Thronicke, Matthias Lindemann, Rainer Glaschick, 10. Dezember 2003

## BÜCHER, KONFERENZ- UND JOURNAL-BEITRÄGE / BOOKS, CONFERENCE AND JOURNAL PAPERS

- D. Beier, R. Billert, B. Brüderlin, B. Kleinjohann, D. Stichling: "Marker-less Vision Based Tracking for Mobile Augmented Reality"; In Proceedings of the Second International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2003), October 2003, Tokyo, Japan; October 2003
- F. Berger, S. Bublit, W. Thronicke: "Kurzübersicht von Open Source Portalen"; Kern, W./ Rammig, F.-J. (Hrsg.): C-LAB Report, 2. Jg. (2002) Nr. 3.; 2003
- C. Böke, M. Götz, T. Heimfarth, D. El-Kebbe, F.-J. Rammig: "(Re-) Configurable Real-time Operating Systems and Their Applications"; In Proc. WORDS 2003, IEEE; January 2003
- S. Böttcher, S. Groppe: "Automated Data Mapping for Cross Enterprise Data Integration"; International Conference of Enterprise Information Systems (ICEIS 2003), Angers, France; 2003
- F. Dittmann, B. Kleinjohann, A. Rettberg: "Efficient Bit-Serial Constant Multiplication for FPGAs"; In Proceedings of the 11th NASA Symposium VLSI Design, Coeur d'Alene Resort, Coeur d'Alene, Idaho, USA, 28 - 29 May 2003; May 2003
- M. Ditze, R. Bernhardt-Grisson, G. Kämper, P. Altenbernd: "Porting the Internet Protocol to the Controller Area Network"; RTLIA 2003, Porto; 2003
- H.-J. Eikerling, W. Müller, T. Schattkowsky, J. Wegner: "Tool Integration and Management in Heterogeneous Computer Networks"; DATE 2003, Munich (Germany); March 2003
- G. Engels, R. Heckel, J. Küster: "The Consistency Workbench: A Tool for Consistency Management in UML-based Development"; Proceedings UML 2003 - The Unified Modeling Language. Modeling Languages and Applications. 6th International Conference, San Francisco, USA, LNCS, Springer; October 2003
- G. Engels, J. Küster, R. Heckel, M. Lohmann: "Model Based Verification and Validation of Properties"; Uniform Approaches to Graphical Specification Techniques - UniGra 2003 - (@ ETAPS 2003), Warsaw; April 2003
- A. Ermedahl, F. Stappert, J. Engblom: "Clustered Calculation of Worst-Case Execution Times"; International Workshop on Compiler and Architecture Support for Embedded Systems (CASES); October 2003
- E. Esau, B. Kleinjohann, L. Kleinjohann, D. Stichling: "MEXI - Machine with Emotionally eXtended Intelligence: A software architecture for behavior based handling of emotions and drives"; In Proceedings of the 3rd International Conference on Hybrid and Intelligent Systems (HIS'03), IEEE Systems, Man and Cybernetics Society, December, 2003, Melbourne, Australia; December 2003
- E. Esau, B. Kleinjohann, L. Kleinjohann, D. Stichling: "VisiTrack - Video Based Incremental Tracking in Real-Time"; In Proceedings of the 6th IEEE International Symposium on Object-oriented Real-time Computing (ISORC '03), May, 2003, Hakodate, Japan; May 2003
- S. Flake, W. Müller: "Semantics of State-Oriented Expressions in the Object Constraint Language"; Fifteenth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2003), San Francisco, USA, pages 142-149; July 2003
- S. Flake, W. Müller: "Expressing Property Specification Patterns with OCL"; The 2003 International Conference on Software Engineering Research and Practice (SERP'03), Las Vegas, Nevada, USA, pages 595-601; June 2003
- S. Flake, W. Müller: "Formal Semantics of Static and Temporal State-Oriented OCL Constraints"; Journal on Software and System Modeling (SoSyM), Volume 2, Number 3, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany; September 2003
- S. Flake: "Modeling and Verification of Manufacturing Systems: A Domain-Specific Formalization of UML"; Proceedings of the 7th IASTED International Conference on Software Engineering and Applications (SEA 2003), Los Angeles, CA, USA; November 2003
- S. Flake: "Temporal OCL Extensions for Specification of Real-Time Constraints (Position Paper)"; UML 2003 Workshop "Specification and Validation of UML models for RealTime and Embedded Systems" (SVERTS), San Francisco, CA, USA; October 2003
- S. Flake: "OclType - A Type or Metatype?"; UML 2003 Workshop "OCL 2.0 - Industry Standard or Scientific Playground?", San Francisco, CA, USA; October 2003
- S. Flake, W. Müller: "Formal Semantics of OCL Messages"; UML 2003 Workshop "OCL 2.0 - Industry Standard or Scientific Playground?", San Francisco, CA, USA; October 2003
- R. Freitag, W. Dzida, B. Majonica, K. Nebe, N. Woletz: "Usability Laboratories - Quantitative and Qualitative Approaches"; Published: Proc. HCI International 2003, Crete, Greece; 2003
- J. Gerling, O. Stübbe, J. Schrage, G. Mrozynski, J. Teich: "Improved time domain simulation of optical multimode intrasystem interconnects"; DATE 2003, pp. 1110-1111, Munich (Germany); March 2003
- H. Giese, M. Tichy, S. Burmester, W. Schäfer, S. Flake: "Towards the Compositional Verification of Real-Time UML Designs"; 9th European Software Engineering Conference (ESEC), Helsinki, Finland; September 2003
- G. Gräfe: "Information Brokerage auf elektronischen Märkten: Eine ökonomische Analyse der kritischen Erfolgsfaktoren"; Dangelmaier, W./ Gajewski, T./ Kösters, C.: Innovationen im E-Business, ALB-HNI-Verlagsschriftenreihe, Bd. 10, 1. Aufl., Paderborn 2003, S. 61-70; 2003
- G. Gräfe: "Incredible Information on the Internet: Biased Information Provision and a Lack of Credibility as a cause of Insufficient Information Quality"; Eppler M./ Helfert, M. (Eds): Proceedings of the 8th International Conference on Information Quality at MIT, 2003, pp. 133-146; 2003
- G. Gräfe, L. Werner: "Kontextbasierte Informationsrecherche zur Verbesserung der Informationsqualität in Entscheidungsprozessen"; R.Y. Wang, M. Mielke (Hrsg.): 1. German Information Quality Management Conference & Workshop, Conference Proceedings, 2003, S. 485-499; 2003
- S. Groppe, S. Böttcher: "XPath Query Transformation based on XSLT Stylesheets"; Fifth International Workshop on Web Information and Data Management (WIDM); November 2003
- S. Groppe, S. Böttcher: "Querying Transformed XML Documents: Determining a Sufficient Fragment of the Original Document"; Workshop Web Databases. Berliner XML Tage, Berlin, Germany; 2003
- J. Hang, H. Hohensohn: "Eine Einführung zum Open Source Konzept aus Sicht der wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte"; Kern, W./ Rammig, F.-J. (Hrsg.): C-LAB Report, 2. Jg. (2002) Nr. 2.; 2003

- J. Hang, H. Hohensohn, K. Mayr, T. Wieland: "Benefits and Pitfalls of Open Source in Commercial Contexts"; Free/OpenSource Software Development, Wien 2003, Austria; 2003
- R. Heckel, J. Küster, S. Thöne, H. Voigt: "Towards Consistency of Web Service Architectures"; Proceedings of the 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI) 2003, Orlando, USA; July 2003
- T. Heimfarth, M. Götz, F.-J. Rammig, F.-R. Wagner: "RTC: A Real-time Communication Middleware on Top of RTAI-Linux"; In Peter Puschner, Tatsuo Nakajima, and Arif Ghafoor, editors, The Sixth IEEE International Symposium on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC 2003), pages 19-25, Hakodate, Hokkaido, Japan, 14 - 16 May 2003; May 2003
- H. Hohensohn, J. Hang: "Product - and Service Related Business Models for Open Source Software"; Tagungsband Net.ObjectDays 2003, Erfurt, Germany; September 2003
- B. Kleinjohann, L. Kleinjohann, D. Stichling, E. Esau: "MEXI - Machine with Emotionally eXtended Intelligence"; In Proceedings of the 4th International Scientific and Technical Conference on Intellectual and Multiprocessor Systems (IMS 2003), Gelendzhik, Russia; September 2003
- M. Koch, C. Rust, B. Kleinjohann: "Design of Intelligent Mechatronic Systems with High-Level Petri Nets"; IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM2003), Kobe, Japan.; July 2003
- T. Kostienko, W. Müller, A. Pawlak, T. Schattkowsky: "An Advanced Infrastructure for Collaborative Engineering in Electronic design Automation"; CE Research and Applications 2003, Madeira, Portugal; July 2003
- D. Krause: "Interkulturelle Zusammenarbeit in virtuellen Kooperationen"; Kern, W./ Rammig, F.-J. (Hrsg.): C-LAB Report, 2. Jg. (2002) Nr. 1.; 2003
- A. Krupp, W. Müller: "Formale Verfeinerung und Modelchecking von zeitbehafteten endlichen Automaten"; GI-Workshop Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen, Bremen, Germany, pages 219-228; February 2003
- A. Krupp, W. Müller: "Combining Formal Refinement and Model Checking for Real-Time Systems Verification"; Proceedings of the Forum on Design Languages (FDL'03), Frankfurt, Germany; September 2003
- J. Küster, R. Heckel, G. Engels: "Defining and Validating Transformations of UML Models"; Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages and Formal Methods, Auckland, New Zealand; October 2003
- J. Küster, J. Stehr: "Towards Explicit Behavioral Consistency Concepts in the UML"; Proceedings of the 2nd International Workshop on Scenarios and State Machines: Models, Algorithms, and Tools. Portland, USA.; May 2003
- W.Y. Liu, C. Rust, F. Stappert: "A Simulation Platform for Petri Net Models of Dynamically Modifiable Embedded Systems"; European Simulation and Modelling Conference (ESMc 2003), Naples, Italy; October 2003
- Ch. Loeser, W. Müller, F. Berger, H.-J. Eikerling: "Peer-to-Peer for Virtual Home Environments"; Proc. of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-36), Big Island, Hawaii; January 2003
- Ch. Loeser, M. Ditzel, P. Altenbernd: "Architecture of an intelligent Quality-of-Service aware Peer-to-Peer Multimedia Network"; Proc. of the 7th World of Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI-2003), Orlando, Florida; July 2003
- Ch. Loeser, M. Dücker: "Peer-to-Peer Technologies for Collaborative Engineering"; Proc. of the international Workshop on Challenges in Collaborative Engineering (CCE-2003), Poznan, Poland; April 2003
- Ch. Ludwig, H. Hohensohn: "How to develop successful and consumer-orientated new mobile and online services?"; Kern, W./ Rammig, F.-J. (Hrsg.): C-LAB Report, 2. Jg. (2002) Nr. 4.; 2003
- P. Lukowicz, J. Jahns, R. Barbieri, Th. Bierhoff, A. Gauthier, M. Jarczyński, G. A. Russel, J. Schrage, W. Süllau, J. F. Snowdon, M. Wirz, G. Tröster: "Optoelectronic Interconnection Technology in the HOLMS System"; IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, March/April 2003, Volume 9, Number 2; March 2003
- W. Müller, W. Rosenstiel: "An ASM Based SystemC Simulation Semantics"; In W. Mueller, W. Rosenstiel, J. Ruf (eds.), SystemC - Methodologies and Applications. Kluwer, Dordrecht (Netherlands); June 2003
- W. Müller, W. Rosenstiel, J. Ruf: "SystemC - Methodologies and Applications"; SystemC - Methodologies and Applications. Kluwer, Dordrecht (Netherlands); June 2003
- W. Müller, R. Schaefer: "Adaptive profiles for Multi-Modal Interaction in Intelligent Frameworks"; Joint Workshop IJCAI Workshop on Artificial Intelligence, Information Access, and Mobile Computing, Acapulco (Mexico); August 2003
- W. Müller, J. Wang: "SmartCard for Secure Collaborative Engineering"; Challenges in Collaborative Engineering (CCE&#8217;03), April 15-16, 2003, Poznan (Poland); April 2003
- F.-J. Rammig, C. Rust: "Modeling of Dynamically Modifiable Embedded Real-Time Systems"; 9-th IEEE International Workshop on Object-oriented Real-time Dependable Systems (WORDS 2003F), Capri Island, Italy.; October 2003
- M. Rese, G. Gräfe: "Information Supply on the Internet - An Analysis of Supplier Behaviour and Consequences for Customer Decision Making"; International Journal of Management and Decision Making, Vol. 4, Nos. 2/3, pp 161-177; 2003
- A. Rettberg, F. Dittmann, M. Zanella, T. Lehmann: "Towards a High-Level Synthesis of Reconfigurable Bit-Serial Architectures"; In Proceedings of the 16th Symposium on Integrated Circuits and System Design (SBCCI), Sao Paulo, Brazil, 8 - 11 September 2003; September 2003
- A. Rettberg, M. Zanella, T. Lehmann, U. Dierkes, C. Rustemeier: "Control Development for Mechatronic Systems with a Fully Reconfigurable Pipeline Architecture"; In Proceedings of the 16th Symposium on Integrated Circuits and System Design (SBCCI), Sao Paulo, Brazil, 8 - 11 September 2003; September 2003
- A. Rettberg, M. Zanella, T. Lehmann, C. Bobda: "A New Approach of a Self-Timed Bit-Serial Synchronous Pipeline Architecture"; In Proceedings of the Rapid System Prototyping Workshop, Bahia Hotel, San Diego, CA, USA, 9 - 11 June 2003; June 2003
- A. Rettberg, F.-J. Rammig, B. Kleinjohann: "Low Power Driven High-Level Synthesis for Dedicated Architectures"; In Proceedings of the 11th NASA Symposium VLSI Design, Coeur d'Alene Resort, Coeur d'Alene, Idaho, USA, 28 - 29 May 2003; May 2003
- A. Rettberg, M. Zanella, C. Bobda, T. Lehmann: "A Fully Self-Timed Bit-Serial Pipeline Architecture for Embedded Systems"; In Proceedings of the Design Automation and Test Conference (DATE), Messe Munich, Munich, Germany, 3 - 7 March 2003; March 2003
- C. Rust, F. Stappert, T. Lukovszki: "A Petri Net Model for the Network Layer of a Mobile Ad Hoc Network Architecture"; 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2003); July 2003
- C. Rust, F. Stappert, R. Künemeyer: "From Timed Petri Nets to Interrupt-Driven Embedded Control Software"; International Conference on Computer, Communication and Control Technologies (CCCT); July 2003
- C. Rust, A. Rettberg, K. Gossens: "From High-Level Petri Nets to SystemC"; 2003 IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics, Hyatt Regency, Washington, D.C., USA.; October 2003
- C. Rust, F. Stappert, S. Schamberger: "Integrating Load Balancing into Petri-Net based Embedded System Design"; European Simulation and Modelling Conference (ESMc 2003), Naples, Italy.; October 2003
- T. Schattkowsky, W. Müller: "Distributed Engineering Environment for the Design of Electronic Systems"; Challenges in Collaborative Engineering (CCE&#8217;03), April 15-16, 2003, Poznan (Poland); April 2003
- J. Schrage, Th. Bierhoff: "Embedded Optical Waveguides for on-board interconnections"; Frontiers in Optics, 87th OSA Annual Meeting, Tucson, Arizona, USA; October 2003
- Y. Sönmez, A. Himmler, E. Griese, G. Mrozynski: "A Ray Tracing Approach to Model Wave Propagation in Highly Multimode Graded Index Optical Waveguides"; International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 2003, Vol. 17, 1/3, S. 157-168; 2003
- F. Stappert, C. Rust: "Worst Case Execution Time Analysis for Petri Net Models of Embedded Systems"; Published: The 2003 International Conference on Embedded Systems and Applications (ESA'03: Las Vegas, Nevada, USA); June 2003
- D. Stichling, B. Kleinjohann: "Edge Vectorization for Embedded Real-Time Systems using the CV-SDF Model"; In Proceedings of the 16th International Conference on Vision Interfaces (VI2003), June 2003, Halifax, Canada; June 2003
- O. Stübbe, Th. Bierhoff: "The Influence of Surface Roughness on the Bandwidth of Optical Multimode Waveguides analysed by Modal Noise Theory"; Proceedings of SPIE's International Symposium on Optical Science and Technology (SPIE Vol. 5181), San Diego, USA; August 2003
- M. Visarius, J. Lessmann, W. Hardt, F. Kelso, W. Thronicke: "An XML Format based Integration Infrastructure for IP based Design"; SBCCI 2003 16th SYMPOSIUM ON INTEGRATED CIRCUITS AND SYSTEM DESIGN CHIP IN SAMPA, Sao Paulo, Brazil; September 2003
- H. Zhang, G. Mrozynski, A. Wallrabenstein, J. Schrage, E. Griese: "Self-consistent Model and Numerical Analysis of VCSEL's Laser Diodes"; International Journal of Infrared Millimeter Wave, March 2003, Volume 24, Number 3; March 2003
- H. Zhang, G. Mrozynski, A. Wallrabenstein, J. Schrage: "Numerically Investigation of the Effects of the Injection Current on the SHB-Effects of VCSEL's"; International Journal of Infrared Millimeter Wave, August 2003, Volume 24, Number 8; August 2003

## DOKTORARBEITEN / PHD THESES

Stephan Flake: UML-Based Specification of State-Oriented Real-Time Properties.  
Gutachter: Prof. Dr. Franz J. Rammig (Universität Paderborn), Prof. Dr. Gregor

Engels (Universität Paderborn), Prof. Dr. Martin Gogolla (Universität Bremen),  
ShakerVerlag, 2003, (ISBN 3-8322-2312-6)

## DIPLOMARBEITEN/STUDIENARBEITEN / MASTER THESES

Berger, Sören: Aufgabenbasierte Entwicklung eines Content-Management UI für ein mobiles Mehrwertsystem mit Hilfe eines Aufgabenmodellierungswerkzeuges, Universität Paderborn, Prof. Dr. Gerd Szwillus, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Birkenheuer, Georg: An XPath Query Translation Framework Based on XSLT Stylesheets, Universität Paderborn, Prof. Dr. Stefan Böttcher, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Brähler, Tobias: Analyse iterativer Algorithmen zur optischen Phasenrückgewinnung, Universität Paderborn, Prof. Dr. Ing. G. Mroczynski, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Canares, Khrisna: Vermarktungsoptionen von Open Source-Technologien: Eine ökonomische Analyse auf Basis des Property-Rights-Ansatzes, Universität Paderborn, Prof. Dr. Mario Rese, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Dittmann, Florian: High-Level Synthese für eine rekonfigurierbare selbststeuernde bitserielle Architektur, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz J. Rammig, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Efe, Hakan: Identifikation und empirische Untersuchung erfolgsrelevanter Bedingungen für Kooperationen aus der Sicht klein- und mittelständischer Unternehmen, Prof. Dr. Leena Suhl, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Ghouati, Asmaa: Analyse der Verluste eines Tapers mit Hilfe der Coupled Mode Theory, Universität Paderborn, Prof. Dr. Ing. G. Mroczynski, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Grötzbach, Lennart: Entwicklung eines Entwurfsprozesses für mobile Augmented Reality-Anwendungen, Universität Paderborn, Prof. Dr. Gerd Szwillus, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Harder, Anatolij: Adaptive Antriebsregelung mit Positionsbestimmung für Roboterfußball-Anwendungen, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz J. Rammig, Dr. habil. Wolfram Hardt, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Hartwig, Christine: Informationsqualität im Internet, Universität Paderborn, Prof. Dr. Bernard Michael Gilroy, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Hennig, Andreas: Entwicklung Rekonfigurierbarer Schaltelemente für eine bitserielle asynchrone Architektur, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz J. Rammig, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Krause, Daniela: Ermittlung der individuellen Anforderungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von virtuellen Kooperationen vor dem besonderen Hintergrund interkultureller Zusammenarbeit, Universität Paderborn, Prof. Dr. Bernard Michael Gilroy, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Kurz, Daniel: Entwicklung einer WebDAV-Server-Schnittstelle und Anbindung an das Wissensmanagementsystem VKC, Berufsakademie Mannheim, Prof. Dr. H. J. Müller, Dietmar Nolte, Studiengang Informationstechnik

Litsch, Stefan: Peer-to-Peer Kommunikationsdienste in drahtlosen Netzen, Universität Paderborn, Prof. Dr. Odej Kao, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Liu, WangYan: Konzeption und Implementierung einer Ausführungsplattform für dynamische eingebettete Systeme, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz J. Rammig, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Neumayer, Andrea: Automatische Gesichtsanalyse und Mimickerkennung, Universität Paderborn, Dr. Bernd Kleinjohann, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Oberließen, Markus: Adaption und Komposition verhaltensbasierter Systeme mit Hilfe eines Expertensystems, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz J. Rammig, Dr. Bernd Kleinjohann, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Schilken, Eugen: Evaluierung und Weiterentwicklung von Werkzeugen zum Petri Netz basierten Entwurf von Steuerungen des Khepera Miniroboters, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz J. Rammig, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Schlicht, Alexander: Kongruenz des Blickverlaufs bei virtuellen und realen Autofahrten - Kraftfahrzeugsimulatoren als virtuelles Entwicklungswerkzeug zur Evaluation neuer Scheinwerfersysteme, Universität Paderborn, Prof. Dr. Gerd Szwillus, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik (in Kooperation mit der Hella KG Lippstadt)

Steinhaus, Susanne: Wissensintensive Prozesse in kooperativen Beziehungen, Universität Paderborn, Prof. Dr. Bernard Michael Gilroy, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Stübbe, Oliver: Adaption und Hardwareimplementierung eines rekursiven Faltungsalgorithmus zur Zeitbereichsanalyse optischer Multimode-Wellenleiter, Universität Paderborn, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Werth, Stefan: Rechtliche Aspekte von OSS Einsatz, Universität Paderborn, Prof. Dr. Barton, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Wiese, Marc-Andre: Abschätzung und Optimierung des Leistungsverbrauchs digitaler Systeme auf Register Transfer Ebene, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz J. Rammig, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

You, Ji-Seun: Dienstleistungsaspekt im E-Banking, Universität Paderborn, Prof. Dr. Bettina Schiller, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

## FÖRDERPROJEKTE / FUNDED PROJECTS

### NATIONALE FÖRDERPROJEKTE / NATIONALLY FUNDED PROJECTS

**GRASP**: Graphische Spezifikation und Echtzeitverifikation; DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft); 10/2000 - 09/2004  
Universität Paderborn; Universität Tübingen

**VIVA**: Entwurf verlustarmer Architekturvarianten (Schwerpunktprogramm: "Verfahren zur verlustarmen Informationsverarbeitung"); DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft); 05/2001 - 03/2005;  
Universität Paderborn und weitere Universitäten

**REDA III**: (Schwerpunktprogramm "Rapid Prototyping für integrierte Steuerungssysteme mit harten Zeitbedingungen"); Realzeitsteuerung durch Datenflussarchitekturen; DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft); 08/2001 - 07/2003;  
Universität Paderborn und weitere Universitäten

**SFB 376** (Teilprojekt B1 "Methodischer Entwurf Massiv Paralleler Realzeitsysteme")  
Universität Paderborn: Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Fakultät für Naturwissenschaften, Fakultät für Maschinenbau, PC<sup>2</sup> - Paderborner Zentrum für Paralleles Rechnen, Heinz Nixdorf Institut, C-LAB - Cooperative Computing & Communication Laboratory, PaSCo - Paderborn Institute für Scientific Computation, Fraunhofer-

Anwendungszentrum für Logistikorientierte Betriebswirtschaft, International Graduate School on Dynamic Intelligent Systems

**SFB 614** (Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus; Teilprojekt B3 "Virtual Prototyping" und Teilprojekt C3 "Agentenbasierte Regler")  
Universität Paderborn: Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Fakultät für Maschinenbau, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, C-LAB - Cooperative Computing & Communication Laboratory

**EAST-EEA** (ITEA): Embedded Electronic Architecture: 05/2001 - 07/2004  
DaimlerChrysler, Bosch, BMW, Audi, Vector Informatik Stuttgart, ETAS Stuttgart, Opel, Siemens VDO, Siemens Business Services, Universität Paderborn, ZF Friedrichshafen, TU Darmstadt, weitere außerdeutsche ITEA-Partner

**AR-PDA**: Ein digitaler Assistent für VR/AR Inhalte: 03/2001 - 02/2004  
Miele, Lunatic Interactive Prod., myview technologies, TU Ilmenau, HNI, Universität Paderborn, Siemens Business Services

**IPO** (MEDEA): IP-Qualifikation für effizientes Systemdesign; 12/2000 - 11/2003  
AMD Saxony Manufacturing GmbH, sci-worx GmbH, tec:inno GmbH, Infineon Technologies AG, Forschungszentrum Informatik (FZI), Siemens Business Services, Universität Paderborn



**OptiCon;** Industrielle Produktionstechnik für Baugruppen mit integrierten optischen Kurzstreckenverbindungen; 01/2001 - 06/2004  
Siemens AG ICN, Siemens AG CT, Alcatel SEL AG, Harting KGaA, W.L. Gore & Associates GmbH, ILFA Feinleitertechnik GmbH, Universität Paderborn, Universität Dortmund

**NOW;** Nutzung des Open-Source-Konzepts in Wirtschaft und Industrie; 10/2002 - 02/2005  
4Soft GmbH, Technische Universität München (Lehrstuhl für Software & Systems Engineering), Siemens AG Corporate Technology, Siemens Business Services

**Virtoweb;** Virtuelle Organisationsformen für wissensbasierte Biotechnologieprozesse; 09/2002 - 02/2005

Siemens Business Services, Universität Paderborn, InterScience Consulting GmbH, LabConsult® Gesellschaft für Labordiagnostik in der Klinischen Pharmakologie mbH, Across Barriers GmbH

**SIRENA;** Dienste-Infrastruktur für echtzeitkritische, eingebettete vernetzte Anwendungen; (ITEA-Projekt im Rahmen des internationalen EUREKA-Projektes) 10/03 - 09/05

Siemens Business Services, Universität Paderborn, ESC GmbH, Fraunhofer FIRST, INVERNA GmbH, ixtronics GmbH, Kachel IT Beratung und Lösungen, MATERNA GmbH Information & Communications, Traveltainer GmbH, Universität Dortmund, Universität Rostock,

## EUROPÄISCHE FÖRDERPROJEKTE / EUROPEAN FUNDED PROJECTS

**AMIRE;** Authoring Mixed Reality; 04/2002-06/2004  
Labein S.A (E), Guggenheim Bilbao Museum (E), FAW (A), FH-Hagenberg (A), OMV (A), Talent Code OY (SF), Helsinki University of Technology (SF), Fraunhofer Gesellschaft AG (D), Siemens Business Services (D)

**E-COLLEG;** Advanced Infrastructure for Pan-European Collaborative Engineering; 01/2000-12/2003  
Thomson-CSF Optronique (F), FTL Systems (UK), Infineon (D), Silesian University (PL), Siemens Business Services (D), Universität Paderborn (D)

**HOLMS;** High Speed Opto-Electronic Memory Systems; 04/2002 - 03/2005  
Heriot-Watt University (UK), Swiss Federal Institute of Technology (CH), Thales

Communications S.A. (F), Siemens Business Services (D), Fernuniversität GH Hagen (D), Ecole Supérieure d'Electricité - Supelec (F), Universität Paderborn (D), ILFA GmbH (D)

**MEMPHIS;** Multilingual Content for Flexible Format Internet Premium Services; 03/2001 - 06/2004  
Bertelsmann Media Systems (D), DNM S.P.A. (I), Dt. Forschungszentrum für künstl. Intelligenz (D), Universität St. Gallen (CH), University of Athens (GR), Sail Labs GmbH (D), Siemens Business Services (D), Universität Paderborn (D)

**EVENTS;** Computer Vision Enables Non-Constrained Transmission of Scenarios; 10/2000 - 12/2003

## AUSSTELLUNGEN / EXHIBITIONS

Familien-Tag im HNF, Paderborn, 26. Januar

Design Automation and Test in Europe (DATE), Präsentation auf der University Booth mit dem Titel "A Fully Self-Timed Bit-Serial Pipeline Architecture for Embedded Systems (MACT-Architecture)", München, 03.-07. März

Cebit 2003, Hannover, 12. - 19. März

Abiturientenmesse, Köln, 21. - 22. März

"Zukunft & Beruf" Messe für Informationstechnologie-, Medien- und Ingenieurberuf in HNF, 2. - 5. April

Hannover Messe, 6.4. - 12. April

SMT/HYBRID/PACKAGING 2003, Messestand des Industriearbeitskreises "Mikro-

technische Produktion", Präsentation eines funktionsfähigen Demonstrationsboards zur optischen Signalübertragung in einer Leiterplatte am Beispiel einer Gigabit Ethernet Verbindung sowie von Simulationssoftware, Nürnberg, Deutschland, 6.-8. Mai, 2003

Sonderausstellung "Computerwelten - Vom Abakus zum Avatar" SiemensForum, Erlangen, 14. Juli

Reha Care 2003, Düsseldorf, 15. - 18. Oktober

net's work - Forum für innovative Unternehmensnetzwerke, Bad Salzflufen, 7. - 8. November 2003

solutions OWL 2003, Paderborn, 13. November 2003

## WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT / COLLABORATION IN TECHNICAL SCIENTIFIC BODIES

### GI, GMM, ITG:

Member of GI FB 3 "Technical Informatics" (Rammig)

Member of RSS-LG (GI FA 3.5, GMM FB 8, ITG FA 8.2) (Rammig)

Member of GI/ITG/GME Fachgruppe 3.5.7 / 5.2.2 / 5.7 (Müller)

Member of GI-Fachgruppe "Virtuelle Realität und Augmented Reality" im GI Fachbereich Graphische Datenverarbeitung (Paelke)

### IFIP:

National representative of Germany in IFIPTC 10 (Rammig)

Member of IFIP WG 10.5 (Rammig)

Member of IPIP WG 10.5 SIG DL (Müller, Rammig)

Chair of IFIP WG 10.5 SIG Embedded Systems (B. Kleinjohann)

PC Member of IPIP WG 10.5 SIG Embedded Systems (Rettberg)

Member of IPIP WG 10.5 SIG Embedded Systems (L. Kleinjohann)

### ACM, IEEE:

Member of ACM SIGGRAPH (Paelke)

Member of ACM SIGGRAPH (Reimann)

Member of ACM SIGGRAPH (Müller)

Member of ACM SIGDA (Müller)

**ITEA:**

Member of the ITEA Board (Information Technology for European Advancement) (Kern)

Member of the ITEA Board Support Group (Information Technology for European Advancement) (Niemeyer)

Member of the ITEA Steering Group (Information Technology for European Advancement) (Glaschick)

**OTHERS:**

Chairman of the Board InnoZent OWL e.V. (Regional Association for the Promotion of Internet Technologies and Multimedia Competencies) (Kern)

Mitglied der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften (Rammig)

**PROGRAM COMMITTEES, ORGANIZATION OF SESSIONS AT CONFERENCES:**

Organisation Committee Member, IAS 2004, Funchal, January 2004 (Paelke)

Reviewer, IEEE and ACM ISMAR 2003, Tokyo, September 2003 (Paelke)

Reviewer, ACM CHI 2004, Vienna, April 2004 (Paelke)

Reviewer, HCI 2003, Crete, September 2003 (Paelke)

PC Member, Fourth International Workshop "Engineering Societies in the Agents World", London, UK (Flake)

PC Member, Second IEEE Workshop on AR-Toolkit, ART03, Tokyo, Japan, October 2003 (Paelke, Reimann)

Steering Committee Member, Second IEEE Workshop on AR-Toolkit, ART03, Tokyo, Japan, October 2003 (Reimann)

Treasurer, Second IEEE Workshop on AR-Toolkit, ART03, Tokyo, Japan, October 2003 (Reimann)

Reviewer, 7th IEEE International Symposium on Wearable Computers, ISWC03, New York, USA, October 2003 (Reimann)

PC Member, Workshop of "Distributed and Parallel Embedded Systems" (DIPES 2004), Toulouse, France (L. Kleinjohann, Rettberg)

PC Member, WORDS 2003, Guadalajara, Mexico, January 2003 (B. Kleinjohann)

PC Member, ISORC 2003, Hakodate, Japan, April 2003 (B. Kleinjohann)

PC Member and IFIP Link, Third International Conference on Application of Concurrency to System Design (ACSD 2003), Guimeraes, Portugal (B. Kleinjohann)

PC Member, FDL 2003, Frankfurt, Germany September 2003 (B. Kleinjohann)

PC Member, WORDS 2003 Fall, Capri Island, Italy, October 2003 (B. Kleinjohann)

Chair, IFIP Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systeme (DIPES'04) (B. Kleinjohann)

PC Member IEEE ISORC 2003, Hakodate, Japan, May 2003 (Rammig)

PC Member IEEE WORDSF 2003, Capri, Italy, October 2003 (Rammig)

PC Member IEEE ISORC 2004, Vienna, Austria, May 2004 (Rammig)

General Chair, Workshop on UML for SoC at DAC 2004, San Diego, USA, June 2004.

Electronic Review Chair, DATE 2003, Munich, Germany, March 2003 (Müller)

Electronic Review Chair, DATE2004, Paris, Germany, February 2004 (Müller)

General Chair, Workshop on Languages for Formal Methods at FDL 2003, Frankfurt, Germany, September 2003 (Müller)

General Chair, Workshop on Languages for Formal Specification and Verification at FDL 2004, Lille, France, September 2003 (Müller)

General Chair, Challenges on Collaborative Engineering, Poznan, Poland, April 2003 (Müller)

PC Member, GI/ITG/GMM Workshop Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen, February 2003, Bremen, Germany (Müller)

**■ PRESSESPIEGEL / PRESS REVIEW ■**

**Barrierefreiheit im Internet**, WDR Regionalfenster, 30. Oktober 2003

**Partizipation und Barrierefreiheit**, Die BITKOM Innovations Initiative, 20. Oktober 2003

**So wird das Internet für Blinde sichtbar**, Westfälisches-Volksblatt, 15. Oktober 2003

**Siemens-Innovationen erleichtern Menschen mit Behinderungen das Leben**, Siemens CT, 14. Oktober 2003

**Internet ohne Hürden**, Pictures of the Future, Herbst 2003

**Open-Source-Portale**, c't, 8. September 2003

**Augmented Reality Service Applications for Mobiles**, Technologies To Watch, May 2003, Nr. 16

**Mit "Mexi" zur Hannover-Messe**, Neue Westfälische, 4. April 2003

**Universität reist mit "MEXI" zur Hannover Messe**, Westfälisches-Volksblatt, 4. April 2003

**Prof. Dr. Franz Rammig neu in der Akademie**, Neue Westfälische, 29./30. März 2003

**Ministerin lernt "Mexi" kennen**, Westfalen-Blatt, 19. März 2003

**Forschungsland NRW wirbt mit "Mexi"**, Die Glocke, 14. März 2003

**Say It with Feeling**, engine, 0/03 März 2003

**Wohlfühlsoftware**, c't, Heft 6 März 2003

**Barrierefreiheit im Internet - notwendig und nützlich für alle**, Bremen Online Services, März 2003

**Forschungsprojekte für Across Barriers**, Wirtschaft, Journal der IHK Saarland, Februar 2003

**Augmented Reality-PDA Projekt im C-LAB**, Weekly SI Newsletter, Februar 2003

**Rahmenbedingungen in Paderborn sind Weltklasse**, Neue Westfälische, 27. Januar 2003





## GREMIEN / BOARD MEMBERS

### ■ VORSTAND / EXECUTIVE BOARD OF DIRECTORS ■

**Herr Dr. Kern**  
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

**Herr Prof. Dr. Rammig**  
Universität Paderborn

### ■ VORSITZENDER DES BEIRATES / CHAIRMAN OF THE ADVISORY BOARD ■

**Herr Dr. Sauer**

### ■ MITGLIEDER DES BEIRATES / MEMBERS OF THE ADVISORY BOARD ■

**Herr Breidler**  
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

**Herr Dr. Kausche**  
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

**Herr Prof. Dr. Engels**  
Universität Paderborn

**Herr Dr. Kopitsch**  
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

**Herr Georgi**  
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

**Herr Prof. Dr. Mrozynski**  
Universität Paderborn

**Herr Prof. Dr. Hauenschild**  
Universität Paderborn

### ■ KOOPTIERTE MITGLIEDER DES BEIRATES / ASSOCIATED MEMBERS OF THE ADVISORY BOARD ■

**Herr Ahle**  
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

**Herr Prof. Dr. Kleine-Büning**  
Universität Paderborn

**Herr Prof. Dr. Böttcher**  
Universität Paderborn

**Herr Prof. Dr. Meerkötter**  
Universität Paderborn

**Frau Prof. Dr. Domik**  
Universität Paderborn

**Herr Prof. Dr. Rosenberg**  
Universität Paderborn

**Herr Prof. Dr. Gilroy**  
Universität Paderborn

**Herr Prof. Dr. Rückert**  
Universität Paderborn

**Herr Kappler**  
Fujitsu Siemens Computers GmbH

**Frau Woletz**  
Universität Paderborn

Stand 28.11.2003 / Position as per 28.11.2003





## IMPRESSUM:

C-LAB  
 Cooperative Computing & Communication Laboratory  
 Fürstenallee 11  
 D-33102 Paderborn  
 Fon: +49 (0) 52 51 / 60 60 60  
 Fax: +49 (0) 52 51 / 60 60 66  
 URL: [www.c-lab.de](http://www.c-lab.de)  
 email: [c-lab@c-lab.de](mailto:c-lab@c-lab.de)

ISSN 1439-5797

© Siemens Business Services GmbH & Co. OHG  
 und Universität Paderborn 2004

Alle Rechte sind vorbehalten.  
 Insbesondere ist die Übernahme in maschinenlesbare Form sowie das  
 Speichern in Informationssystemen, auch auszugsweise nur mit  
 schriftlicher Genehmigung der Siemens Business Services GmbH &  
 Co. OHG und der Universität Paderborn gestattet.

All rights reserved.  
 In particular transfer of data into machine readable form as well as  
 storage into information systems, (even extracts) is only permitted  
 prior to written consent by Siemens Business Services GmbH & Co.  
 OHG and Universität Paderborn.

### Redaktion:

#### Edited by:

Gerhard Schulz  
 email: [Gerhard.Schulz@c-lab.de](mailto:Gerhard.Schulz@c-lab.de)

### Textrevision, Grafik und Layout:

#### Text revision, graphic design and layout:

Siemens Business Services GmbH & Co. OHG  
 CEC Medien- und Publishing Services  
 D-81730 München · Otto-Hahn-Ring 6  
 Tel.: +49 (0) 89 / 636 - 4 28 44  
 URL: [www.siemens.com/sbs](http://www.siemens.com/sbs)  
 email: [Siegfried.BaumueLLer@siemens.com](mailto:Siegfried.BaumueLLer@siemens.com)

### Übersetzung:

#### Translation:

Siemens Business Services GmbH & Co. OHG  
 SBS SprachenDienst  
 D-33106 Paderborn · Heinz-Nixdorf-Ring 1  
 Tel.: +49 (0) 52 51 / 8 -1 15 57  
 URL: [www.siemens.de/sprachendienst](http://www.siemens.de/sprachendienst)  
 email: [Mary.Tannert@siemens.com](mailto:Mary.Tannert@siemens.com)

### Druck:

#### Printed by:

Color-Offset GmbH  
 D-81379 München · Geretsrieder Straße 10  
 Tel. +49 (0) 89 / 78 04 10  
 URL: [www.color-offset.de](http://www.color-offset.de)  
 email: [info@color-offset.de](mailto:info@color-offset.de)



