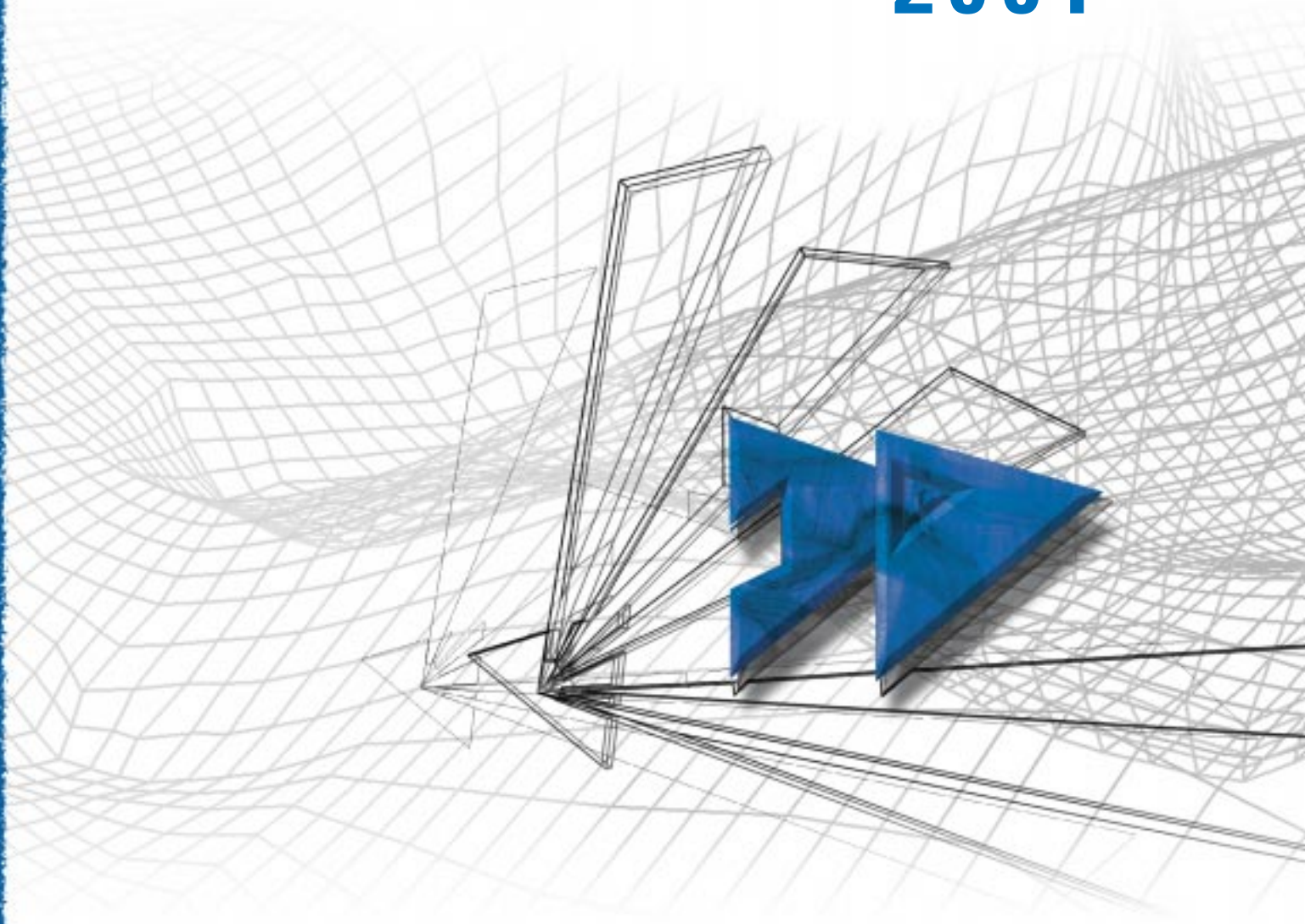
JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT
2001



C-LAB JAHRESBERICHT 2001

C-LAB ANNUAL REPORT 2001

Wolfgang Kern
Franz Josef Rammig

C-LAB
Fürstenallee 11
D-33102 Paderborn

URL: http://www.c-lab.de

INHALTSVERZEICHNIS
CONTENTS

VORWORT
FOREWORD 5

C-LAB HÖHEPUNKTE
C-LAB HIGHLIGHTS 9

AUSGEWÄHLTE PROJEKTE
SELECTED PROJECTS 15

AR-PDA – EIN MOBILER DIGITALER ASSISTENT FÜR DEN MASSENMARKT
AR-PDA – A MOBILE PDA FOR THE MASS MARKET 15

FAHRPLANSIMULATION FÜR DEN TRANSRAPID-EINSATZ IM CHINESISCHEN SHANGHAI
TIMETABLE SIMULATION FOR THE TRANSRAPID IN SHANGHAI 21

ZUKUNFT MADE AT C-LAB
FUTURE MADE AT C-LAB 25

VILM – VISUALISIERUNG VON LEHR- UND LERNPROZESSEN IN MULTIMEDIASYSTEMEN
VILM – VISUALIZATION OF TEACHING/LEARNING PROCESSES IN MULTIMEDIA SYSTEMS 29

MEXI, ROBOTER MIT „GEFÜHL“
MEXI – A ROBOT WITH “FEELINGS” 33

PROJEKTÜBERSICHTEN
PROJECT OVERVIEW 41

BUSINESS DEVELOPMENT
BUSINESS DEVELOPMENT 41

VISUELL-INTERAKTIVE SYSTEME
VISUAL INTERACTIVE SYSTEMS 45

ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER (ACC)
ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER (ACC) 49

INTERACTIVE DIALOG SYSTEMS
INTERACTIVE DIALOG SYSTEMS 53

MOBILE LÖSUNGEN FÜR VERTEILTE, VERNETZTE SYSTEME
MOBILE SOLUTIONS FOR DISTRIBUTED, NETWORKED SYSTEMS 57

ENTWURF VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN
DESIGNING EMBEDDED SYSTEMS 61

OPTISCHE AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK
OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY 71

PUBLIKATIONEN, FÖRDERPROJEKTE UND WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT
PUBLICATIONS, FUNDED PROJECTS AND SCIENTIFIC COLLABORATIONS 81

GREMIEN DES C-LAB
BOARD MEMBERS 89

IMPRESSUM
IMPRESSUM 91

VORWORT

C-LAB IST PRÄSENT WIE NIE ZUVOR

Wenn das Kabinett des Landes Nordrhein-Westfalen in Paderborn tagt, besucht es natürlich das C-LAB. So geschehen am 21. Januar 2001. Wenn der Vorstandsvorsitzende der Siemens AG, Dr. Heinrich von Pierer, dem deutschen Bundeskanzler, Gerhard Schröder, die Innovationskraft des Hauses Siemens präsentiert, greift er natürlich auf ein Ergebnis des C-LAB zurück. So geschehen am 3. April 2001. Wenn

Bundeskanzler Gerhard Schröder und der Vorstandsvorsitzende der Siemens AG Dr. Heinrich v. Pierer ließen sich von C-LAB-Mitarbeiter Gerhard Schulz den Roboterkopf „mexi" vorführen. Die Entwicklung des C-LAB kann über Augen, Ohren und Mund Gefühle ausdrücken und wird durch eine „Emotional Engine" gesteuert. Mit „mexi" untersucht C-LAB neuartige Programmiertechniken.

German Chancellor Gerhard Schröder and Siemens AG President and CEO Dr. Heinrich v. Pierer received a demonstration of the robot head "Mexi" from C-LAB's Gerhard Schulz. This robot, a C-LAB development, can express emotions using its eyes, ears, and mouth, and is controlled by an "emotional engine". C-LAB is using Mexi to investigate new kinds of programming techniques.

PREFACE

C-LAB SHOWS MORE PROFILE THAN EVER BEFORE

When the cabinet of North Rhine-Westphalia comes to Paderborn, it naturally visits C-LAB. And this happened on January 21, 2001. When Dr. Heinrich von Pierer, President and CEO of Siemens AG, presents the innovativeness of Siemens to Gerhard Schröder, Chancellor of the Federal Republic of Germany, then he naturally draws on output from C-LAB. And this happened on April 3, 2001. When the innovation prize for the eastern region of North Rhine-Westphalia is awarded, C-LAB is naturally one of the winners. And this happened on November 7, 2001.

C-LAB 2001 MEANS REORGANIZATION AND A NEW START

The year 2001 started for C-LAB with a major reorganization because of the new business relationship with Siemens Business Services (SBS). This reorganization also led to a re-orientation, because the topics that interest SBS are not identical to C-LAB's previous core skills. C-LAB faced up to this challenge by improving its own strengths and falling back even more on the range of offerings from the University of Paderborn, and quickly tackled the changes that needed to be made. Now C-LAB is in demand as a partner when projects necessitate new business models in the areas of electronic and mobile commerce. Now C-LAB provides solution components for information compression that are needed for mobile services. C-LAB's years

der Innovationspreis der Region Ostwestfalen-Lippe zu vergeben ist, gehört natürlich das C-LAB zu den Gewinnern. So geschehen am 7. November 2001.

C-LAB 2001 BEDEUTET UMBRUCH UND AUFBRUCH

Das Jahr 2001 begann für das C-LAB mit einem organisatorischen Umbruch: der Anbindung an Siemens Business Services (SBS). Dieser Umbruch führte gleichzeitig zu einem Aufbruch. Denn die Themenfelder von SBS sind nicht deckungsgleich mit den bisherigen Kompetenzschwerpunkten des C-LAB. Durch konsequente Weiterentwicklung der eigenen Stärken und verstärkten Rückgriff auf das breite Angebotsspektrum der Universität Paderborn stellte sich das C-LAB dieser Herausforderung und nahm die Anpassungen zügig in Angriff. Heute ist das C-LAB ein gefragter Partner, wenn es um neue Geschäftsmodelle im Bereich *Electronic und Mobile Commerce* geht. Heute stellt das C-LAB geeignete Lösungskomponenten zur Informationsverdichtung bereit, die für mobile Dienste erforderlich sind. Die langjährige Erfahrung des C-LAB im *Web-Computing* ermöglicht es nun, die vom Markt verstärkt nachgefragte Integration unterschiedlichster Anwendungen über das Internet zu realisieren.

C-LAB 2001 BEDEUTET KONTINUITÄT UND ZIELFOKUSSIERUNG

Kompetenz bedeutet aber auch Kontinuität, d. h. Abstützung auf tiefes Wissen, wie es nur über längere Zeiträume erworben werden kann. Wissenschaftlich fundiertes Wissen ist eine der Stärken des C-LAB. Gleichgültig, ob es um völlig neuartige Potenziale der optischen Verbindungstechnik auf Leiterplatten geht, oder um einen methodischen Ansatz zur effizienten Erstellung eingebetteter Software. Egal, ob eine intuitiv grafische Benutzerinteraktion, eine benutzergerechte Gestaltung von Oberflächen oder der Zugang Behinderter zu technischen Geräten gefordert ist: Das C-LAB kann auf dieses tiefe Wissen zurück greifen und ergänzt sein Know-how projektbezogen mit kompetenten Partnern aus der *„Scientific Community"*. Dabei fokussiert sich das C-LAB konsequent auf den Bereich der verteilten Anwendungen. Dieses eng abgegrenzte Gebiet wird über eine tiefe Wertschöpfungskette – von der Technologie bis hin zu

of experience in Web computing now enable us to integrate different applications over the Internet in line with increased market demand.

C-LAB 2001 MEANS CONTINUITY AND FOCUSING ON TARGETS

Skills also mean continuity, i. e., drawing upon in-depth knowledge that can only be acquired over a long period of time. Scientifically sound knowledge is one of the C-LAB's strengths. Whether a brand new potential in optical connection technology on printed circuit boards is at issue, or a methodical approach for efficient development of embedded software. Whether intuitive graphical user interaction, user-specific interface design, or access to technical equipment by the disabled is required, C-LAB can draw upon this in-depth knowledge and supplement its know-how in projects by involving skilled partners from the scientific community. C-LAB consistently focuses on distributed applications. This tightly delimited area is covered by a extensive value chain from technology to business models ("long thin man" approach). In this way C-LAB can offer unique, extensive solution skills from a single source to its customers and partners.

AND C-LAB 2001 MEANS INNOVATION ABOVE ALL

Innovation is the driving force for C-LAB. It drives us forward in our unremitting search for new and unusual solutions. When C-LAB deals with the challenges of Web-based knowledge management, for example, this results in a brand new approach for a search engine that compresses information in a way that seems essential for mobile applications of the future – a search engine that also impressed the North Rhine-Westphalia cabinet with the accuracy of its technology.

When C-LAB develops intelligent embedded software, for example, the result is a solution based on new programming paradigms such as those that have only been examined in special areas of robotics so far. The demonstration model of this development, C-LAB's emotion-modeling robot head MEXI, has received attention from all over the world.

den Geschäftsmodellen – abgedeckt („Long Thin Man"-Ansatz). Dadurch kann das C-LAB seinen Kunden und Partnern umfassende Lösungskompetenz in einzigartiger Weise „aus einer Hand" anbieten.

UND C-LAB 2001 BEDEUTET VOR ALLEM INNOVATION

Die treibende Kraft für das C-LAB ist die Innovation. Sie forciert das ungeduldige Voranschreiten – die unablässige Suche nach neuen und ungewöhnlichen Lösungen. Wenn sich das C-LAB zum Beispiel mit den Herausforderungen des Web-basierten Wissensmanagements beschäftigt, entsteht gleich der völlig neuartige Ansatz einer gezielt Informationen verdichtenden Suchmaschine. Einer Suchmaschine, wie sie für mobile Anwendungen der Zukunft fast zwingend erscheint. Einer Suchmaschine, die durch die Zielgenauigkeit ihrer Technologie sogar das NRW-Kabinett beeindruckt hat.

Oder wenn das C-LAB beispielsweise intelligente, eingebettete Software entwickelt, entsteht eine Lösung auf völlig neuartigen Programmierparadigmen, wie sie bisher nur in speziellen Bereichen der Robotik untersucht worden sind. Das Demonstrationsmodell dieser Entwicklung, C-LABs Emotionen modellierender Roboterkopf MEXI, fand weltweite Beachtung.

Dies sind nur zwei Beispiele aus dem vielfältigen Aktivitätsspektrum. Die Unruhe, der Wille, zu neuen Horizonten vorzudringen und dabei nie die angestrebte Marktgängigkeit der entwickelten Lösungen aus dem Auge zu verlieren, das ist die Triebfeder des C-LAB. Und sie ist ungebrochen.

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

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

These are just two examples from our varied range of activities. Restlessness and the will to expand our horizons and never lose track of the fact that the solutions we develop need to be marketable – these provide the unceasing impulses that propel C-LAB forward.

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

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

C-LAB 2001 – DIE HÖHEPUNKTE

Das Jahr 2001 begann für das C-LAB mit einem Paukenschlag: Am 23. Januar war das Landeskabinett von Nordrhein-Westfalen unter Leitung des Ministerpräsidenten Wolfgang Clement zu Gast. Die Mitglieder der Landesregierung machten sich vor Ort ein Bild von den C-LAB-Aktivitäten. Sehr positiv bewerteten die Besucher dabei die akademische Facette des C-LAB. Denn auf Grund der Einbettung in die Universität Paderborn und wegen der intensiven Zusammenarbeit mit den verschiedenen Fachbereichen kommt es zu einem sehr fruchtbaren wissenschaftlichen Austausch. Auch die wirtschaftliche Komponente fand große Beachtung. Schließlich unterstützen die verschiedenen aus dem C-LAB stammenden Start-up-Unternehmen auch die regionale Wirtschaftsstrukturentwicklung.

Auf Grund der neuen organisatorischen Anbindung des C-LAB an die Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (SBS) wurden im Laufe des Jahres verschiedene Aktivitäten eingeleitet, um die konkreten Bereichsinteressen der SBS und die der Universität Paderborn in Einklang zu bringen. Ziel war es, eine neue Ausrichtung für das C-LAB zu entwickeln. Ein Strategie-Workshop in Paderborn mit wichtigen Entscheidungsträgern beider Partner lieferte dazu die notwendigen Eckpunkte.

Das C-LAB konnte im abgelaufenen Jahr die wirtschaftliche Ausbeute seiner Ergebnisse deutlich steigern und verbessern. Zu den Erfolgen gehörten Verträge mit kommerziellen Projektpartnern zur Erbringung hoch qualifizierter Dienstleistungen und Entwicklungsunterstützung mit jeweils beträchtlichen Volumina.

C-LAB 2001 HIGHLIGHTS

The year 2001 began for C-LAB with a bang. On January 23, the cabinet of the state of North Rhine-Westphalia arrived as guests with Wolfgang Clement, Prime Minister, at its head. The members of the state government got a picture of C-LAB activities on site. Our visitors rated the academic side of C-LAB positively because there is a very fruitful exchange of scientific information thanks to the integration of C-LAB in the University of Paderborn and the intense cooperation with various faculties. The business side of C-LAB also received plenty of attention. After all, the start-ups that have been spun off from C-LAB assist the economic structure of North Rhine-Westphalia .

Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen besucht das C-LAB.
The government of the state of North Rhine-Westphalia visits C-LAB.

C-LAB's new organizational link to Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (SBS) meant that various activities were initiated during the year in order to harmonize the interests of SBS and the University of Paderborn. The goal was to define a new orientation for C-LAB. A strategy workshop in Paderborn was attended by key de-

Hervorzuheben ist zum einen ein Vertrag zwischen dem seit 1. Oktober 2000 im C-LAB etablierten Accessibility Competence Center (ACC) und der Siemens Corporate Technology (CT). Im Rahmen dieser Vereinbarung sollen Produkte und Dienstleistungen der verschiedenen Siemens Bereiche auf ihre Benutzbarkeit für ältere oder behinderte Menschen untersucht werden. Bei festgestellten Unzulänglichkeiten wird ermittelt, welche Hilfsmittel zur Benutzung mitgeliefert bzw. bereit gestellt werden müssen. Zum anderen schloss der Bereich Siemens Health Services (SHS) mit dem C-LAB einen Rahmenvertrag über die Optimierung der Benutzbarkeit eines in Entwicklung befindlichen neuen Produktes.

Der Ministerpräsident des Landes Nordrhein-Westfalen Wolfgang Clement und Frau Ministerin Gabriele Behler – Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung – hören gespannt einem Vortrag im C-LAB zu.

Prime Minister Wolfgang Clement of the state of North Rhine Westphalia, and Minister Gabriele Behler of the Ministry of School, Education, Science and Research, listen with great interest to a presentation at C-LAB.

Zwei Projekte aus dem Mobilfunkbereich konnten mit Siemens Information & Communication Mobile (ICM, Bereich MP TI) erfolgreich abgeschlossen werden. In beiden Vorhaben kamen aktuellste Forschungsergebnisse des C-LAB zur Anwendung. Dadurch konnten innovative Funktionen für neue Handy-Prototypen entwickelt werden. Diese Projekte belegen wieder einmal eindrucksvoll die konsequente C-LAB-Ausrichtung auf die Siemens Geschäftsbereiche. So entsteht beiderseitiger Nutzen im Sinne eines zeitnahen Technologie- und Know-how-Transfers.

cision-makers from both parties, who provided the necessary foundations.

In the past year C-LAB managed to increase and improve the financial yield from its results considerably. Our successes included contracts with commercial project partners to render high-quality services and provide development support – both entailing a high volume.

An agreement between the Accessibility Competence Center (ACC), which started operations at C-LAB on October 1, 2000, and Siemens Corporate Technology (CT) is particularly worth mentioning. As part of this agreement, products and services of the various Siemens units are to be examined for usability by elderly or disabled persons. If any shortcomings are found we will identify the resources that must be provided to make them easier to use. Siemens Health Services (SHS) signed a master agreement with C-LAB with a view to optimizing the usability of a new product that has been developed.

Two mobile telephony projects were completed successfully with Siemens Information & Communication Mobile (ICM, the MP TI unit). The latest research findings by C-LAB were put to use in both of these projects, allowing innovative functions to be developed for new mobile phone prototypes. These projects impressively substantiate C-LAB's consistent orientation to Siemens units once again. This is of mutual benefit to both partners, since there is a prompt transfer of technology and know-how.

The positive results that have been listed as examples, plus many others, also confirm the approach we have taken on purely commercial aspects, too, because C-LAB has the stated goal of driving ahead with the financial exploitation of scientific findings and results on internal and external markets, as exemplified by our process model "Think – Realize – Exploit."

C-LAB held an initial sales seminar for staff in June in order to improve the results of marketing. Our target was

Die exemplarisch aufgeführten und viele andere positive Ergebnisse bestätigen auch unter rein kommerziellen Aspekten den eingeschlagenen Weg. Denn das C-LAB hat das erklärte Ziel, im Rahmen seines Prozessmodells „Think – Realize – Exploit" die wirtschaftliche Verwertung der wissenschaftlichen Ergebnisse und Erkenntnisse am internen und externen Markt voran zu treiben.

Zur weiteren Verbesserung der Vermarktungsergebnisse führte das C-LAB im Juni ein erstes Vertriebsseminar für Mitarbeiter durch. Ziel war es, die kundenorientierte und auf den Kundennutzen ausgerichtete Vorgehensweise zu vermitteln sowie die vertriebliche Professionalität zu steigern. Denn bei den Argumentationen und Präsentationen des C-LAB lag der Fokus bisher naturgemäß auf den technischen Aspekten. Eine erfahrene Verkaufstrainerin ließ im Rahmen des Seminars den gesamten Verkaufsprozess systematisch erarbeiten und in praxisnahen Rollenspielen vertiefen. Wegen des großen Erfolges dieser Veranstaltung sind Folgeseminare für weitere C-LAB Mitarbeiter geplant.

Zum 1. Oktober 2000 nahm der neue Bereich Business Challenges im C-LAB seine Arbeit auf. Besonderes Highlight der Aktivitäten dieser Gruppe war die Durchführung eines Zukunftsworkshops zum Thema „Zukunftswerkstatt Financial Services" (vgl. den Abschnitt „Zukunft made at C-LAB"). Dabei wurde eine Aufgabe aus dem Kompetenzportfolio des C-LAB mit eingeladenen internen und externen Experten im Kundenauftrag bearbeitet. Dieses Modell hat sich sehr gut bewährt. Sowohl die Ergebnisse als auch das sehr positive Feedback der Teilnehmer und des Auftraggebers ermutigen das C-LAB zur Fortsetzung. In diesem Zusammenhang sind auch die C-LAB Seminare zu aktuellen Einzelthemen zu sehen. Sowohl die Anzahl der Seminare als auch die Teilnehmerzahl konnte im abgelaufenen Jahr deutlich ausgebaut werden.

Der Zukunftsworkshop und die Seminare haben die positive Außenwirkung des C-LAB im Jahr 2001 spürbar verbessert. Auch die Ausrichtung der zweiten „Web-3-D-Konferenz" durch das C-LAB vom 19. bis 22. Februar in Paderborn trug erheblich dazu bei. Wie schon zwei Jahre zuvor, damals noch unter der Bezeichnung „VRML Konferenz", trafen sich ca. 250 überwiegend ausländische Teilnehmer zur Präsentation und Diskussion neues-

to impart our customer-oriented approach – geared to customer benefits – and to boost professionalism in the sales area, because C-LAB has naturally focused more on technical aspects to date when presenting sales arguments. At this seminar, in the hands of an experienced sales trainer, the entire sales process was systematically elaborated and participants were able to extend their know-how in practical role games. This event was such a success that follow-up seminars are planned for other C-LAB employees.

C-LAB's new Business Challenges unit took up its operations on October 1, 2000. A particular highlight of this group's activities was a workshop on "The Future Workshop for Financial Services" (see "The future made at C-LAB"). Internal and external experts were invited to this workshop to handle a task from the C-LAB portfolio on the basis of a customer order. This model has a proven track record. Both the results and the very positive feedback from the participants and our customer have encouraged C-LAB to continue with such workshops. C-LAB's seminars on individual current topics should also be viewed from this perspective. The number of seminars and participants rose definitely in the past year.

The Future Workshop and the seminars noticeably improved C-LAB's positive impact on the outside world in the year 2001. This was also helped by the second Web 3D Conference that C-LAB organized in Paderborn from February 19 to 22. As was the case two years ago when the event was held under the name VRML Conference, about 250 attendees, primarily from outside Germany, took part in presentations and discussions on the latest results of research into the representation of 3D content on the Web.

C-LAB employees also held major speeches at other international conferences such as DATE 2001. Furthermore, they played a key part in organizing and running these events.

As an innovation workshop, C-LAB enjoyed a tremendous amount of attention in the press in 2001. With Mexi, a robot head that displays emotions, C-LAB made it easy to understand and analyze initial results from the development of intelligent, behavior-oriented software. Mexi triggered a broad, intensive response in the media ranging from a report on the title page of the newspaper *Die*

ter Forschungsergebnisse hinsichtlich der Darstellung dreidimensionaler Inhalte im Web.

Auf weiteren internationalen Konferenzen, wie z. B. der DATE 2001, präsentierten C-LAB-Mitarbeiter wesentliche Beiträge. Außerdem hatten sie auch bei der organisatorischen Vorbereitung und Durchführung entscheidenden Anteil.

Das C-LAB als Innovationswerkstatt erfreute sich 2001 einer enormen Aufmerksamkeit durch die Medien. Mit Mexi, einem Roboterkopf zur Wiedergabe von Emotionen, machte das C-LAB die ersten Ergebnisse aus der Entwicklung intelligenter, verhaltensorientierter Software einfach verstehbar und nachvollziehbar. Mexi löste eine sehr breite und intensive Medienresonanz aus. Die Palette reichte von einem Bericht auf der Titelseite der Zeitung „DIE WELT" bis hin zu diversen Kurzberichten in Rundfunk und Fernsehen. Hinzu kam ein vertiefender Hintergrundbericht im Berliner „Tagesspiegel". Anlässlich einer Ausstellung im Münchner Siemens Forum beeindruckte Mexi auch den Bundeskanzler Gerhard Schröder und den Siemens-Chef Dr. Heinrich von Pierer.

Aber das C-LAB war im Jahr 2001 nicht nur mit Vorfeldprojekten, sondern auch mit heute schon in der täglichen Praxis verwendbaren Lösungsmodulen aus dem Bereich Wissensmanagement erfolgreich. Die Lösungsbasis VKC (Virtual Knowledge Center) aus dem C-LAB gewann im Rahmen des regional in Ostwestfalen-Lippe ausgeschriebenen Innovationswettbewerbes gemeinsam mit einem weiteren Bewerber den ersten Preis. Die Jury hob besonders hervor, dass VKC überall dort eingesetzt werden kann, wo schnell Informationen analysiert, klassifiziert und archiviert werden müssen, um dieses Wissen allen Mitarbeitern eines Teams, einer Abteilung oder eines Unternehmen zugänglich zu machen. Diese auch für kleine und mittelständische Unternehmen schnell und kostengünstig einsetzbare Lösung basiert auf neuesten Forschungsergebnissen der modernen Wissensverarbeitung. VKC ist somit ein weiteres Beispiel für die sehr zeitnahe Verwertung wissenschaftlicher Erkenntnisse des C-LAB in nutzbringenden Anwendungen für den Markt.

Auch bei den wissenschaftlichen Arbeiten, u. a. im Rahmen öffentlich geförderter Forschungsprojekte, erzielten die Mitarbeiter des C-LAB sehr gute Fortschritte. Auf Grund seines herausragenden internationalen Renommees als Labor für angewandte Forschung- und Ent-

Welt to various brief reports on radio and television. There was also a background report in *Tagesspiegel* which went into greater depth. At an exhibition at the Siemens Forum in Munich, Mexi also made an impression on Gerhard Schröder, Chancellor of the Federal Republic of Germany, and on Dr. Heinrich von Pierer, President and CEO of Siemens.

C-LAB's success in 2001 went beyond forward-looking projects to encompass knowledge management solution modules that can already be used in practical day-to-day operations. C-LAB's VKC solution basis (Virtual Knowledge Center) shared first prize with another contender in a regional innovation competition that took place in the eastern part of North Rhine-Westphalia. The jury emphasized, in particular, that VKC could be used wherever information needed to be analyzed, classified and archived fast in order to make this knowledge available to all members of a team, department or business. This solution, which can be deployed quickly and at low cost at small and medium-sized businesses as well, is based on the latest results of research into modern knowledge processing. VKC is thus another example of the way C-LAB turns scientific findings into beneficial applications on the market in a very short time.

C-LAB employees also made very good progress in scientific work, including some projects sponsored by the public sector. Thanks to its outstanding international reputation as a laboratory for applied research and development, C-LAB was able to initiate interesting new projects in both national and international networks, and demonstrate its effectiveness with the initial results. For example, C-LAB provided many promising intermediate results during the initial phase of the AR-PDA project that started in the past year. This project opens up brand-new perspectives for useful applications through the interaction of new terminal devices, future broadband communication channels and augmented reality (AR) applications. Augmented reality refers to a mix of real pictures taken with a camera and virtual content generated on a computer.

C-LAB's participation in the ITEA initiative (**I**nformation **T**echnology for **E**uropean **A**dvancement) was extended further in 2001. C-LAB employees assisted in drawing up the ITEA road map – the first presentation of potential fu-

wicklung konnte das C-LAB interessante neue Projekte in nationalen und internationalen Verbundvorhaben starten und seine Leistungsfähigkeit mit ersten Ergebnissen unter Beweis stellen. So lieferte das C-LAB beispielsweise schon während der Anfangsphase des im abgelaufenen Jahr gestarteten AR-PDA-Projektes viel versprechende Zwischenergebnisse. Dieses Projekt eröffnet ganz neue Perspektiven für nutzbringende Anwendungen durch das Zusammenspiel neuer Endgeräte, zukünftiger breitbandiger Kommunikationskanäle und Augmented Reality (AR)-Anwendungen. Augmented Reality bezeichnet dabei die Mischung von realen, mit einer Kamera aufgenommenen Bildern mit virtuellen, im Computer erzeugten Inhalten.

Die Beteiligung des C-LAB im Rahmen der europäischen ITEA (= **I**nformation **T**echnology for **E**uropean **A**dvancement)-Initiative konnte weiter ausgebaut werden. Unter Mitwirkung von C-LAB-Mitarbeitern entstand die ITEA Roadmap, die erste Darstellung möglicher zukünftiger Entwicklungen in den behandelten Themenfeldern für Europa. Dieses Papier wird fortlaufend aktualisiert. Sowohl die beteiligte Industrie als auch die europäischen Ministerien haben es sehr positiv aufgenommen. Die ITEA Roadmap dient u. a. als Grundlage für die Definition von konkreten europäischen Verbundprojekten. Das 2. ITEA-Symposium, das am 10. und 11. Oktober 2001 in Berlin stattfand, zeigte eindrucksvoll, dass das C-LAB mit seinen Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkten bestens positioniert ist. Mehrere Vorträge von führenden Industrievertretern aus ganz Europa unterstrichen, dass softwareintensive Systeme in den verschiedenen Industriebranchen Europas bereits heute eine zentrale Rolle spielen bzw. in Zukunft spielen werden. Einigkeit herrschte auch in der folgenden Podiumsdiskussion mit Vertretern der europäischen Forschungsministerien darüber, dass die Handhabung softwareintensiver Systeme in vielen Industrien bereits eine notwendige Kernkompetenz ist, bzw. in nächster Zukunft werden wird.

Das Jahr 2001 mit all seinen Höhepunkten und Umbrüchen bedeutete für das C-LAB eine enorme Herausforderung. Dabei ist es dem C-LAB gelungen, wissenschaftlich wie kommerziell konsequent Fortschritte zu machen und seine Position als herausragendes Beispiel einer „Private Public Partnership“ zu festigen.

ture developments for Europe in the topic in question. This paper is being updated continuously. Both the businesses involved and the European ministries received this very positively. The ITEA road map acts, among other things, as a basis for the definition of specific European networked projects. The second ITEA Symposium, which took place in Berlin on October 10 and 11, 2001, demonstrated impressively that C-LAB is ideally positioned with its key research and development activities. Several speeches by leading business representatives from all over Europe underlined that software-intensive systems already play a key role in various industries in Europe, or will do so in the future. A panel discussion with representatives of European research ministries revealed that there is general agreement that the handling of software-intensive systems in many industries is already a core skill, or will be in the near future.

With all its highlights and upheavals, the year 2001 was a tremendous challenge for C-LAB. However, C-LAB has managed to make consistent progress both on the scientific side and on the commercial side, and has strengthened its position as an outstanding example of a private/public partnership.

AUSGEWÄHLTE PROJEKTE

AR-PDA – EIN MOBILER DIGITALER ASSISTENT FÜR DEN MASSENMARKT

AR-PDA ist der Name eines vom BMBF geförderten dreijährigen Verbundprojektes. In diesem Vorhaben entwickeln die Partner ein neuartiges Hard- und Softwaresystem für einen mobilen digitalen Assistenten (Personal Digital Assistant, PDA). Das Besondere daran ist der Einsatz von so genannter „Erweiterter Realität" (Augmented Reality, AR). Darunter versteht man die kontextsensitive Anreicherung von realen Bildern mit computergenerierten Elementen (Bild, Text, 3D-Grafik, Audio) in Echtzeit. Zielgruppe für die Nutzung des neuen Systems ist die breite Masse der Verbraucher. Der AR-PDA soll dazu beitragen, das Alltagsleben der Anwender durch Einsatz der Augmented Reality-Technologie zu erleichtern.

MOTIVATION

Jeder Bereich unseres Alltags wird zunehmend von immer komplexeren technischen Geräten und Produkten durchdrungen. Dies gilt nicht mehr nur für das berufliche Umfeld, sondern auch für den privaten Bereich. Schon heute haben breite Schichten der Bevölkerung große Probleme, alle Funktionen und Leistungsmerkmale z. B. ihres PKWs, ihres Kochherdes oder ihres Videorekorders sinnvoll und effizient zu nutzen. In den vergangenen Jahren setzte man deshalb große Hoffnungen auf die Multimedia-Technologie. Durch geschickte Kombination von Bild, Text, Audio- und Videoelementen sollten komplexe Inhalte unterschiedlich qualifizierten Benutzern verständlich vermittelt werden. In einigen Bereichen wie z. B. der Aus- und Weiterbildung ist dies gelungen. Nach wie vor existieren jedoch noch große Defizite auf Grund unzureichender Benutzerschnittstellen (PC-Monitor, 2D-Benutzungsoberfläche) und fehlender räumlicher und zeitlicher Integration von Benutzer, Information und tech-

SELECTED PROJECTS

AR-PDA – A MOBILE PDA FOR THE MASS MARKET

AR-PDA is the name of a three-year networked project that is being sponsored by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF). The partners in this project are developing a new hardware and software system for a mobile personal digital assistant (PDA). What's special about this PDA is augmented reality (AR), i. e. context-sensitive augmentation of real pictures with computer-generated elements (images, text, 3D graphics, audio) in real-time. This new system is targeted at the broad consumer market. The AR-PDA is intended to help make daily life easier for users by means of the AR technology.

DEVELOPMENT IMPETUS

Every area of our daily life is increasingly being penetrated by more and more complex technical devices and products. This applies not only to work but also to private life. Many people already experience difficulty using all the functions and features of a product – for example a car, stove or video recorder – meaningfully and efficiently. This is why considerable hopes have been pinned on multimedia technology in the last few years. Using clever combinations of images, text, audio and video elements, manufacturers hope to convey complex ideas to users of various levels of skill. This has succeeded in some areas, such as education and training, but there are still major shortcomings owing to inadequate user interfaces (PC monitor, 2D). In addition, users, information and technical objects are not integrated well. There is therefore great demand for new, easy-to-operate user interfaces that will support integrated, interactive and multimodal presentation of product information.

Augmented reality technology now allows for a new approach. This is basically a combination of key techno-

nischem Objekt. Es besteht deshalb ein großer Bedarf an neuartigen, einfach zu bedienenden Benutzerschnittstellen, die eine integrierte, interaktive und multimodale Darstellung von Produktinformationen ermöglichen.

Einen neuen Lösungsansatz bringt nun die Technologie der Erweiterten Realität. Sie ist im Kern eine Kombination der Schlüsseltechnologien der Virtuellen Realität (VR) und der Bildverarbeitung (Computer Vision, CV). Die notwendigen technischen Voraussetzungen für ihre erfolgreiche Anwendung sind im C-LAB vorhanden. Denn intensive Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in den vergangenen Jahren haben dazu geführt, dass hier heute leistungsfähige VR- bzw. CV-basierte Technologien zur Verfügung stehen.

ZIELSETZUNG UND ZU ERWARTENDER NUTZEN

Das Verbundprojekt AR-PDA hat das Ziel, die AR-Technologie mithilfe des neuen Gerätes einem sehr großen Kreis potenzieller Nutzer auf einfache Weise verfügbar zu machen.

Die technische Realisierung des Systems erfolgt auf Basis neuartiger, videotauglicher Mobiltelefone. Der Benutzer richtet die integrierte Kamera des Mobiltelefons auf ein Objekt in seiner Umgebung. Das aufgenommene Videosignal wird per Mobilfunk (z.B. UMTS) an einen zentralen Server gesendet. Der analysiert dann das Video, erkennt das jeweilige Objekt und ermittelt kontextsensitiv die erforderlichen Zusatzinformationen. Das um diese eingeblendeten Informationen ergänzte Videobild sendet der Server schließlich an den AR-PDA zurück (vgl. Bild 1). Der Nutzer erhält durch diese neue Technologie auf sehr einfache, intuitive Weise z.B. technische Produktinformationen, Bedienungshinweise oder auch eine interaktive Checkliste für die Fehlerbehebung vor Ort. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, zusätzlich einen Berater per Video hinzu zu schalten.

logies in the areas of virtual reality (VR) and computer vision (CV). The necessary technical prerequisites for successful use are available at C-LAB. Intensive research and development activities over the past years mean that C-LAB can now draw upon powerful VR and CV technologies.

OBJECTIVES AND EXPECTED BENEFITS

The AR-PDA project aims to make AR technology available in an easy-to-use fashion to a wide range of potential users of this new device.

Bild 1: Funktionsprinzip des AR-PDA: Das mobile Endgerät sendet einen Videostrom (1) an den zentralen Server (2). Dieser ermittelt die benötigten Produktinformationen und sendet den angereicherten Videostrom an das Endgerät zurück (3).

Fig. 1: Principle of the AR-PDA: The mobile terminal sends its video stream (1) to the central server (2), which identifies the required product information and returns the augmented video stream to the terminal (3).

Technically, the system has been implemented on the basis of new video-enabled mobile phones. A camera is integrated in the mobile phone. Users point it at an object in their vicinity. The video signal that is recorded is sent to a central server using mobile phone technology (for example UMTS). The server then analyzes the video, recognizes the object in question and identifies the required additional information from the context. Then the server sends the augmented video image back to the AR-

Bild 2: AR-PDA-Prototyp: Szenario einer AR-Illustration, in der ein virtueller 3D-Charakter eine Digitalkamera vorstellt, sowie ein einfaches AR-Spiel, bei dem der Spieler einen virtuellen Fußball in ein Tor schießen muss.

Fig. 2: AR-PDA prototype: Scenario of an AR illustration in which a virtual 3D character presents a digital camera, and a simple AR game in which the player has to shoot a virtual soccer ball into goal.

Parallel zum AR-PDA-Endgerät soll ein branchenunabhängiges Verfahren und ein Autorenwerkzeug für die schnelle, kostengünstige Erzeugung der AR-Inhalte entstehen. Zum Nachweis der Funktionstauglichkeit des Gesamtsystems sind im Projektverlauf drei Prototypen zu entwickeln, die Anwender dann jeweils auf ihre Benutzbarkeit testen und beurteilen. Ziel ist es, auf diese Weise die Akzeptanz des zu entwickelnden Systems in der Praxis sicher zu stellen. Die prototypische Realisierung soll beispielhaft für ein Anwendungsszenario des täglichen Lebens erfolgen. Stellvertretend für die Vielzahl der Einsatzmöglichkeiten wird die Anwendung des AR-PDA für den Kauf und die Benutzung von Hausgeräten realisiert.

Die zu erwartenden Projektergebnisse bieten insbesondere folgenden Unternehmens- und Personengruppen einen direkten Nutzen:

- Hersteller von Telekommunikationsgeräten profitieren von den Absatzmöglichkeiten eines neuartigen mobilen Endgerätes, das durch seine erweiterte Funktionalität dem Endkunden einen echten Mehrwert bietet.
- Serviceprovider und Netzbetreiber verbessern ihre Wettbewerbsposition durch die Schaffung neuer Dienstleistungen für Telekommunikationsnetze mit

PDA (see Fig. 1). This new technology gives users the opportunity to obtain technical product information, operating instructions or an interactive troubleshooting checklist very easily. It is also possible to bring in a consultant via video.

Parallel to the AR-PDA that will be implemented in this project, a domain-independent design approach and an authoring tool for generating AR content fast and inexpensively are also scheduled for creation. To demonstrate the functioning of the system as a whole, three prototypes will be developed in the course of the project, and users will then test them for usability. The goal of this approach is to make sure the system will be accepted in practice. A prototype will be developed for an application scenario from daily life. As a representative of the wealth of potential applications, the AR-PDA will be implemented for the purchase and use of household appliances.

The anticipated results of the project will provide direct benefits for the following groups of companies and persons in particular:

- Makers of telecommunication equipment will profit from the sales opportunities generated by a new mo-

breitbandigem Zugang, die sich deutlich von den bisherigen Szenarien (z. B. für UMTS-Dienste) unterscheiden (z. B. Betrieb des AR-Servers).
- Content-Provider nutzen die neuartigen Autorenwerkzeuge für die einfachere Erstellung multimedialer AR-Inhalte.
- Unternehmen, die den AR-PDA für ihre Produkte einsetzen wollen, profitieren von der Entwicklung eines branchenunabhängigen Vorgehensmodells, das den Prozess zur effizienten Erstellung von AR-Inhalten für den AR-PDA beschreibt.
- Anwender des AR-PDA vereinfachen dadurch den täglichen Umgang mit immer komplexeren technischen Produkten.

Die Entwicklung des AR-PDA-Gesamtsystems wird in drei Aufgabenbereiche untergliedert:

- **Mobiles Endgerät (Client)**
  Hierzu gehören die physikalisch/technische Bereitstellung des Endgerätes sowie die Gestaltung einer gebrauchstauglichen Benutzungsschnittstelle.
- **AR-Server**
  Dieser Bereich umfasst alle Arbeiten im Bereich der Bildverarbeitung sowie die Entwicklung des AR-Serversystems.
- **AR-Autorensystem**
  Dies beinhaltet die Entwicklung eines branchenunabhängigen Vorgehensmodells und eines Autorenwerkzeuges für AR-Inhalte.

PROJEKTHINTERGRUND UND AKTUELLER STAND

Der AR-PDA wird im Rahmen eines Verbundprojektes von Unternehmen und Hochschulinstituten entwickelt. Dabei handelt es sich um eins von 15 Forschungsprojekten, die aus 170 eingereichten Ideenskizzen bei einem Ideenwettbewerb für „Virtuelle und Erweiterte Realität" durch das Ministerium für Bildung und Forschung (BMBF) zur Förderung ausgewählt wurden. Die beteiligten Unternehmen und Forschungseinrichtungen sind: UNITY AG (Konsortialführer), Siemens AG (C-LAB), Miele & Cie. GmbH & Co. KG, Lunatic interactive GmbH , Technische Universität Ilmenau, Universität Paderborn und das Heinz Nixdorf Institut. Im laufenden Jahr wurde bereits ein erster Prototyp entwickelt, der die prinzipielle

bile terminal that provides end users with real added value, thanks to its extended functionality.
- Service providers and network operators will improve their competitive position by developing new services for telecommunication networks with broadband access that differ considerably from existing scenarios (for example UMTS services, using the AR server).
- Content providers will use the new authoring tools to create multimedia AR content easier.
- Companies using the AR-PDA for their products will benefit from the development of an industry-independent procedural model that describes the process for efficient creation of AR content for the AR-PDA.
- Users of the AR-PDA will be able to cope better with technical products that are becoming more and more complex.

Development of the overall AR-PDA system has been split up into three areas:

- **Mobile device (client)**
  This includes the physical/technical aspects of the PDA and the design of a viable user interface.
- **AR server**
  This area covers all work relating to computer vision and development of the AR server system.
- **AR authoring system**
  This covers development of an industry-independent procedural model and an authoring tool for AR content.

BACKGROUND TO THE PROJECT AND ITS CURRENT STATUS

The AR-PDA is being developed in a networked project involving both companies and institutes of higher education. It is one of 15 research projects that BMBF chose for sponsorship from a total of 170 ideas that were submitted in a virtual and augmented reality competition. The companies and research organizations involved are UNITY (project co-ordinator), Siemens (C-LAB), Miele & Cie., Lunatic interactive, Technical University of Ilmenau, University of Paderborn and the Heinz Nixdorf Institute. This year, an initial prototype was developed that demonstrates the feasibility of the concepts in principle (see Fig. 2). This project has been discussed in various ar-

Machbarkeit der Konzepte demonstriert (vgl. Bild 2). Neben einer Reihe von Beiträgen in Fachzeitschriften und auf Konferenzen gab es u.a. auch in der Süddeutschen Zeitung und im Fernsehen (Deutsche Welle) Berichte über das Vorhaben.

Informationen:
http://www.c-lab.de/home/de/projects.html

Kontakt:
Dr. Christian Geiger
Dr. Bernd Kleinjohann

email:
Christian.Geiger@c-lab.de
Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

ticles in the trade press and at conferences. Reports on it have also appeared in general newspapers (Süddeutsche Zeitung) and on television (Deutsche Welle).

Informations:
http://www.c-lab.de/home/de/projects.html

Contact:
Dr. Christian Geiger
Dr. Bernd Kleinjohann

email:
Christian.Geiger@c-lab.de
Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

FAHRPLANSIMULATION FÜR DEN TRANSRAPID-EINSATZ IM CHINESISCHEN SHANGHAI

Komplexe Projekte, wie zum Beispiel der geplante Transrapid-Einsatz im chinesischen Shanghai, müssen im Vorfeld umfassend geplant und vorbereitet werden. Denn Planungsfehler, die erst im Realbetrieb festgestellt werden, lassen sich im Nachhinein nur noch sehr schwer korrigieren. Solche nachträglichen Korrekturen belasten außerdem die veranschlagten Budgets enorm. Deshalb bestand im vorliegenden Projekt die Aufgabe darin, die komplette Transrapid-Trasse realitätsnah zu simulieren. Den Grundstein zu FOKUS, einem Programm zur **F**ahrplan-**O**ptimierung, -**K**onstruktion **U**nd -**S**imulation, legte die Universität Paderborn im Fachbereich 5 (Frau Prof. Dr. Suhl). Diese erste Version (FOKUS 1) konnte bereits mögliche Konflikte zwischen mehreren hintereinander fahrenden Fahrzeugen erkennen und grafisch darstellen. FOKUS 1 benutzte allerdings für jede Richtung ein festgelegtes Gleis. Deshalb wurden die Fahrzeuge am Endbahnhof zur Rückfahrt immer wie „von Geisterhand“ auf die andere Trasse gesetzt. Eine wichtige Komponente fehlte dieser ersten Version also noch: die Weiche.

Das C-LAB arbeitet auf Grund seiner besonderen Organisation eng mit verschiedenen Siemens Abteilungen und mit den Fachbereichen der Universität Paderborn zusammen. In dem FOKUS-Projekt hat sich diese nahtlose Verzahnung von Universität und Industrie besonders positiv ausgewirkt.

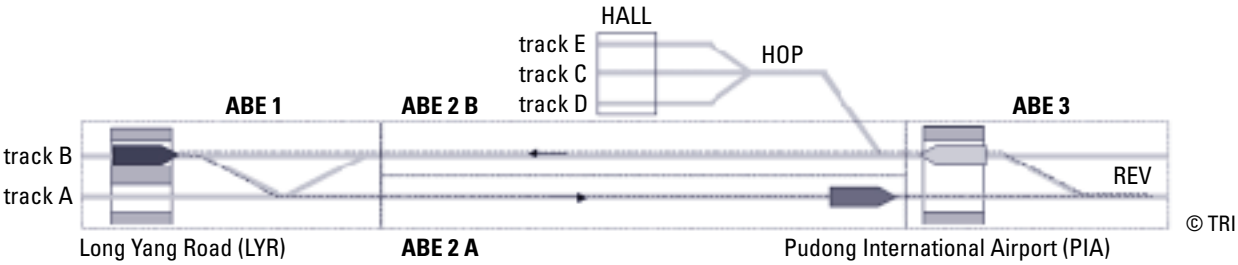
FOKUS 2 sollte den Transrapid-Betrieb noch realistischer abbilden. Dazu entwickelte das C-LAB eine Möglichkeit zur Definition einfacher Weichen im Bildschirmdialog. Diese ließen sich dann in einem weiteren Schritt zu komplexen Kehren zusammensetzen. Der so realisierte Spurwechsel erforderte auch eine Konflikterkennung durch entgegen kommende Fahrzeuge. Nach der pro-

TIMETABLE SIMULATION FOR THE TRANSRAPID IN SHANGHAI

Complex projects such as the planned deployment of the Transrapid train in Shanghai, China must be planned and prepared thoroughly, because planning mistakes that are not detected until real operation begins are very difficult to correct retroactively. Such subsequent corrections also put tremendous pressure on the budget that has been defined. The task of this project was therefore to produce a realistic simulation of the entire layout of the Transrapid line. Faculty 5 (Prof. Suhl) of the University of Paderborn laid the foundation for FOKUS, a program whose name comes from the German for *Timetable Optimization, Design and Simulation*. The first version (FOKUS 1) was able to detect and graphically visualize potential conflicts between multiple trains running one after another. However, FOKUS 1 used a defined track for every direction, which required that the trains be magically “moved” to another track at the terminal in order to return. In other words, an important component was missing in this version – switches.

Owing to its special organization, C-LAB cooperates closely with various Siemens departments and with the faculties of the University of Paderborn. This seamless interlacing of academia and industry had a particularly positive impact on the FOKUS project.

FOKUS 2 is intended to reflect Transrapid operations even more realistically. To do this, C-LAB developed a way of defining simple switches in a screen dialog. It was then possible to put these together in another step to form complex loop lines. This approach made it necessary to detect conflicts with oncoming trains, too. Once this was implemented in the program, it was possible to change tracks. This allowed the simulation not only of a realistic entrance/exit of a railroad station, but also of a



© TRI

Schematische Streckendarstellung der Shanghai Strecke mit Bahnhöfen, ABE und Weichen

Schematic representation of Shanghai railway line, with train stations, ABE and switches

grammtechnischen Umsetzung war ein Trassenwechsel möglich. Damit ließ sich neben einer realistischen Bahnhofsein- und ausfahrt, auch ein Rangierbahnhof simulieren. Des Weiteren kann der streckenweise einspurige Betrieb oder das Umfahren defekter Abschnitte so simuliert werden.

Das Umstellen der Weichen erfolgt normalerweise automatisch. Aber auch ein manueller Weichenbetrieb ist einstellbar. Neben der Dauer für das Umstellen einer Weiche ist auch deren Position innerhalb einer „Antriebsbereichseinheit" (ABE) ganz entscheidend für die Simulation. Je nach Position wird entweder nur die Weiche separat berechnet, die Umschaltzeit zu einer ABE hinzu addiert oder mehrere ABE durch die Weiche verschmolzen (Addition der Beleg- und Räumzeiten).

Die aktuell in der Planungsphase befindliche Transrapid-Strecke vom Flughafen Shanghai bis in die Innenstadt konnte dank FOKUS 2 genauestens simuliert werden. Als willkommener Nebeneffekt ließ sich dabei auch gleich die Zahl der benötigten Fahrzeuge optimieren.

Zurzeit ist bereits eine weitere Ausbaustufe des Programms in Planung: Zukünftig sollen auch mögliche Betriebsstörungen bei der Simulation berücksichtigt werden, wie zum Beispiel Verzögerungen bei der Abfahrt. Solche Störungen sollen sowohl manuell einstellbar sein

switchyard. In this way it is also possible to simulate both single-track operations on certain stretches and the avoidance of defective sections.

The switches are normally activated automatically but manual mode can also be set. Two things are decisive for simulation: the time available for actuation of a switch and the position of the switch within a drive unit ("ABE"). What happens depends on the position – either the

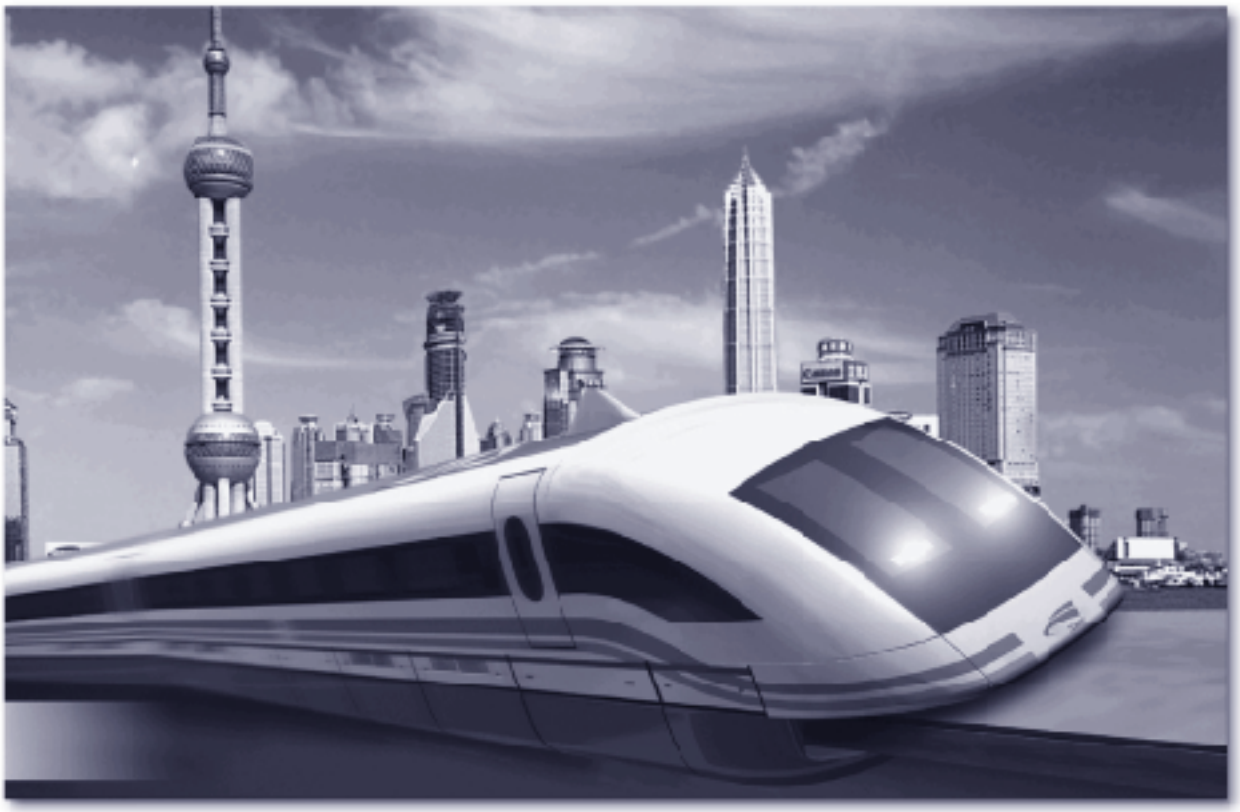
© TRI

Die geplante Transrapid Strecke vom Shanghai Flughafen in die Innenstadt

The planned Transrapid railway line from the Shanghai airport to the city center

switch is calculated on its own, or the switchover time to an ABE is added to this, or several ABEs are combined via the switch (addition of allocation and deallocation times).

The stretch of railway line being planned for the Transrapid from Shanghai Airport to the center of the city was simulated precisely thanks to FOKUS 2. A welcome corollary effect was the ability to optimize the number of trains needed.



Transrapid vor der Shanghai Sky Line (Fotomontage)
The Transrapid in front of the Shanghai skyline (photomontage)

© TRI

als auch zufällig gemäß einer statistischen Verteilung erfolgen können. Damit ließe sich dann die Stabilität eines Fahrplans überprüfen. Und damit käme man der wirklichkeitsgetreuen Nachbildung einer Transrapid-Fahrt wieder einen Schritt näher.

Kontakt:
Dietmar Nolte
Markus Dubielzig

email:
Dietmar.Nolte@c-lab.de
Markus.Dubielzig@c-lab.de

Another version of the program is in the planning stage. In future, simulations should take all potential problems – such as delays in departure – into consideration. It ought to be possible to set such problems both manually and randomly on the basis of statistical distribution. This would then make it possible to verify the stability of a timetable, thus moving one step closer to a realistic reflection of a Transrapid journey.

Contact:
Dietmar Nolte
Markus Dubielzig

email:
Dietmar.Nolte@c-lab.de
Markus.Dubielzig@c-lab.de

ZUKUNFT MADE AT C-LAB

„Die Zukunft ist nie fertig gedacht oder konstruiert – denn wir alle sind daran beteiligt, sie vorzudenken, zu gestalten und umzusetzen!"

Unter diesem Motto stand ein Zukunftsworkshop, den das C-LAB konzipierte, inhaltlich vorbereitete und durchführte. Auftraggeber war der Bereich Financial Services von Siemens Business Services (SBS GPM FS) – daher auch der Titel: „Zukunftswerkstatt Financial Services".

Das C-LAB als Forschungs- und Innovationszentrum verknüpft neueste Erkenntnisse aus der betriebswirtschaftlichen und informationstechnologischen Forschung mit konkreten Praxisanforderungen. Deshalb bietet es optimale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Durchführung solcher zukunftsweisenden Projekte. Für die Entwicklung Erfolg versprechender Geschäftsmodelle ist es notwendig, frühzeitig zu beginnen, Zukunftstrends vorauszusehen, gesamtgesellschaftliche Entwicklungen zu betrachten und bestehende oder sich abzeichnende Technologien auf ihre Innovationsfähigkeit hin zu überprüfen.

Von großer Bedeutung für einen derartigen Workshop sind hochwertige, zielführende Vorarbeiten, die den Teilnehmern viele neue Impulse vermitteln sollen. Auch eine gute Mischung von Mitwirkenden aus den unterschiedlichsten relevanten Bereichen sowie ein inspirierendes Umfeld sind dafür notwendig. Denn beides fördert eine konstruktive Zusammenarbeit.

FUTURE MADE AT C-LAB

"The future is never finished being conceived or constructed, because we're all involved in looking ahead, shaping and realizing it!"

This was the motto for a workshop on the future that C-LAB conceived, prepared and held. Our customer was the Financial Services unit at Siemens Business Services (SBS GPM FS). Therefore the seminar was called "Future Workshop – Financial Services".

Obere Reihe (v. l. n. r.) / Top row (left to right):
R. Gessner, SBS; W. Kern, C-LAB; G. Purper, Institut für Konsum- und Verhaltensforschung; J. Wagener, SBS; R. Piater, Lycos Europe; T. Keitel, SBS; H. Damaskis, SBS; Th. Hardt, Bertelsmann; W. Rosenbach, C-LAB; M. Marek, Uni Paderborn Lehrstuhl Finanzwirtschaft; Dr. H. Hohensohn, C-LAB
Untere Reihe (v. l. n. r.) / Bottom row (left to right):
A. Moritz, Moritz Trainings; U. Bröker, S&N AG; S. Roskos, Accenture; C. Ludwig, C-LAB

As a research and innovation center, C-LAB couples the latest findings of business and information technology research with the concrete demands of practice. Therefore C-LAB presents ideal conditions for a successful conception and realization of such trend setting-

Der Workshop stellte die Anforderungen zukünftiger Nutzer und Märkte in den Mittelpunkt. Ziel war es, neue Services zu entwerfen und sie in innovativen Anwendungsszenarien zu konkretisieren. Daraus lassen sich dann sinnvolle Dienstleistungen für Kunden aus Handel, Banken und Versicherungen ableiten, die Anbieter wie SBS auf diesen Märkten platzieren können.

Allen Überlegungen lag ein Planungshorizont bis 2010 zu Grunde. Das ermöglichte eine Loslösung von heutigen Sichtweisen. So entstanden zum Teil noch weit entfernte Zukunftsszenarien. Aber auch näher liegende Meilensteine mit einem Horizont um das Jahr 2003/2004 wurden intensiv beleuchtet.

Der Aufbau des Workshops folgte dem Konzept der Zukunftswerkstatt von Zukunftsforscher Robert Jungk. Er war und ist einer der Hauptvertreter der humanistisch engagierten, internationalen Zukunftsforschung. Mitte der sechziger Jahre entwickelte er die Methode unter Berücksichtigung neuer Kreativitätstechniken und der schöpferischen Motivation in Arbeitsteams. Die Zukunftswerkstatt ermöglicht es, „wünschbare Zukünfte" zu entdecken, denn diese Methode unterstützt in besonderer Weise die Kreativitätsprozesse der Teilnehmer und steuert sie zielgerichtet durch die Kritik-, Utopie- und Realisierungsphase. Die Ausgestaltung der Phasen erfolgte speziell für diesen Workshop. So wurde u. a. eine Nutzertyplogie zur Illustration gesellschaftlicher Zukunftstrends entwickelt. Die beschriebenen Standardtypen repräsentieren die Anwenderstruktur der zukünftigen Nutzer in vielfältigen Aspekten. Sie ermöglichen außerdem eine Abstraktion von eigenen Ansprüchen und eine Fokussierung auf die zukünftigen Bedürfnisse. Um diese „Menschen der Zukunft" direkt fassbar zu machen, wurden im Workshop exemplarische Services in Form von Prototypen und Mock-ups für sie entwickelt.

Ganz bewusst wurde ein sehr heterogener Teilnehmerkreis zusammengestellt, damit sich das vorhandene Wissen und alle Erfahrungen der Mitwirkenden optimal ergänzen konnten. Die Teilnehmer kamen aus verschiedenen Firmen und gehörten unterschiedlichen Altersstufen an. Einige hatten einen eher betriebswirtschaftlichen, andere einen eher technischen Hintergrund. Das Spektrum reichte von Experten für das Konsumentenverhalten bis zu Technikern, von Betreibern eines Internetportals bis hin zu Systemanbietern.

projects. In order to develop promising business models, it is necessary to start at an early stage, recognize trends in advance, consider developments in society as a whole, and examine existing or emerging technologies for their innovative potential.

High-quality preparation oriented to specific targets is essential for a workshop of this kind, one that is intended to provide the participants with lots of innovative ideas. A good mix of participants from all kinds of relevant areas and an inspirational environment are also necessary, because both of these qualities promote constructive cooperation.

The workshop focused on the requirements of future users and markets with the goal of designing new services and implementing them in innovative application scenarios. Meaningful services for customers of retailers, banks and insurance companies can be derived from these scenarios, and service providers such as SBS can place them in these markets.

All considerations were based on a planning horizon of 2010. This enabled us to detach ourselves from current ways of looking at things. Subsequently scenarios were developed which projected well into the future. However, closer milestones with a horizon of 2003/2004 were also examined intensively.

The workshop was structured on the same lines as the Future Workshop advocated by futurologist Robert Jungk. He was and is one of the main representatives of humanistically committed, international research into the future. He developed his workshop method in the mid-1960s, taking into account new creativity techniques and creative motivation in teams. The Future Workshop makes it possible to discover "imaginable futures" because this method provides particular support for the participants' creative processes and guides them through the phases of criticism, utopia and realization. These phases were adapted specifically for this workshop. For example, a user typology was developed to illustrate future social trends. The standard types that were described represent the application structure of future users in many aspects. They also enable people to abstract their own aspirations and focus on future needs. To make it possible to draft these "people of the future" directly, sample services were developed at the workshop in the shape of prototypes and mock-ups.

Umfangreiche Vorarbeiten sorgten für eine optimale Vorbereitung des Workshops. Im Rahmen einer Primärforschung fanden Experteninterviews, Fokusgruppen und eine Breitenerhebung statt. Studien über allgemeine Zukunftstrends sowie zu Entwicklungen im Handel und bei den Finanzdienstleistungen ergänzten die Basisinformationen.

Der Workshop im C-LAB dauerte zwei Tage. Ein unterhaltsames Rahmenprogramm sorgte dabei für Abwechslung. Zu den vielfältigen Ergebnissen des Workshops zählen weit reichende Szenarien und zum Teil noch eher utopisch anmutende Serviceideen, die aus vielen Perspektiven diskutiert wurden. Es entstanden aber auch viele greifbare Ansätze mit konkreten Anforderungen für eine pragmatische Umsetzung. Dabei wurden auch die nächsten Schritte zu deren Umsetzung definiert, an der nun weiter gearbeitet wird. Durch den unterschiedlichen Background der Teilnehmer gelang die Verknüpfung technischer und soziokultureller Erfordernisse.

An diesen konkreten Ergebnissen knüpfen nun unterschiedliche Aktivitäten zu ihrer Realisierung an. Auf Grund der positiven Resonanz und der guten Erfolge erwartet das C-LAB nun weitere interessante Aufträge aus diesem Themenumfeld.

Kontakt:
Dr. Heidi Hohensohn
Christine Ludwig

email:
Heidi.Hohensohn@c-lab.de
Christine.Ludwig@c-lab.de

A very heterogeneous group was chosen to take part in the workshop so that their diverse knowledge and experiences could supplement each other optimally. The participants came from various companies and belonged to different age groups. Some had a business background, whereas others came from more technical fields. The spectrum ranged from experts for consumer behavior to technicians, operators of Internet portals and system vendors.

Extensive work up front ensured that the workshop was prepared in the best possible way. During the fieldwork, interviews were held with experts, focus groups met, and a large-scale survey was carried out. Studies on general future trends and on developments in retailing and financial services complemented this basic information.

The workshop at C-LAB lasted two days. An entertaining leisure program provided diversion. The varied results of the workshop include far-reaching scenarios and service ideas, some of which may have been rather utopian! They were all discussed from many perspectives. Many tangible results were achieved, too, with specific requirements for pragmatic implementation. The next implementation steps were also defined, and work is now in progress on them. Due to the diverse backgrounds of the participants we were able to link technical and sociocultural aspects successfully.

These concrete results are now being followed up by various activities aimed at realization. Thanks to the positive response to this workshop and its success, C-LAB is now expecting further interesting commissions relating to this topic.

Contact:
Dr. Heidi Hohensohn
Christine Ludwig

email:
Heidi.Hohensohn@c-lab.de
Christine.Ludwig@c-lab.de

VILM – VISUALISIERUNG VON LEHR- UND LERNPROZESSEN IN MULTIMEDIASYSTEMEN

Videofeedback-Training ist heute eine der Standardmethoden bei der Erforschung und Nutzbarmachung von zwischenmenschlichen Interaktions- und Kommunikationsprozessen (wie z. B. im Rahmen von Rhetorikseminaren). Der Vorteil dieser Methode liegt in der Verwendung von Videos als objektive Informationsquelle zur Verhaltensbewertung und zur Produktion exemplarischer Dokumentationen für Schulungen.

Das Projekt ViLM (Visualisierung von Lehr- und Lernprozessen in Multimediasystemen) wurde in Kooperation zwischen der AG Didaktik der Universität Paderborn und der C-LAB-Gruppe RTMS (Realtime Media Systems) durchgeführt. Ziel dieses Projekts war es, Lehr- und Lernvorgänge durch den Einsatz von Methoden des Videofeedback-Trainings und Techniken zur multimedialen Aufbereitung zu visualisieren. Auf diese Weise sollten Studierende bei der Planung, Durchführung und Überprüfung von Lehr- und Lernprozessen während des Studienseminars wirkungsvoll unterstützt werden.

C-LABs Beitrag zu ViLM bestand neben technischer Unterstützung in der Entwicklung eines Dokumentations- und Evaluierungswerkzeuges sowie eines Applikationsservers.

DAS MULTIMEDIA-DOKUMENTATIONS- UND EVALUIERUNGSWERKZEUG

Spezielle Features seines neuen Multimedia-Dokumentations- und Evaluierungswerkzeugs richtete das C-LAB auf Videofeedback-Training in einem Podiums-Publikumsszenario aus. Die Studierenden verwendeten es zur multimedialen Aufarbeitung der von ihnen gehaltenen Unterrichtsproben. Die Videoaufzeichnungen wurden dabei mithilfe des Programms mit den verwendeten

VILM – VISUALIZATION OF TEACHING/LEARNING PROCESSES IN MULTIMEDIA SYSTEMS

Video feedback training is now one of the standard methods of researching and utilizing interpersonal communication and interaction processes (for example, within the scope of rhetoric courses). The advantage of this method lies in the use of videos as objective information sources to assess behavior and to produce sample documentation for courses.

The ViLM project was carried out by C-LAB's RTMS workgroup (Realtime Media Systems) in conjunction with the Didactics study group of the University of Paderborn. The goal of this project was to visualize teaching and learning processes using video feedback training methods and multimedia technologies, in order to support students effectively in planning, carrying out and verifying teaching and learning processes during their practical teacher training.

C-LAB's contribution to ViLM consisted in providing general technical support and in developing a documentation and evaluation tool as well as an application server.

THE MULTIMEDIA DOCUMENTATION AND EVALUATION TOOL

C-LAB geared special features of its new multimedia documentation and evaluation tool to video feedback training in a panel/audience scenario. Students used it to put their trial teaching material into multimedia format. The program linked video recordings to planning, teaching and learning resources to create multimedia documentation and store it in a database on an application server.

The tool that C-LAB developed evaluates and analyzes the planning and practice of teaching, and provides didactic support in creating multimedia documents that help students think about themselves in greater depth.

Planungs-, Lehr- und Lernmitteln zu einer Multimediadokumentation verbunden und über einen Applikationsserver in einer Datenbank abgelegt.

Das im C-LAB entwickelte Werkzeug ermöglicht durch Evaluierungs- und Analysephasen der Unterrichtsplanung und -praxis eine fachdidaktische Betreuung bei der Erstellung des multimedialen Dokumentes, die zu einer verbesserten Selbstreflexion der Studierenden führt. Den nachfolgenden Studentengenerationen stehen die entstandenen multimedialen Dokumente in späteren Veranstaltungen als Grundlage für Analyse, Planung und Beurteilung des Unterrichts zur Verfügung. Wie in Bild 3 dargestellt, bildet diese Vorgehensweise einen Kreislauf, bei dem neue Erkenntnisse und Methoden bei Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsthemen fortlaufend in Multimediadokumentationen eingearbeitet werden.

Zur Unterstützung der oben beschriebenen Prozesse bietet das Werkzeug die Möglichkeit zur Synchronisation mehrerer Video- und Audioquellen. Das erlaubt simultanes Abspielen zweier Kameraperspektiven (siehe Bild 4) mit wahlweise frei wechselbarer Tonquelle. Hierdurch lassen sich die Interaktionsprozesse zweier Gruppen (wie z.B. Lehrer und Schüler) besonders gut analysieren. Das Dokumentations- und Evaluierungswerkzeug unterstützt die Gliederung der zu analysierenden Unterrichtseinheiten in Abschnitte und Ereignisse mit besonderem Fokus. Auch die Möglichkeiten zur Einbettung von Zusatzmaterialen (wie Folien, Arbeitsblättern, Animationen etc.) und die integrierten Beschreibungs- und Kommentierungsmöglichkeiten sind wichtige Features. Denn sie ermöglichen die Verwendung der Multimediadokumentationen in späteren fachdidaktischen Veranstaltungen als Grundlage für Analyse, Planung und Bewertung des Unterrichts.

Die entstandenen Multimediadokumentationen basieren auf einer XML (Extensible Markup Language)-Struktur. Das erlaubt die einfache Anpassung an unterschiedlichste Anforderungen und Fähigkeiten der verschiedenen Clients. XML ist eine Sammlung von Regeln und Methoden zur Strukturierung von Daten, um ihren Aus-

Later generations of students will be able to fall back on the multimedia documents in later events as a basis for analysis, planning and assessment of teaching. As shown in Fig. 3, this approach forms a cycle in which new findings and methods of organizing tuition and new topics can be integrated in multimedia documents on an ongoing basis.

To support the processes described above, this tool lets you synchronize multiple video and audio sources so that, for example, you can play back two camera per-

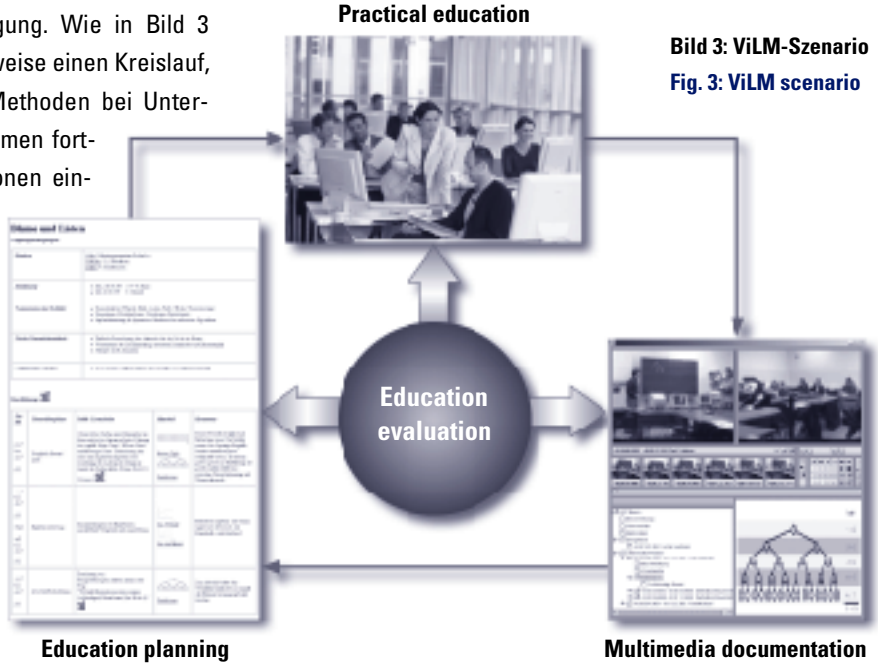


Bild 3: ViLM-Szenario
Fig. 3: ViLM scenario

spectives (see Fig. 4) simultaneously with a freely changeable sound source. This is particularly good for analyzing the interaction processes of two groups (such as teachers and students). The documentation and evaluation tool helps to split up the teaching units into sections and events with a particular focus. The ability to embed additional material (such as slides, worksheets, animations, etc.) and integrated description and comment options are important features because they make it possible to use multimedia documents in later teaching events as the basis for analysis, planning and assessment.

The resultant multimedia documents are based on an XML (Extensible Markup Language) structure that can be easily adapted to all kinds of client requirements and abilities. XML is a collection of rules and methods for structuring data to make it easier to exchange information between various systems or programs (see Fig. 4).

Bild 4: Multimedia-Dokumentations- und Evaluierungswerkzeug und Auszüge einer nach HTML exportierten Dokumentation

Fig. 4: Multimedia documentation and evaluation tool/extracts of a document exported to HTML

tausch zwischen unterschiedlichen Systemen oder Programmen zu erleichtern (vgl. Bild 4).

DER VILM-SERVER

Um Externen den kontrollierten Zugriff auf die Dokumentationen zu ermöglichen, entwickelte das C-LAB einen Applikationsserver (den so genannten ViLM-Server). Er übernimmt die Verteilung der Arbeitsmittel auf spezialisierte Server (z.B. Videos auf einen Video-Server), die Ablage der Multimediadokumentationen und deren Metadaten in einer Datenbank, die Zugriffssteuerung und die Transformation der Multimediadokumentation (vgl. Bild 5) in das Datenformat des anfragenden Anwender-Clients.

Aufbau und Inhalt der ausgelieferten Dokumente lassen sich durch Verwendung von so genannten XSLT-Skripten auf Serverseite leicht an die Anwenderwünsche anpassen. XSLT (XSL Transformations) ist eine Erweiterung von XSL (E**x**tensible **S**tylesheet **L**anguage). Sie dient dazu, auf XML basierende Datenstrukturen in andere Formate (z. B. HTML oder SMIL) abzubilden.

Zurzeit wird der ViLM-Server noch um Videoschnittfunktionen für das MPEG 1-Format ergänzt. Damit lassen sich dann die auf dem Videoserver abgelegten Videos auf die benötigten Ausschnitte reduzieren.

THE VILM SERVER

C-LAB developed an application server (the ViLM server) to allow third parties access to the documents in a controlled way. This server distributes the resources to specialized servers (e.g. videos to a video server), stores the multimedia documents and their metadata in a database, controls access, and transforms multimedia documents (see Fig. 5) to the data format of the requesting user client.

The structure and content of the documents can be easily tailored to users' requirements by using XSLT scripts on the server side. XSLT (XSL Transformation) is

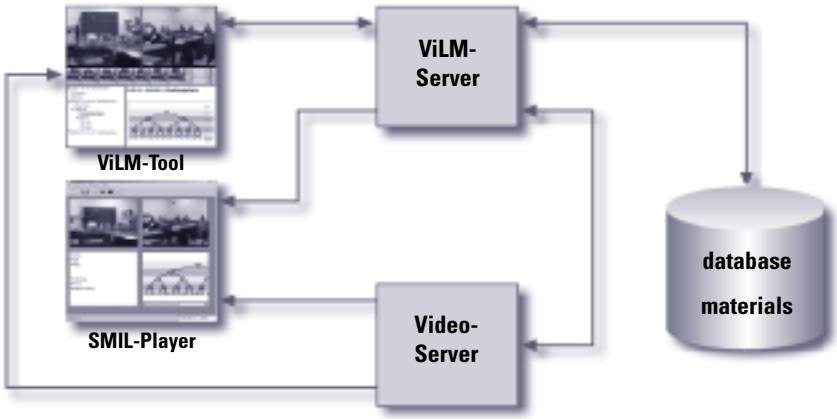


Bild 5: Datenfluss zwischen Clients und Servern

Fig. 5: Data flow between clients and servers

an extension of XSL (E**x**tensible **S**tylesheet **L**anguage). It maps XML-based data structures on to other formats (e. g. HTML or SMIL).

At present the video editing functions for MPEG 1 format are being added to the ViLM server so that the videos stored on the video server can be reduced to the necessary sections.

TECHNISCHE GRUNDLAGE: SMIL

Zur Wiedergabe der multimedialen Unterrichtsdokumentationen sind SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language)-Player am besten geeignet. Auch Webbrowser, die wie Microsofts Internet Explorer SMIL-Methoden zur synchronisierten Wiedergabe von Multimedia-Applikationen anbieten, sind dazu in der Lage. SMIL ist eine vom W3C (World Wide Web Consortium) empfohlene Beschreibungssprache, mit der sich zeitliche, inhaltliche und räumliche Abhängigkeiten zwischen Daten abbilden lassen. Der Aufbau einer SMIL-Applikation entspricht dem von HTML-Dokumenten. Er basiert wie die aktuelle HTML-Version auf XML. Die großen Vorteile von SMIL gegenüber anderen Multimedia-Formaten bestehen darin, dass sich SMIL-Dokumente einfach von und in andere Formate konvertieren lassen und dass in kontinuierlichen Medien wie Videos oder Audio-Daten Ausschnitte referenzierbar sind.

Die Funktionalität des Multimedia-Dokumentations- und Evaluierungswerkzeugs sowie die Datenstruktur der Dokumentationen basieren auf Methoden und Strukturen, die in SMIL definiert sind. Das Werkzeug wurde mithilfe eines in Java erstellten SMIL-API (Application Programming Interface) implementiert. Die genannten Werkzeuge und das API entwickelte das C-LAB im Rahmen des BMBF-Projekts HiQoS (High Performance Multimedia-Dienste mit Quality-of-Service Garantien).

ZUSAMMENFASSUNG

Die im Projekt ViLM entstandene Multimedia-Umgebung dient in erster Linie der Dokumentation und Beurteilung von Unterrichtsstunden. Sie unterstützt durch Methoden des Videofeedback-Trainings sowie Techniken der Multimediabearbeitung und -präsentation die Ausbildung von Lehramtsstudenten während des praktischen Studienseminars. Darüber hinaus lässt sich diese Technologie für jede Art der persönlichen Selbstkontrolle (z. B. in Rhetorikkursen) und zur Dokumentation von Veranstaltungen (z. B. Vorlesungen oder Podiumsdiskussionen) einsetzen.

Kontakt:
Dr. Peter Altenbernd
email: Peter.Altenbernd@c-lab.de

SMIL – THE TECHNICAL FOUNDATION

SMIL players (Synchronized Multimedia Integration Language) are most suitable for playing back multimedia tuition documents. Web browsers – such as Microsoft's Internet Explorer – that use SMIL methods for synchronized playback of multimedia applications are also capable of doing this. SMIL is a description language that has been recommended by the World Wide Web Consortium (W3C) to map time, content and space dependencies between data. The structure of an SMIL application corresponds to that of HTML documents. Like the current HTML version, it is based on XML. The key advantages of SMIL over other multimedia formats are that SMIL documents can be easily converted from and to other formats and that sections can be referenced in streaming media such as videos and audio data.

The functionality of the multimedia documentation and evaluation tool as well as the data structure of the documents are based on methods and structures that are defined in SMIL. The tool has been implemented with the aid of an SMIL application programming interface (API) that has been developed in Java. C-LAB developed these tools and the API as part of the HiQoS project (High Performance Multimedia Services with Quality-of-Service Guarantees) which was sponsored by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

SUMMARY

The multimedia environment that has been developed in the ViLM project is primarily used to document and assess teaching. Using video feedback training methods and multimedia editing and presentation technologies, it helps train budding teachers during their practical training. In addition, this technology can be used for any kind of personal self-monitoring (such as during rhetoric courses) and to document events (such as speeches and panel discussions).

Contact:
Dr. Peter Altenbernd
email: Peter.Altenbernd@c-lab.de

MEXI, ROBOTER MIT „GEFÜHL“

MEXI (**M**achine with **E**motionally e**X**tended **I**ntelligence) ist ein Roboterkopf, der künstliche Emotionen mit Hilfe der Stellung und Bewegung seiner Augen, seines Mundes und seiner Ohren ausdrücken kann. MEXI hat ein Plexiglas-Gehäuse. Das erlaubt den Einblick in sein mechanisches und elektronisches Innenleben.

MOTIVATION

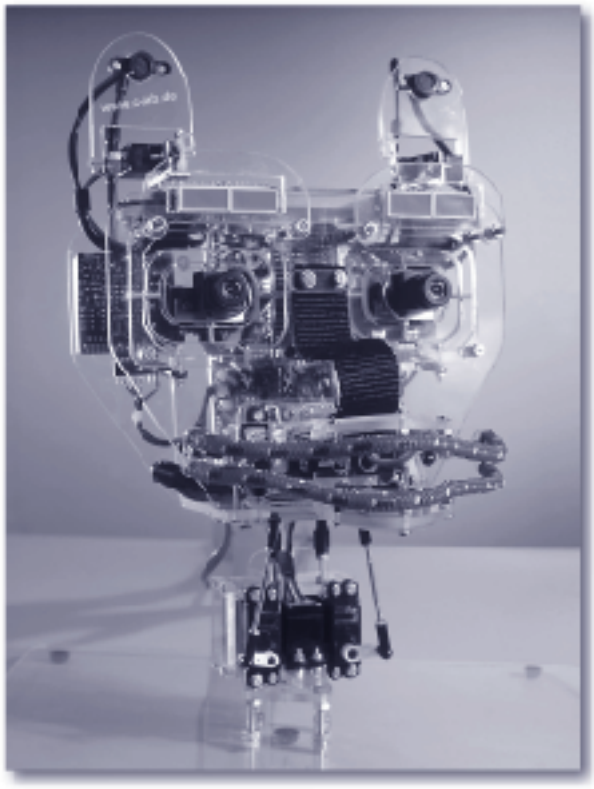
Während der letzten Jahre ist das Interesse an „glaubhaften Agenten“ (believable agents) beträchtlich gestiegen. Dies gilt sowohl für den Bereich der Software-Agenten als auch für die Robotik. Im Edutainment-Sektor sind bereits kommerzielle Produkte verfügbar, die rudimentäre tierische oder menschliche Verhaltensweisen einschließlich Emotionen zeigen. Beispiele dafür sind der Roboterhund AIBO von Sony, Furby von Hasbro oder die Puppe „My Real Baby“ von iRobot. Am Museumsroboter MINERVA der Carnegie Mellon University zeigte sich eindrucksvoll, dass ein „menschlicher“ Roboter viel eher die Aufmerksamkeit der Besucher erregen konnte als ein unpersönlicher Zylinder auf Rädern.

Systematische Forschung auf dem Gebiet der emotionalen Roboter führt zum Beispiel auch das Massachusetts Institute of Technology durch. Hier untersucht man mit Hilfe des Roboterkopfes KISMET die Erzeugung glaubhafter künstlicher Gefühle.

Das Interesse an solchen menschenähnlichen Schnittstellen steigt überall dort, wo Menschen mit Robotern – oder allgemein – mit IT-Systemen kommunizieren. Daher hat das C-LAB MEXI entwickelt. Das Hauptinteresse in diesem Projekt gilt zur Zeit der Bildverarbeitung und der Realisierung menschenähnlichen Verhaltens einschließlich der Darstellung von Emotionen.

MEXI – A ROBOT WITH “FEELINGS”

MEXI (**M**achine with **E**motionally e**X**tended **I**ntelligence) is a robot head that can express artificial emotions through the position and movement of its eyes, mouth and ears. MEXI has an acrylic glass housing so that you can look inside the head and see its mechanical and electronic components.



MEXI – Machine with Emotionally eXtended Intelligence

MOTIVATION

Interest in “believable agents” has grown considerably over the last few years. This applies both to software agents and to robotics. In the edutainment sector, commercial products are already available that show rudimentary animal or human behavior, including emotions. Examples include the robotic dog AIBO from Sony, Furby

DIE MEXI-ARCHITEKTUR

Bei der Entwicklung von MEXI mussten drei wesentliche Komponenten integriert werden:
Mechanik, Software und Hardware.

Mechanik

MEXI verfügt über eine Stereokamera und zwei Mikrofone (Sensorik), deren Ausrichtung über Elektromotoren (Aktorik) gesteuert wird. Für die darzustellende Mimik besitzt MEXI 15 grundsätzliche Bewegungsmöglichkeiten (Freiheitsgrade). Das Nackengelenk hat drei Freiheitsgrade, um den Kopf zu drehen, zu neigen und zu wiegen. Jedes Auge kann separat in zwei Achsen bewegt werden, so dass auch Objekte fokussiert werden können. Der Kopf kann ein Objekt in mehreren verschiedenen Stellungen fokussieren. Ein vorgebeugter Kopf, der ein Objekt fokussiert, erzeugt zum Beispiel andere Emotionen beim Betrachter als ein zurückgelegter oder schräg blickender Kopf. Jedes Ohr kann ebenfalls in zwei Achsen bewegt werden. Es lässt sich drehen und auch anlegen. Die emotionale Aussagekraft orientiert sich hier stark an der Mimik von Tieren wie z. B. Hunden oder an Comic Figuren. Angelegte Ohren signalisieren Angst, aufgestellte Ohren Aufmerksamkeit. (Höfliche) Langeweile kann z. B. dadurch ausgedrückt werden, dass die Ohren ein anderes Objekt fokussieren als die Augen. Der Mund verfügt über insgesamt vier Freiheitsgrade und besitzt damit neben der Kopfstellung die größte Ausdruckskraft. Die Winkel des Ober- und des Unterkiefers können getrennt angesteuert werden. Dies entspricht zwar nicht der Anatomie von Menschen oder Tieren, dadurch lässt sich aber eine stärkere Ausdruckskraft erreichen. Dieser Ansatz wird deshalb auch bei vielen Comic-Figuren angewendet. Die Augenbrauen werden durch LED-Zeilen realisiert, die blockweise angesteuert werden. Zur Ausgabe von Audio-Signalen sind Lautsprecher im Mund eingebaut. Durch entsprechende Ansteuerung der Aktorik lassen sich viele verschiedene Emotionen ausdrücken. Zum Beispiel Traurigkeit, Freude, Ärger oder Neugier.

Die MEXI-Software

Die Software von MEXI besteht aus 3 Komponenten:

- *Sensorvorverarbeitung:* Dieser Programmteil bereitet die optischen und akustischen Sensordaten auf und

from Hasbro and the iRobot doll My Real Baby. The museum robot MINERVA from Carnegie Mellon University impressively showed that a humanlike robot will attract more attention from visitors than an impersonal cylinder on wheels.

The Massachusetts Institute of Technology, for example, has carried out systematic research into emotional robots. They are using the KISMET robot head to examine the generation of believable, artificial emotions.

Interest in such humanlike interfaces is increasing wherever people communicate with IT systems, either with robots or in general. This is why C-LAB developed MEXI. Of primary interest in this project currently are image processing and the implementation of humanlike behavior, including the presentation of emotions.

THE MEXI ARCHITECTURE

Three key components needed to be integrated in MEXI: the mechanical system, software and hardware.

Mechanical system

MEXI has a stereo camera and two microphones (sensor technology), whose orientation is controlled by electric motors (actuator technology). MEXI has 15 basic movement options (degrees of freedom) to represent facial expressions and head movements. The neck joint has three degrees of freedom so that the head can be turned, nodded and shaken. Each eye can be moved separately on two axes, making it possible to focus on objects. The head can focus on an object in several different positions. A head that is leaning forward and focusing on an object, for example, causes different emotions in the observer than a head that is leaning back or is at a slant. Each ear can also be moved on two axes, so it can be turned and also laid back. The emotional significance here is very much in keeping with the behavior of animals, such as dogs, or comic figures. Ears that have been laid back signify fear, and ears that have been raised show attention. (Polite) boredom can be expressed, for example, by having the ears and eyes focus on different objects. The mouth has four degrees of freedom and thus has the greatest expressive power beyond the head position. The angles of the upper and lower jaws can be controlled separately. This is not the same as in human or animal anatomy, but it does allow for more

extrahiert die für MEXI relevanten Informationen. Zur Zeit werden nur die visuellen Daten in der Bildvorverarbeitung berücksichtigt.

- *Ansteuerung der Aktorik:* Diese Komponente steuert die Servomotoren für die Bewegungen in den o. g. 15 Freiheitsgraden. Die Audio-Ausgabe ist erst für eine Folgeversion geplant.
- *Emotion Engine:* Dieses Softwaremodul erzeugt die Emotionen und Verhaltensweisen. Sie erfolgen als Reaktionen auf die aktuellen Wahrnehmungen, die von der Sensorvorverarbeitung geliefert werden, und MEXIs eigenem Zustand.

Die MEXI-Hardware

Die Hardware von MEXI besteht im wesentlichen aus zwei handelsüblichen Mikrocontrollern. Für die Bildverarbeitung kommt ein Philips TriMedia zum Einsatz. Die Emotion Engine sowie die Ansteuerung der Aktorik sind auf einem Infineon C167 realisiert. Die Kommunikation erfolgt über eine serielle Schnittstelle.

MEXIs Verhalten richtet sich zur Zeit nach den visuellen Wahrnehmungen und seinem aktuellen „emotionalen Zustand". Hierbei spielen die Software-Komponenten zur Bildvorverarbeitung und die Emotion Engine eine zentrale Rolle. Daher sollen sie in den folgenden Abschnitten näher beschrieben werden.

BILDVORVERARBEITUNG

Ein reaktives System wie MEXI ist auf die Wahrnehmung seiner Umwelt angewiesen. Bei dem Design eines solchen Systems ist besonders darauf zu achten, dass durch schnelle Verarbeitung der Daten Verzögerungen möglichst kurz gehalten werden. Andernfalls kann keine wirkliche Interaktion zwischen Mensch und System stattfinden. Derzeit nimmt MEXI seine Umwelt mit Hilfe der Augen (bzw. Kameras) wahr. MEXI kann menschliche Köpfe, den Pinguin Tux und sein spezielles Spielzeug (zwei farbige Kugeln) erkennen. Die Bildanalyse basiert auf einer Farbsegmentierung des aufgenommenen Kamerabildes. Der entwickelte Algorithmus gliedert sich in zwei Phasen, den *Region-Growing*- und den *Region-Merging*-Teil. Zunächst wird zeilenweise ein sogenanntes Region-Growing durchgeführt. Das bedeutet, dass Bildpunkte innerhalb einer Bildzeile, die farblich und räumlich zusammengehören, zu einer Einheit, einer *Re-*

expressiveness. This is why this approach is also used for many comic figures. The eyebrows have been implemented by LED arrays that operate block by block. Loudspeakers have been built into the mouth in order to output audio signals. Many different emotions can be expressed by means of these actuators, for example sorrow, joy, anger or curiosity.

The MEXI software

The MEXI software consists of three components:

- *Sensor preprocessing module:* This preprocesses optical and acoustic sensor data and extracts information that is relevant for MEXI. Only visual data is processed here at present.
- *Actuator control module:* This component controls the servomotors for movements in the above-mentioned 15 degrees of freedom. Audio output will only be implemented in a future version.
- *Emotion engine:* This generates emotions and behavior in response to current perceptions delivered by the sensor preprocessing module and MEXI's own state.

The MEXI hardware

The MEXI hardware basically consists of two standard microcontrollers. A Philips TriMedia is used for image processing. The emotion engine and actuator controls have been implemented on an Infineon C167. Communication takes place via a serial port.

MEXI's behavior is currently geared to visual perceptions and its own current "emotional state". The software components for image preprocessing and the emotion engine play a key part here, and are consequently described in more detail in the following sections.

IMAGE PREPROCESSING

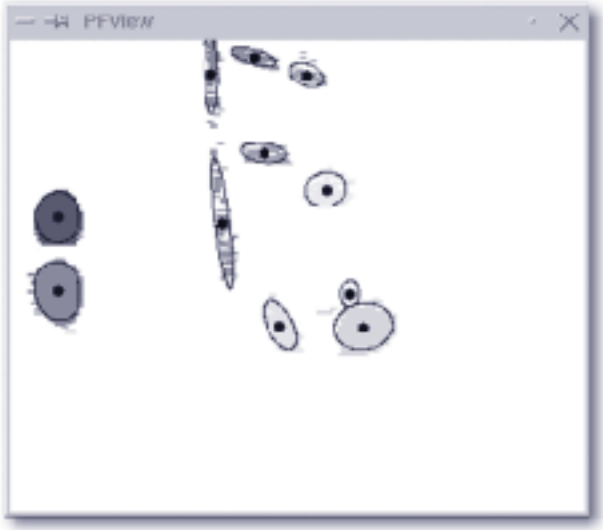
A reactive system such as MEXI depends on its perception of the environment. In designing such a system it is necessary to ensure that delays are minimized by processing data rapidly. Otherwise there can be no real interaction between a person and the system. Currently MEXI perceives its environment with the aid of eyes (or cameras). MEXI can recognize human heads, the penguin Tux and its own special toy (two colored balls). Image analysis is based on color segmentation of the camera picture that has been taken. The algorithm we have de-

gion, zusammengefasst werden. Das Verfahren heißt *Region-Growing*, weil die Regionen, bedingt durch den Zeilendurchlauf, von links nach rechts pixelweise anwachsen. Die einzelnen Regionen haben nach dieser Phase eine Höhe von einem Pixel. Die zweite Phase des Algorithmus sorgt nun dafür, dass die korrespondierenden Regionen der einzelnen Zeilen miteinander verschmolzen werden. Daher heißt diese Phase *Region-Merging*.

Der gesamte Algorithmus arbeitet auf Farbbildern im sogenannten YUV-Farbraum. Da die Kameras die Bilder schon direkt im YUV-Format liefern, bleibt die zeitraubende Umwandlung in einen anderen Farbraum erspart.

Es ist wichtig, dass die Bildanalyse zeilenweise erfolgt. Denn so kann sie bereits beginnen, wenn erst wenige Bildzeilen von der Kamera im Arbeitsspeicher vorliegen. Die Ergebnisse liegen dann bereits kurz nach dem Übertragen des Bildes in den Arbeitsspeicher vor. Durch diese Vorgehensweise wird die Latenzzeit erheblich verkürzt. Andere Verfahren suchen zusammengehörige Elemente unregelmäßig über das Bild verteilt und können erst starten, wenn das gesamte Bild vorliegt.

Originalbild, aufgenommen mit MEXIs Kameraauge
Original image as seen with MEXI's camera eye



Ergebnis der Farbsegmentierung mit visualisierten Regionen
Results of the color segmentation with the regions visualized

Das linke Bild zeigt eine Kameraaufnahme von MEXIs Spielzeug und dem Pinguin Tux. Im rechten Bild ist das Ergebnis der Bildanalyse dargestellt.

Nach der Segmentierung des Bildes in farbige Regionen wird nach bekannten Objekten gesucht. Dazu werden die Eigenschaften der gefundenen Regionen, wie Farbe, Größe, Proportionen, Neigungswinkel, Abstände und Winkel der Regionen zueinander mit den gespei-

veloped is split up into two phases: *region growing* and *region merging*. First, region growing is carried out line by line. This means that pixels within an image line that belong together in terms of color and space are combined to form a unit called a region. The procedure is called region growing because the regions grow pixel by pixel from left to right. After this phase, the individual regions have a height of one pixel. The second phase of the algorithm merges the corresponding regions of the individual lines. This phase is therefore called region merging.

The entire algorithm works on color images in the so-called YUV color space. Since the cameras deliver pictures directly in YUV format there is no need for time-consuming conversion to a different color space.

It is important for image analysis to take place line by line because then it can begin as soon as a few image lines from the camera are in main memory. The results are then available shortly after the picture as a whole has been transferred to memory. This approach reduces latency considerably. Other algorithms search for associated pixels that are spread irregularly over the picture and cannot start until the entire picture is in main memory.

The left picture shows MEXI's toy and the penguin Tux. In the right picture you can see the results of image analysis.

When the picture has been segmented into color regions a search is started for known objects. In this process, the properties of the regions found – such as color,

cherten Größen der zu suchenden Objekte verglichen. Falls bekannte Objekte gefunden wurden, wird dies der Emotion Engine mitgeteilt, die dann entsprechend auf diese Reize reagiert.

EMOTION ENGINE

Die Emotion Engine nutzt die Analyseergebnisse der Bildvorverarbeitung als Input. Zur Zeit werden – wie bereits erwähnt – Köpfe, der Pinguin Tux oder MEXIs Spielzeug erkannt. Als Ausgabe erfolgt die Ansteuerung der Aktorik zur Bewegung des Kopfes und seiner darstellenden Elemente. Die Emotion Engine konfiguriert außerdem die Vorverarbeitung. Hierzu teilt sie z. B. der Bildvorverarbeitung mit, ob sie sich auf das Erkennen von Gesichtern/Gesichtsausdrücken oder auf farbige Gegenstände konzentrieren soll. Die Emotion Engine besitzt auch eine Schnittstelle zu externen Systemen. Darüber lassen sich Inhalte für Interaktionen in die Emotion Engine einspeisen und erkannte Antworten aus der Emotion Engine an externe Systeme weitergeben. Über diese Schnittstelle sollen Audioströme mit einer emotionalen Bewertung bzw. mit einer emotionalen Betonung ausgetauscht werden.

Intern verarbeitet die Emotion Engine Bedürfnisse, Emotionen und Verhaltensweisen (wie z. B. „Objekt fokussieren“ oder „Kopf wiegen“), um in Interaktion mit dem Anwender zu treten. Die Emotionen repräsentieren zusammen mit der Intensität der einzelnen Bedürfnisse den Zustand, in dem sich die Emotion Engine befindet.

Die Intensität der Bedürfnisse bestimmt zusätzlich, welche Verhaltensweisen aktiv sein sollen. Jede Eingabe wird bewertet und beeinflusst die Bedürfnisse sowie die Intensität der ausgedrückten Emotionen. Auch die schon angestoßenen Verhaltensweisen beeinflussen den internen Zustand der Emotion Engine. Bei der Auswahl der Verhaltensweisen verfolgt MEXI das Ziel, die Intensität seiner Bedürfnisse möglichst im ausgeglichenen (homöostatischen), mittleren Bereich zu halten. Zur Zeit hat MEXI die Bedürfnissse, mit Menschen zu kommunizieren und zu spielen, entweder mit seinem speziellen Spielzeug, das aus zwei Kugeln besteht, oder mit dem Pinguin Tux. Im Laufe der Zeit wächst z. B. das Spielbedürfnis an. Je stärker dieses Bedürfnis wird, desto mehr wird MEXI versuchen, es zu befriedigen, indem er sein Spielzeug sucht. Während des Spiels (Anschauen des

size, proportions, angle of inclination, distances and angle of regions to each other – are compared with the properties stored for the objects that are being searched for. If any known objects are found, this is notified to the emotion engine, which then responds to these stimuli.

EMOTION ENGINE

The emotion engine uses the image preprocessing analysis results as input. As mentioned above, MEXI will currently recognize heads, the penguin Tux and its own toy. The output of the emotion engine controls the actuator technology to move the head and the elements that represent facial expressions. The emotion engine also configures the preprocessing module. To do this, the emotion engine notifies the image preprocessing algorithm whether it should concentrate on recognizing faces/facial expressions or on colored objects. The emotion engine also has an interface to external systems that can be used to load content for interaction into the emotion engine and pass on recognized responses from the emotion engine to the external systems. This interface will be used to exchange audio streams with an emotional value or an emotional emphasis.

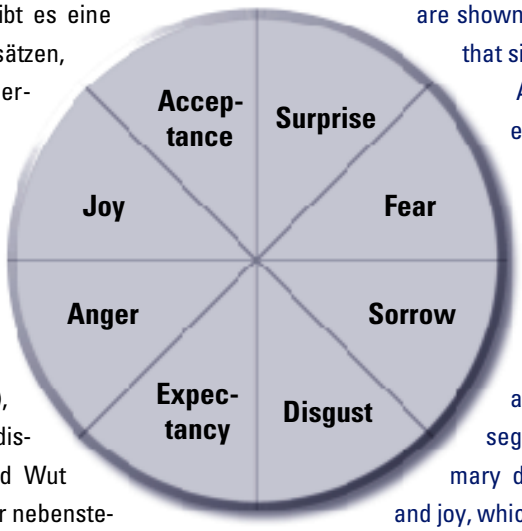
Internally the emotion engine processes needs, emotions and behaviors (such as “focus on object” or “shake head”) in order to interact with the user. Together with the intensity of individual needs, the emotions represent the state of the emotion engine.

The intensity of needs also determines which behaviors must be activated. Each input is assessed and has an impact on needs and on the intensity of expressed emotions. Behaviors that have already been triggered also affect the internal state of the emotion engine. In selecting behaviors, MEXI aims to keep the intensity of its needs in a balanced (homeostatic) mid-range state. Currently MEXI has the needs to communicate with people or play games, either with its special toy consisting of two balls or with the penguin Tux. The need to play, for instance, increases over time. The stronger this need becomes, the more MEXI will try to satisfy it by looking for its toy. During the game (looking at the toy) the need becomes weaker until MEXI finally leaves the toy alone. Needs are closely linked to emotions. If its need to play is satisfied, for example, MEXI is pleased. If the toy is taken away before the need to play has been satisfied, MEXI gets annoyed.

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, bevor sein Spielbedürfnis befriedigt ist, wird er ärgerlich.

Zur Festlegung der von MEXI zu zeigenden Emotionen ist ein möglichst systematisches Emotionsmodell notwendig. Für ein solches Modell gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Ansätzen, jedoch bisher keinen allgemein anerkannten.

Im C-LAB kam ein Emotionsmodell zur Anwendung, das Robert Plutchik [1] im Jahr 1962 erstmalig vorstellte. Dieses Modell unterscheidet acht primäre Emotionen: Freude (joy), Annahme (acceptance), Überraschung (surprise), Furcht (fear), Sorge (sorrow), Ekel (disgust), Erwartung (expectancy) und Wut (anger). Diese Emotionen sind in der nebenstehenden Abbildung so dargestellt, dass ähnliche Emotionen nahe beieinander liegen.



Je zwei primäre Emotionen lassen sich nach Plutchik zu Paaren (Dyaden) kombinieren. In empirischen Untersuchungen fand er primäre, sekundäre und tertiäre Dyaden, die sich durch Kombination direkt benachbarter Emotionen, von Emotionen mit dem Abstand 2 und Emotionen mit dem Abstand 3 im oben gezeigten Emotionskreis ergeben. Beispiel für eine primäre Dyade ist die Kombination von Wut und Freude. Sie ergibt die Emotion Stolz (pride). Die Kombination von Annahme und Überraschung ergibt Neugier (curiosity). Die Kombination von Überraschung und Sorge als Beispiel für die sekundäre Dyade ergibt die Emotion Verwirrung/Enttäuschung (embarrassment/disappointment). Beispiel für eine tertiäre Dyade ist die Kombination von Freude und Furcht zu Schuld (guilt).

Zur Abbildung dieser Emotionen dienen Vektoren in einem abstrakten Emotionsraum. Diese Vektoren repräsentieren die aktuelle Stärke und Richtung eines Gefühls. Dabei kommt es häufig vor, dass die Stärke einer Emotion von anderen abhängt. So hängt der Wert für Überraschung (surprise) zum einen von den Wahrnehmungen ab: Starke Änderung der Geschwindigkeit/Bewegungs-

An emotion model that is as systematic as possible is required to define the emotions that MEXI will show. There are various approaches to such a model, but none of them has been generally accepted as yet.

C-LAB used an emotion model that Robert Plutchik [1] first presented in 1964. This model operates with eight primary emotions: joy, acceptance, surprise, fear, sorrow, disgust, expectancy and anger. These emotions are shown in the figure below in such a way that similar emotions are close together.

According to Plutchik, two primary emotions can be combined in pairs (dyads). In empirical investigations he found primary, secondary and tertiary dyads that arise by combining directly adjacent emotions from the emotion circle shown above, and emotions that are two segments apart and three segments apart. An example of a primary dyad is the combination of anger and joy, which results in pride. The combination of acceptance and surprise results in curiosity. The combination of surprise and sorrow, as an example for a secondary dyad, results in embarrassment/disappointment. An example of a tertiary dyad is the combination of joy and fear, resulting in the emotion of guilt.

Vectors in an abstract emotion space are used to reflect these emotions. These vectors represent the current intensity of a feeling. Frequently the intensity of an emotion will depend on others. For example, the value for surprise on the one hand depends on perceptions. A big change in speed/direction of motion of an object or the sudden appearance/disappearance of objects will cause surprise. On the other hand the intensity of surprise depends on the current value for expectancy. The greater the expectation, the weaker the surprise will be. Similar dependencies exist between other primary emotions.

The intensity of emotions and needs is one of the main factors determining MEXI's internal state. Together with its current perceptions, this internal state defines the behavior that MEXI shows and how the machine is supposed to react. A behavior-based approach is implemented in MEXI's emotion engine to select and realize these behaviors [2].

richtung eines Objektes oder plötzliches Auftauchen/ Verschwinden von Objekten verursachen Überraschung. Zum anderen hängt der Grad der Überraschung vom aktuellen Wert für Erwartung (expectancy) ab: Je stärker die Erwartung ist, desto schwächer die Überraschung. Ähnliche Abhängigkeiten existieren zwischen weiteren primären Emotionen.

Die Stärke der Emotionen und Bedürfnisse bestimmt im wesentlichen MEXIs internen Zustand. Dieser legt zusammen mit den aktuellen Wahrnehmungen fest, welches Verhalten MEXI zeigt und wie seine Mimik reagieren soll. Zur Selektion und Realisierung dieser Verhaltensweisen wird in MEXIs Emotion Engine ein verhaltensbasierter Ansatz [2] realisiert.

AUSBLICK

Erste Experimente mit MEXI zeigen, dass sich der gewählte verhaltensbasierte Ansatz eignet, um solche Mimiken und Verhaltensweisen für das gewählte Emotionsmodell zu realisieren, die für den menschlichen Betrachter verständlich sind. Als wesentliches Element für die soziale Kommunikation soll daher im nächsten Schritt auch die Audioverarbeitung integriert werden. Hierfür ist die Verwendung eines Chat Robots geplant. MEXIs Emotionen sollen zusätzlich zur Mimik und Kopfbewegung durch eine entsprechende Sprachmelodie bei der Sprachausgabe wider gegeben werden.

[1] Robert Plutchik, “The Emotions”, Revised Edition, University Press of America,1991
[2] Ronald C. Arkin, “Behavior-Based Robotics”, The MIT Press, 1998

Kontakt:
Dr. Bernd Kleinjohann
email: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

OUTLOOK

Initial experiments with MEXI have shown that the chosen behavior-based approach is suitable for implementing facial expressions and behaviors for the selected emotion model that are understandable for human observers. In the next step, audio processing will therefore be integrated as a key element of social communication. A chat robot is scheduled to be used for this. When voice output has been implemented, MEXI’s emotions will be reflected by voice melody in addition to facial expressions and head movements.

[1] Robert Plutchik, “The Emotions”, Revised Edition, University Press of America, 1991
[2] Ronald C. Arkin, “Behavior-Based Robotics”, The MIT Press, 1998

Contact:
Dr. Bernd Kleinjohann
email: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

PROJEKTÜBERSICHTEN

BUSINESS DEVELOPMENT

Zum Bereich Business Development gehört zum einen die neu gegründete Gruppe Business Challenges, zum anderen wurde hier das bereits im Jahr zuvor gestartete Themenfeld Seminare angesiedelt.

SEMINARE IM C-LAB

Im Herbst 2000 erweiterte das C-LAB sein Dienstleistungsangebot um den Bereich Seminare. Kompetente Referenten aus dem C-LAB sowie externe Experten vermitteln ihr Wissen zu aktuellen Themen der Informationstechnologie (siehe WORKSHOPS & VERANSTALTUNGEN im Anhang).

Die Referenten der C-LAB-Seminare sind Experten aus der Praxis. In ihrer täglichen Arbeit als technische Projektleiter oder Software-Entwickler werden sie selbst laufend mit den neuesten Entwicklungsstandards und Technologien der Informationsgesellschaft konfrontiert. Deshalb müssen sie sich ständig weiterbilden, um auf dem neuesten Stand der Technik zu bleiben. Sie lassen ihre umfangreichen Erfahrungen und ihr aktuelles Wissen in die Seminarinhalte einfließen und stehen somit den Kursteilnehmern als kompetente Berater zur Verfügung.

Vom C-LAB durchgeführte Seminare finden in der Regel im kleinen Teilnehmerkreis statt. Praktische Übungen ermöglichen die intensive Erarbeitung der Themen. Dabei werden auch die individuellen Wünsche der Teilnehmer berücksichtigt.

Im Jahr 2001 konnte das Seminarangebot um weitere aktuelle Themen ergänzt werden. Dazu gehören zum Beispiel die Fragestellungen rund um die Sicherheit des Internet, die neuesten Technologien der Web Services oder die dominierenden Meta-Modellierungssprachen UML und XML.

PROJECT OVERVIEW

BUSINESS DEVELOPMENT

Business Development consists of the newly founded group Business Challenges as well as the previously started activity seminars.

SEMINARS AT C-LAB

In the fall of 2000, C-LAB added seminars to its range of services. Skilled lecturers from C-LAB and external experts impart their knowledge on current information technology topics (see WORKSHOPS & EVENTS in the appendix).

Lecturers at C-LAB seminars are experts from actual practice. In their day-to-day work as technical project managers or software developers they are themselves regularly confronted with the latest development standards and technologies of the information society. They must keep learning in order to keep up. They bring their extensive experience and cutting-edge knowledge to the seminars, and are thus available as skilled advisers to the participants.

Seminars held by C-LAB are generally confined to small study groups and take the participants' specific wishes into consideration. Practical exercises allow participants to work intensively on topics.

Additional current topics were added to the range of seminars in 2001. These include, for example, issues related to Internet security, the latest Web services technologies and the dominant meta modeling languages UML and XML.

C-LAB not only has a range of scheduled seminars, but also offers individually customized training on customers' premises. In this way, complete teams can be trained effectively and concentrate more closely on company-specific problems.

Neben dem terminlich festgelegten Seminarprogramm bietet das C-LAB auch individuelle Schulungen bei Kunden vor Ort an. Das bietet die Möglichkeit, komplette Teams effektiv zu schulen und auf firmenspezifische Problematiken näher einzugehen.

So konnten im Jahr 2001 insgesamt 18 Schulungen erfolgreich durchgeführt werden, die von den Teilnehmern durchgehend gut bewertet wurden.

Nähere Informationen finden Sie unter:
http://www.c-lab.de/seminare/

BUSINESS CHALLENGES

Neben der Entwicklung technisch innovativer Konzepte und Lösungen gewinnt im C-LAB seit einigen Jahren auch zunehmend Marktorientierung und -positionierung dieser Entwicklungen an Bedeutung. Neue technische Entwicklungen suchen sich nicht immer selbst eine praktische Anwendung und einen entsprechenden Markt. Häufig müssen Lösung und Anwendung erst aktiv zusammengeführt werden. Dazu ist es erforderlich, die bestimmenden Anforderungsfaktoren aus Marktstrukturen und Prozessen zu ergründen. Dieses Aufgabengebiet hat das C-LAB in Form der Arbeitsgruppe „Business Challenges" institutionalisiert. Der Beirat des C-LAB beschloss die Schaffung dieses Bereiches zum 1. Oktober 2000. Mit Beginn des Jahres 2001 nahm die Gruppe ihre Arbeit auf und wuchs im Laufe des Jahres auf ihre derzeitige Stärke von vier Mitarbeitern an (zwei Siemens-Angestellte und zwei wissenschaftliche Mitarbeiter der Universität Paderborn).

Bereits im ersten Jahr zeigte sich an der großen Nachfrage, wie sinnvoll diese Entscheidung war. Von den vielfältigen Aktivitäten werden in diesem Jahresbericht ein Förderprojekt, eine Auftragsarbeit und ein längerfristiges Forschungsprojekt vorgestellt.

DURCHGÄNGIG DIGITALE PRODUKT-ENTWICKLUNG: IVIP

Bereits mit Jahresbeginn übernahm die Arbeitsgruppe Business Challenges Aufgaben des BMBF-Leitprojekts iViP (**i**ntegrierte **Vi**rtuelle **P**roduktentstehung). Im Sommer wurde die Verantwortung für eines der sechs Projektcluster übernommen. Das Gesamtziel des iViP-Projekts ist es, bessere technische Voraussetzungen für die Entwicklung innovativer Produkte für die Konsum- und Investitionsgüterindustrie zu schaffen. Effiziente und innovative Produktentwicklungswerkzeuge sind die Basis. Das Projekt fokussiert auf deren Entwicklung und Integration.

A total of 18 courses were successfully held in 2001 and the participants rated them all as good.

You can find more details at:
http://www.c-lab.de/seminare/

BUSINESS CHALLENGES

In addition to the development of technically innovative concepts and solutions, the market orientation and positioning of these developments has become increasingly important at C-LAB over the past few years. New technological developments do not always have an adequate practical application and a corresponding market. It is often necessary to play an active role in bringing together the solution and the applications. To do this, the defining factors of market structures and processes must be analyzed. C-LAB is focusing on this area with its Business Challenges group, which C-LAB's advisory committee decided to establish effective October 1, 2000. The group took up its actual work at the beginning of 2001, and its workforce has risen to four in the course of the year (two Siemens employees and two academics from the University of Paderborn).

In the very first year, strong demand demonstrated the wisdom of this decision. Out of the various activities performed by this group, one sponsored project, one commercial project and one long-term research project are being presented in this annual report.

CONTINUOUS DIGITAL PRODUCT CREATION: IVIP

At the beginning of the year, the Business Challenges group took over tasks in the iViP master project (**i**ntegrated **vi**rtual **p**roduct creation) that has been set up by the German Federal Ministry for Education and Research. In summer the responsibility for one of the six project clusters followed. The overall goal of the iViP project is to create better technical conditions for the development of innovative products for the consumer and capital goods industries. Efficient and innovative product development tools are the basis. The project is focusing on their development and integration.

mer kam die Leitung eines der sechs Projektcluster dazu. Die übergreifende Zielsetzung des iViP-Projektes besteht in der Schaffung von verbesserten technischen Rahmenbedingungen für die Entwicklung innovativer Produkte der Gebrauchs-, Konsum- und Investitionsgüterindustrie. Effiziente und innovative Produktentwicklungswerkzeuge bilden dafür die Basis. Ihre Entwicklung und Integration stehen im Mittelpunkt des Projektes.

iViP repräsentiert ein Entwicklungsnetzwerk aus Produzenten, Zulieferern, Softwarehäusern und Forschungsinstituten. Es erlaubt die Bündelung von Kompetenz- und Technologiepotenzialen bei gleichzeitiger Ausnutzung von synergetischen Effekten. Die Vision dieses Projektes ist eine durchgängig digitale Produktentwicklung zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit. Durch konsequente Nutzen- und Marktorientierung sollen erfolgreiche Lösungen und Produkte für die Zukunft entstehen.

NEUE IDEEN FÜR ZUKÜNFTIGE SERVICES

Ganz andere Anforderungen stellte eine Auftragsarbeit zur Generierung neuer Perspektiven für Dienstleistungsanbieter. Das vorliegende Projekt betraf insbesondere die Anforderungen an die Financial Services in einer E-Business-orientierten und mobilen Welt. Hierzu führte das C-LAB einen Innovationsworkshop durch (vgl. Abschnitt „Zukunft made at C-LAB"). Dabei zeigte sich einmal mehr, dass die Einbindung der unterschiedlichen Kompetenzbereiche im C-LAB eine effiziente und gleichzeitig umfassende Erörterung von Lösungskonzepten für derartige Themenfelder ermöglicht.

MARKETING-FORSCHUNG IM INTERNET

Neben diesen aktuellen Aufgaben befasst sich das C-LAB im Rahmen von Promotionen oder als Bestandteil konkreter Projekte auch langfristig mit bestimmten Themen. Dazu gehört beispielsweise die Untersuchung verschiedener Aspekte zur Verbesserung der Markttransparenz und die Erarbeitung von Konzepten und Prototypen für entsprechende IP-basierte Dienste. Ergebnis soll ein verbesserter, interaktiver Prozess der Markt-Prognose auf Basis gezielter Informationsbeschaffung und Modellintegration sein.

iViP is a development network consisting of producers, suppliers, software houses and research institutions. It allows skill and technology potential to be bundled while exploiting synergetic effects. The vision of this project is continuous digital product creation to increase competitiveness. The consistent orientation toward utility and market follows the aim to develop solutions and products that will meet the future demand.

NEW IDEAS FOR FUTURE SERVICES

Different requirements brought a specific commercial project concerning the generation of new perspectives for service providers. This project focuses in particular on demands placed on financial services in a mobile world oriented toward e-business. To this end, C-LAB held an innovation workshop (see "Future made at C-LAB"). Once again, proof was provided that integrating various skill areas at C-LAB makes it possible to analyze solution concepts for such topics efficiently and extensively.

MARKETING RESEARCH ON THE INTERNET

In addition to these current tasks, C-LAB also deals with certain long-term topics within the framework of PhD thesis or specific projects. These include, for example, the examination of various aspects to improve market transparency and develop concepts and prototypes for IT-based services. The intended result is an improved, interactive market forecast process based on obtaining specific information and integrated models.

Ein konkretes Projekt in diesem Umfeld beschäftigt sich mit den Möglichkeiten der Marketingforschung im Internet. Ziel ist die Erstellung eines wissensbasierten Agenten, der Marktforscher bei der Suche nach Informationen im Internet unterstützt und ihre Auswertung vereinfacht. Zu diesem Zweck arbeitet das C-LAB eng mit den Lehrstühlen von Prof. Dr. Hans Kleine Büning (Wissensbasierte Systeme) und Prof. Dr. Mario Rese (Betriebswirtschaftslehre, insb. Marketing) der Universität Paderborn zusammen.

Gerade für ein Fachgebiet, das den Markt als Gegenstand der Forschung hat, ist die Schnittstelle von Forschung und Umsetzung am Markt, wie sie sich im C-LAB bietet, ein herausforderndes und spannendes Feld.

Kontakt:
Dr. Heidi Hohensohn
email: Heidi.Hohensohn@c-lab.de

One specific project in this area examines the options for marketing research on the Internet. The target is the creation of a knowledge-based agent that will support market researchers in their search for information on the Internet, and make it easier to evaluate this information. For this purpose, C-LAB is cooperating closely with Prof. Dr. Hans Kleine Büning (Chair of Knowledge-Based Systems) and Prof. Dr. Mario Rese (Chair of Business Studies, especially Marketing) at the University of Paderborn.

Specially for an area of interest that focuses on the market as the main topic of research the transition from technological research to market, as it is found at C-LAB, offers a challenging and exciting field of work.

Contact:
Dr. Heidi Hohensohn
email: Heidi.Hohensohn@c-lab.de

VISUELL-INTERAKTIVE SYSTEME

Die Arbeitsgruppe Visuell Interaktive Systeme (VIS) beschäftigte sich im Berichtszeitraum hauptsächlich mit den Themenbereichen:

- Generierung von grafisch-interaktiven Benutzungsoberflächen für Datenbanken
- Interaktive 3D-Animation und -Illustration
- Grafische Werkzeuge zur Überprüfung von Modellen für Fertigungssysteme.

Aus diesem Spektrum werden hier exemplarisch die Arbeiten zur interaktiven Überprüfung von Fertigungssystemen und zur Transkodierung von XML-basierten Daten und Anwendungen vorgestellt. Darüber hinaus leistete die Gruppe VIS wesentliche Beiträge zum Projekt AR-PDA (vgl. hierzu die Abschnitte Einführung und Eingebettete Systeme).

ECHTZEIT-MODELLPRÜFUNG VON FERTIGUNGSSYSTEMEN

Arbeiten in diesem Umfeld wurden im Kontext des von der DFG geförderten Projekts GRASP (Grafische Spezifikation und Echtzeitverifikation von Produktionsautomatisierungssystemen) durchgeführt. Ziel dieses Projekts ist es, die Akzeptanz der formalen Methode zur Echtzeit-Modellprüfung (Real-Time Model Checking) im ingenieurwissenschaftlichen Umfeld zu erhöhen. Das C-LAB beteiligte sich mit einigen Arbeiten zur interaktiven Verifikation an diesem Projekt. Die dafür verwendete grafische Beschreibungsmethode MFERT („Modell der Fertigung“) ist eine Entwicklung des Lehrstuhls von Prof. Wilhelm Dangelmaier am Paderborner Heinz Nixdorf Institut. Als Verifikationswerkzeug wurde RAVEN integriert, das die Arbeitsgruppe Dr. Thomas Kropf an der Universität Tübingen entwickelte. Zur unmittelbaren

VISUAL INTERACTIVE SYSTEMS

The Visual Interactive Systems (VIS) group worked primarily on the following topics in the period under review:

- Generation of graphic interactive user interfaces for databases
- Interactive 3D animation and illustration
- Graphic tools for verifying manufacturing system models

From among this range of activities, we are presenting, as an example, our work on the interactive verification of manufacturing systems and on transcoding of XML-based data and applications. In addition, the VIS group has made major contributions to the AR-PDA project which are outlined in the “Introduction” and under “Embedded systems”.

REALTIME VERIFICATION OF MANUFACTURING SYSTEM MODELS

The work in this area was carried out in the context of the GRASP project (Graphic Specification and Realtime Verification of Production Automation Systems) being funded by the DFG. The goal of this project is to increase acceptance of the formal methods for real-time model checking in engineering environments. C-LAB took part in this project with some work on interactive verification and specification. The graphic description method MFERT which has been applied was developed by Prof. Wilhelm Dangelmaier and his team at the Heinz Nixdorf Institute in Paderborn. RAVEN was integrated as the verification tool. This was developed by a workgroup led by Dr. Thomas Kropf at the University of Tübingen. To verify a model directly, its MFERT descriptions (see Fig. 6 on the next page) and specified realtime properties can be

Überprüfung eines Modells lassen sich seine MFERT-Beschreibungen (vgl. Bild 6) sowie spezifizierte Echtzeiteigenschaften und -anfragen automatisch in das Eingabeformat von RAVEN übersetzen. Im Laufe des Projekts wurden unterschiedliche Ansätze zur Formulierung der einzuhaltenden Systemeigenschaften und Zeitanalyseanfragen untersucht. Für die Beschreibung der Eigenschaften von zustandsorientierten Systemen wurde die OCL (Object Constraint Language) der UML (Unified Modeling Language) untersucht. OCL musste für eine umfassende Spezifikation allerdings noch entsprechend erweitert werden. Durch die Ergänzungen ist es nun auch möglich, zeitabhängige Aussagen über Zustände von Statecharts und MFERT-Diagrammen zu treffen. In Kombination mit diesen Erweiterungen lassen sich MFERT und Statecharts nun als grafische Benutzerschnittstelle des Modellprüfers RAVEN verwenden.

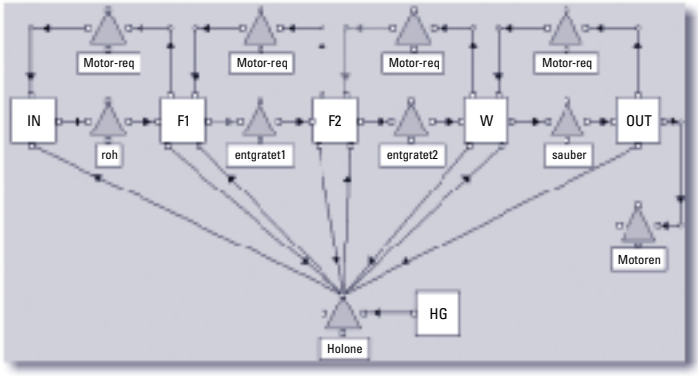


Bild 6: MFERT-Modell der durchgeführten Fallstudie

Fig. 6: MFERT model of the case study that was carried out

Zur direkten Analyse der Modelle am Bildschirm diente ein voll animierter virtueller 3D-Protoyp des Produktionssystems mit frei fahrenden Transportfahrzeugen (vgl. Bild 7). Aufgefundene Fehler im Modell lassen sich bei der Darstellung von Beispieldurchläufen am Bildschirm fast wie in Wirklichkeit verfolgen und nachvollziehen.

Die notwendige Software zur Grafikanimation der zu überprüfenden Modelle liefert das i4D-System. i4D realisiert eine objektorientierte Abstraktionsschicht. Es erweitert die existierenden Grafikbibliotheken und bietet eine echte Wiederverwendbarkeit der erstellten Inhalte. Der aktuelle Prototyp läuft unter Windows, Irix und Linux. Er integriert wahlweise Open GL oder Open GL Optimizer.

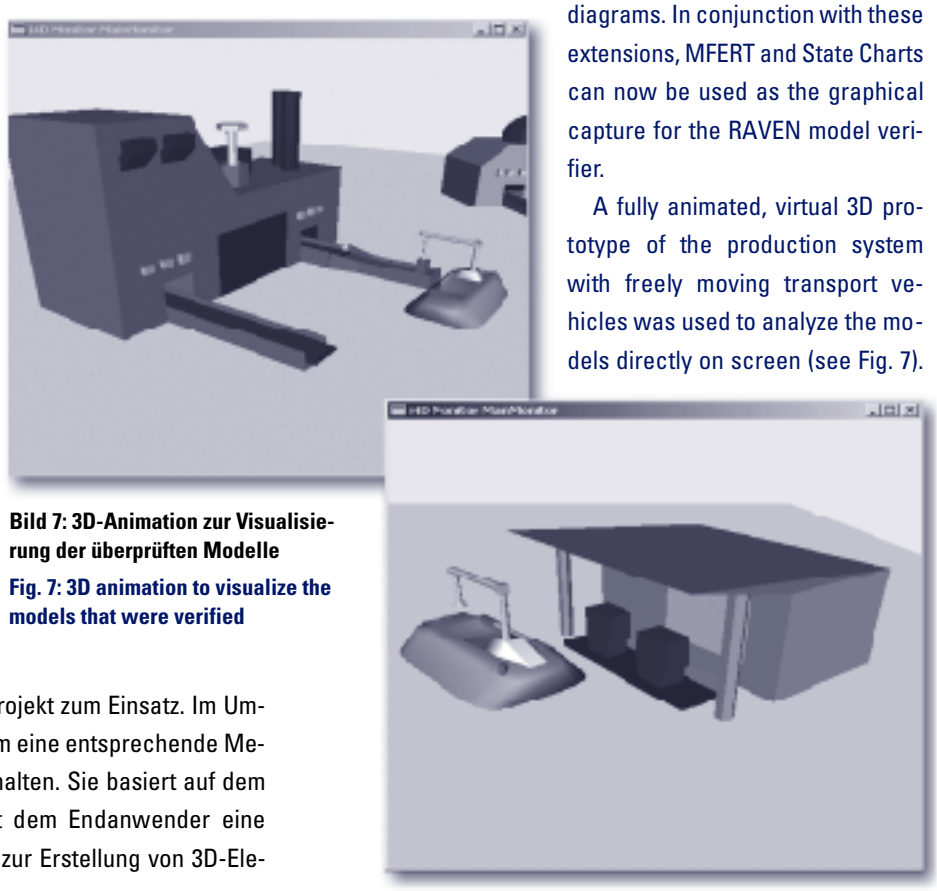


Bild 7: 3D-Animation zur Visualisierung der überprüften Modelle

Fig. 7: 3D animation to visualize the models that were verified

i4D kam auch im AR-PDA-Projekt zum Einsatz. Im Umfeld von i4D entstand außerdem eine entsprechende Methodik zum Entwurf von 3D-Inhalten. Sie basiert auf dem Modell von Aktoren und gibt dem Endanwender eine strukturierte Vorgehensweise zur Erstellung von 3D-Ele-

translated automatically into the RAVEN input format. Various approaches to formulating the required system properties were investigated in the course of this project. For the description of properties of state-oriented systems we examined the Object Constraint Language (OCL) which is part of the Unified Modeling Language (UML). However, OCL had to be extended in order to be able to handle specific behavioral specifications. These extensions have now made it possible to make time-dependent statements on the states of State Charts and MFERT diagrams. In conjunction with these extensions, MFERT and State Charts can now be used as the graphical capture for the RAVEN model verifier.

A fully animated, virtual 3D prototype of the production system with freely moving transport vehicles was used to analyze the models directly on screen (see Fig. 7).

menten an die Hand. Vergleichbar einem „Kochbuch für interaktive virtuelle Welten“ führt sie den Entwickler durch den schwierigen Designvorgang.

VISUALISIERUNG VON DATENBANKINHALTEN

Bild 8 zeigt beispielhaft für dieses Themenfeld eine Übersicht der Maschinenbelegungs- und Rüstzeiten eines realen industriellen Fertigungsprozesses. Diese Darstellung wurde automatisch aus einer Access-Datenbank generiert. Sie erlaubt die intuitive Analyse der Belegungen verschiedener Maschinen (vertikal). Gleichzeitig lässt sich in der Horizontalen pro Maschine die Belegungssituation in Abhängigkeit von der Zeit (Schichten) ablesen.

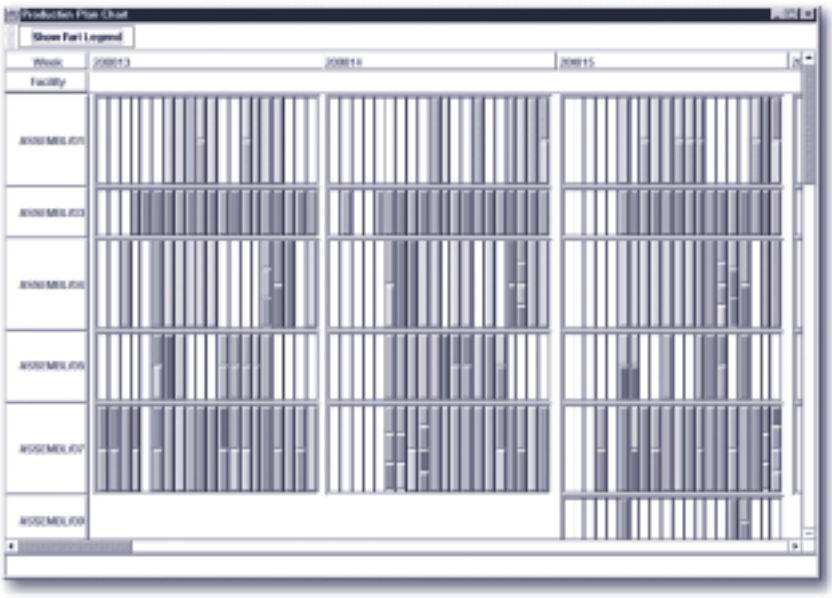


Bild 8: Visualisierung von Maschinenbelegzeiten im Schichtbetrieb

Fig. 8: Visualization of machine utilization times in shift work

PLATTFORMUNABHÄNGIGKEIT FÜR ANWENDUNGEN UND DATEN

Weitere Arbeiten im Berichtszeitraum beschäftigten sich mit der automatischen Restrukturierung von XML-basierten Dateien zur Übertragung auf mobile Endgeräte wie Handys oder PDAs (Personal Digital Assistants). Zu diesem Zweck entwickelte das C-LAB auch eine spezielle Beschreibungssprache RDL/TT (Rule Definition Language for True Transformation). Ergebnis der Aktivitäten ist der Prototyp eines automatischen Transkodierungs-

When counter examples are shown on screen, any errors that are detected in the model can be tracked and analyzed in almost the same way as in real life.

The software needed for 3D animation of the models to be verified is the i4D system, which implements an object-oriented abstraction layer, extends the existing graphics libraries and permits real reusability of the content that is created. The current prototype runs under Windows, Irix and Linux. It can integrate Open GL or Open GL Optimizer.

The i4D system was also used in the AR-PDA project. Activities relating to i4D also produced a methodology for designing 3D content. It is based on the actor model and helps end users to proceed in a structured manner when creating 3D elements. Like a “cookbook for interactive virtual worlds”, it guides users through the complex design process.

VISUALIZATION OF DATABASE CONTENT

Fig. 8 shows, as an example, an overview of machine utilization and setup times for a real industrial manufacturing process. This graphic output was generated automatically from an Access database. It helps users intuitively analyze the utilization of various machines (vertical axis). At the same time, the utilization situation of each machine can be read along the horizontal axis as a function of time divided into shifts.

PLATFORM INDEPENDENCE FOR APPLICATIONS AND DATA

Further work in the period under review was geared to the automatic restructuring (transcoding) of XML-based files for transfer to mobile terminal devices such as mobile phones and personal digital assistants (PDAs). To this end, C-LAB also developed a special description language named RDL/TT (Rule Definition Language for Tree Transformation). The result of our activities is the prototype of an automatic transcoding system (see Fig. 9 on the next page) that translates existing content from one

systems (vgl. Bild 9). Es übersetzt bestehende Inhalte von einer Plattform in das jeweilige Zielformat einer anderen. Dabei wendet es die vorher definierten Transkodierungsregeln an und berücksichtigt die zur Verfügung stehenden Benutzungs- bzw. Geräteprofile der Zielsysteme. Die viel versprechenden Ansätze sollen nun in Kooperation mit VTT (Technical Research Centre of Finland), Oulu, weiter entwickelt werden. Ziel ist die Schaffung einer kombinierten text- und sprachgesteuerten Benutzungsoberfläche, die sich durch automatische Transkodierung auf verschiedene Plattformen übertragen lässt.

Die Arbeitsergebnisse aller durchgeführten Projekte flossen im Berichtszeitraum in Vorlesungen, vielzählige Publikationen und Dienstleistungen mit ein. Ein großer Teil der Aktivitäten profitierte von Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnern aus dem industriellen und akademischen Umfeld. Nähere Informationen sind unter **www.c-lab.de/vis** verfügbar.

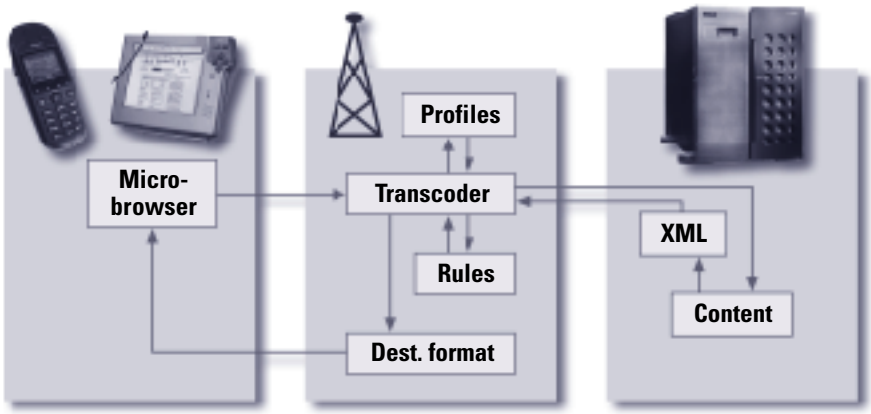


Bild 9: System zur Transkodierung von XML-basierten Inhalten

Fig. 9: System for transcoding XML-based content

Kontakt:
Dr. Wolfgang Müller
email: Wolfgang.Mueller@c-lab.de

platform to the destination format of another platform. In this process, the system uses predefined transcoding rules and takes into account the user and device profiles that are available for the destination systems. These promising approaches will now be developed further in conjunction with VTT (Technical Research Centre of Finland) in Oulu. The target is to create a combined text- and speech-driven user interface that can be transferred to different platforms by means of automatic transcoding.

In the period under review, the results of all the projects we carried out have been included in lectures, numerous publications and services. Many of the activities profited from cooperation with national and international partners both from business and from academia. More details are available at **www.c-lab.de/vis**.

Contact:
Dr. Wolfgang Müller
email: Wolfgang.Mueller@c-lab.de

ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER (ACC)

DAS ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER BERÄT BEI DER BARRIEREFREIEN GESTALTUNG VON PRODUKTEN UND DIENSTEN

Produkte und Dienstleistungen, vor allem im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik, werden immer leistungsfähiger. Deshalb stellt ihre Bedienung stetig wachsende Anforderungen an den Nutzer. Aber auch im Haushalt, im öffentlichen Verkehr und in anderen Lebensbereichen bauen moderne technische Lösungen neue Barrieren auf, obwohl sie doch eigentlich Vereinfachungen für alle Benutzer bringen sollten. Wer diese Produkte und Dienste auf Grund einer Behinderung oder aus Altersgründen nicht nutzen kann, läuft Gefahr, gesellschaftlich ausgegrenzt oder sozial und wirtschaftlich benachteiligt zu werden.

Um die schon heute deutlich spürbare Spaltung der Gesellschaft („Electronic Gap“) abzuwenden, übt die Politik überall starken Druck auf die Anbieter aus: Neue Direktiven der Europäischen Kommission, drei spezielle Gesetze in den USA und das unmittelbar vor der Verabschiedung stehende (zweite Lesung noch in 2001) Behindertengleichstellungsgesetz in Deutschland. Das sind die wichtigsten Beispiele dafür, dass es behinderten Personen möglich ist, gegen die entstandenen Barrieren anzugehen und ihre Gleichberechtigung einzuklagen.

Um diese Entwicklung schon frühzeitig und proaktiv berücksichtigen zu können, hat Siemens CT SR (Corporate Technology, Standardization and Regulation) die „Siemens Access Initiative“ (SAI) ins Leben gerufen. Alle betroffenen Siemens Bereiche tragen und finanzieren diese Initiative mit. Für die behindertenspezifische technisch-fachliche Beratung sorgt in diesem Umfeld das „Accessibility Competence Center“ (ACC). Das ACC im C-LAB wurde am 1. Oktober 2000 im Auftrag von Siemens

ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER (ACC)

THE ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER PROVIDES CONSULTING ON BARRIER-FREE DESIGN OF PRODUCTS AND SERVICES

Products and services, especially in information and communication technology, are becoming ever more powerful. As a consequence, they have become increasingly complicated for users to manage. And modern technical solutions also create barriers at home, in public transport and in other areas of life even though they are intended to make things easier. People who are unable to use these products and services because of disabilities or age run the risk of being excluded from society or suffering social and financial disadvantages.

Politicians in most countries are exerting great pressure on providers in order to halt the spread of the already tangible electronic gap that separates society, including new directives from the European Commission, three special laws in the USA and the Equal Rights for Disabled Persons Act that is on the point of being passed in Germany (second reading in 2001). Those are the most important examples demonstrating the ability of persons with disabilities to tackle barriers and take legal action to enforce equal rights.

Siemens CT SR (Corporate Technology, Standardization and Regulation) has begun the Siemens Access Initiative (SAI) to take this situation into account proactively and at an early stage. All Siemens operating groups affected by this issue are supporting and financing this initiative. The Accessibility Competence Center (ACC) at C-LAB was set up on October 1, 2000, on behalf of Siemens CT SR. Its main task is to provide technical support and consulting on the corporate SAI and for the Siemens operating groups involved. The ACC team has already

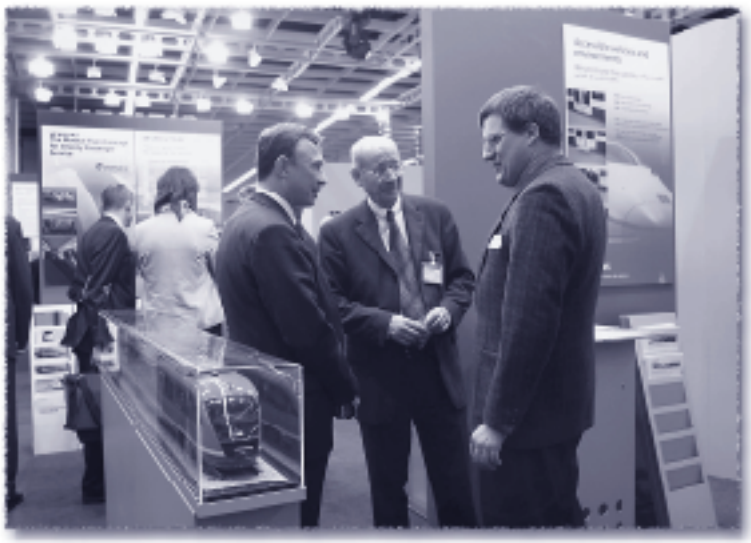
CT SR gegründet. Hauptaufgabe ist die technische Unterstützung und Beratung der unternehmensweiten „Siemens Access Initiative“ (SAI) und der daran beteiligten Siemens Geschäftsbereiche. Das ACC-Team hat bereits langjährige Erfahrungen mit behindertenspezifischen Lösungen und beim Umgang mit behinderten Kunden. Es kennt auch alle einschlägigen Normen und Richtlinien. Einer der ACC-Mitarbeiter ist selbst blind. Das ACC unterstützt nicht nur die SAI, sondern übernimmt bei konkreten Projekten auch die Beratung der angeschlossenen Bereiche. Schließlich gehört auch der Austausch mit Interessenverbänden oder behinderten Kunden sowie die Präsenz auf Fachmessen oder bei Vorträgen zu den Aufgaben des ACC.

Im Laufe des letzten Jahres hat das ACC den Verantwortlichen in allen betroffenen Siemens Bereichen zunächst einmal die Problematik vorgestellt. Dazu gehörten auch Workshops bei Siemens ICM (Information & Communication Mobile) in den USA, wo zurzeit der gesetzliche Druck besonders hoch ist. Gegenstand diverser weiterer Untersuchungen und Beratungen war die konkrete Umsetzung behindertenspezifischer Anforderungen. Resultate der praktischen Zusammenarbeit sind beispielsweise zusätzliche Quittungstöne und der Großschrift-Modus bei Siemens Mobiltelefonen. Diese erweiterten Funktionen machen sie bei blinden Nutzern besonders beliebt. Auf Grund einer Zusammenarbeit mit dem Hersteller eines sprechenden Organizers für Blinde haben Siemens Mobiltelefone sogar schon das Sprechen gelernt. Barrierefreie Bedienungsanleitungen sind ebenfalls in Arbeit. Die ersten Entwürfe hat das ACC neben diverser Spezialsoftware (Internet und Linux für Blinde) auf der Messe Reha Care International 2001 vorgestellt.

In einem weiteren Projekt unterstützte das ACC Siemens ICN (Information & Communication Network) in den USA. Hier ging es um die strategisch wichtige Installation einer behindertengerecht konfigurierten Telefonanlage Hicom150 beim US Access Board, der Regulierungsbehörde für barrierefreie Produkte. Das ACC beteiligte sich auch an der Entwicklung, Formulierung und Abstimmung des „Siemens Policy Statement on Disability Access and Design for All“. Dieses Papier haben

had years of experience with accessible solutions and in dealing with disabled customers. Its members are familiar with all the related standards and guidelines. One member of the ACC staff is himself blind. The ACC not only supports the SAI, but also advises the associated operating groups in actual projects. Finally, the ACC’s tasks include discussions with interest groups and disabled customers, and attendance at exhibitions and other events such as conferences.

Last year, the ACC first presented the problems to managers at all affected Siemens groups. These activities included workshops at Siemens ICM (Information & Communication Mobile) in the USA, where legal pressure to increase accessibility is particularly high at present. Various investigations and consulting services were aimed at the implementation of features to meet the special needs of people with disabilities. The results of this practical cooperation include, for example, additional service beeps and an enlarged display mode in Siemens mobile phones. These extended features make them particularly popular among the visually impaired. Siemens mobile phones have even learned to speak, thanks to collaboration with the developer of a talking organizer for the blind. Barrier-free manuals are also being prepared. The ACC presented the initial drafts along with special



Klaus Peter Wegge (rechts) auf dem „World Congress on Railway Research“ im Gespräch mit Dietrich G. Möller (links) und Rainer Knigge (mitte) von Siemens Bereich Transportation Systems.

Mr. Klaus Peter Wegge (right) at the World Congress on Railway Research in conversation with Mr. Dietrich G. Möller (left) and Mr. Rainer Knigge (center) of Siemens Transportation Systems.

die Bereiche inzwischen genehmigt. Nun wird es dem Siemens Zentralvorstand zur Verabschiedung vorgelegt. Auch an Stellungnahmen zu Normenentwürfen (z. B. DIN 33455 „Barrierefreie Produkte“) oder zum Behindertengleichstellungsgesetz wirkte das ACC mit.

Zum Jahresende stellte das ACC im Auftrag von Siemens Transportation Systems barrierefreie Lösungen im Verkehrswesen auf der „World Congress on Railway Research“ aus.

Kontakt:
Klaus Peter Wegge
email: Klaus-Peter.Wegge@c-lab.de

software (Internet and Linux for the blind) at the Reha Care International 2001 fair.

In another project, the ACC supported Siemens ICN (Information & Communication Network) in the USA. This project involved the strategically important installation at the US Access Board – the regulatory authority for barrier-free products – of a Hicom150 telephone system that had been configured to meet the requirements of employees with disabilities. The ACC was also involved in developing, wording and finalizing the Siemens Policy Statement on Disability Access and Design for All. The various Siemens operating groups have approved this paper in the meantime. Now it is being presented to the Managing Board of Siemens AG as a whole for final approval. Furthermore, the ACC has issued comments on draft standards (e. g. DIN 33455, Barrier-Free Products) and on the Equal Rights for Disabled Persons Act.

At the end of the year, on behalf of Siemens Transportation Systems, the ACC presented barrier-free solutions in the traffic area at the World Congress on Railway Research.

Contact:
Klaus Peter Wegge
email: Klaus-Peter.Wegge@c-lab.de

INTERACTIVE DIALOG SYSTEMS

Die marktgängigen Standardsoftware-Produkte unterscheiden sich immer seltener hinsichtlich der wesentlichen Funktionalitäten. Statt besonderer technischer Raffinessen betrachtet man heute vielmehr die Benutzbarkeit, die Gebrauchstauglichkeit und eine gute (effiziente) Handhabbarkeit als wesentliche Qualitätsmerkmale einer Software. Diese Faktoren erlangen bei der Beschaffung, Verwendung und Entwicklung einer Software immer größere Bedeutung.

Hersteller sollten die Forderungen nach Gebrauchstauglichkeit (Usability) möglichst frühzeitig innerhalb des Softwareentwicklungsprozesses berücksichtigen. Dann lassen sich die notwendigen Schritte von Anfang an zielgerichtet planen und durchführen. Das spart unnötigen Entwicklungsaufwand.

Nutzer bewerten ein Softwareprodukt mit vielen überflüssigen Funktionen zwar nicht grundsätzlich schlechter. Unnötige Funktionen werden aber einfach nicht genutzt. Daraus ergibt sich für die Entwicklungsabteilung ein erhebliches Einsparungspotenzial.

Untersuchungen belegen, dass weit mehr als die Hälfte aller Nutzer mit der Gebrauchstauglichkeit interaktiver Systeme nicht zufrieden ist. Nach Angaben des TÜVs gehen in Deutschland durchschnittlich 20% der Arbeitszeit an Computersystemen verloren. Büroarbeitskräfte sprachen in Befragungen von bis zu acht ungenutzten Stunden pro Woche auf Grund von Nutzungsproblemen mit der Software.

Für eine Software reicht es deshalb heute nicht mehr aus, nur den funktionalen Anforderungen der Nutzer zu entsprechen. Vielmehr hat sie auch die Aufgabe, den Nutzer bei der Lösung seiner Aufgaben und Erreichung

INTERACTIVE DIALOG SYSTEMS

Most standard software products on the market now differ less and less with regard to key functions. Instead of special technical features users now tend to look more at the usability and efficiency of software as major quality characteristics. These factors are becoming more and more important in the procurement, use and development of software.

Manufacturers and developers should allow for usability as early as possible in the software development process. Then the necessary steps can be planned and implemented specifically from the very beginning, thus saving unnecessary development effort.

Users do not necessarily rate a software product with many superfluous functions worse than others, but they simply ignore the functions they do not need. This gives developers and manufacturers considerable potential for saving effort.

Investigations have shown that well over half of all users are dissatisfied with the usability of interactive systems. According to the German Technical Inspectorate (TÜV) an average of 20% of time spent working on computer systems is lost in Germany. In surveys, office staff mentioned up to eight hours wasted per week owing to difficulties using the software.

This is why it is no longer sufficient just to meet users' functional requirements when developing software. Rather, software must efficiently and effectively help users to perform their tasks and achieve their targets. Ergonomically optimized software also delivers good argumentation for marketing because products are increasingly being tested by computer magazines or certified by au-

seiner Ziele effizient und effektiv zu unterstützen. Auch für die Vermarktung liefert eine ergonomisch optimierte Software gute Argumente. Denn Produkte werden immer häufiger von Computer-Zeitschriften getestet oder von Prüfstellen zertifiziert. Die in solchen Tests und Vergleichen gewonnenen Erkenntnisse stehen dem Markt schnell zur Verfügung und beeinflussen die zukünftigen Kaufentscheidungen.

Die effektive und effiziente Gestaltung von innovativen interaktiven Systemen ist das Hauptziel der Gruppe „Interactive Dialog Systems" (IDS) im C-LAB. Ein an Usability-Kriterien orientierter Prozess stellt die Erreichung dieses Ziels sicher. Dabei handelt es sich um ein Vorgehen, das immer wieder drei grundlegende Phasen durchläuft:

1. Eine systematische Anforderungsanalyse ermittelt die Erwartungen und Bedürfnisse sowie Charakteristiken der relevanten Nutzergruppen.

2. Im anschließenden Design-Prozess werden die Anforderungen gezielt umgesetzt.

3. Bei der abschließenden Überprüfung wird die Gebrauchstauglichkeit sicher gestellt.

Dieses Vorgehen berücksichtigt die unterschiedlichen Sichten der am Prozess beteiligten Personengruppen. Denn die Interessen von IT-Verantwortlichen, Produktmanagern, Qualitätsmanagern und Marketing-Fachleuten müssen gleichzeitig in die Kosten-Nutzen-Abwägungen einfließen.

Die Gruppe IDS wirkte im Berichtszeitraum bei verschiedenen kommerziellen Projekten mit. Sie unterstützte ihre Kunden bei der Analyse, Konzeption, Gestaltung und Überprüfung ihrer Prototypen und Systeme. Ausgewählte aktuelle Projekte:

- **Anwendungssoftware für Krankenhäuser von Siemens Medical Solutions (SMS):**
  Konzept, Design und Bewertung einer neuen Krankenhaussoftware. Das Produkt wird für den US-amerikanischen und europäischen Markt entwickelt. Die Gruppe IDS übernimmt neben den inhaltlichen Aufgaben auch Funktionen im Bereich des Projektmanage-

thorities. The findings of such tests and comparisons are quickly made available to the market and have an impact on future buying decisions.

Effective and efficient design of innovative interactive systems is the main target of the Interactive Dialog Systems (IDS) group at C-LAB. A process that is oriented to usability criteria ensures that this target is achieved. This involves a procedure that keeps going through three basic phases:

1. A systematic requirements analysis identifies the expectations, needs and characteristics of the relevant user groups.

2. This is followed by the design process in which the specific requirements are implemented.

3. The final verification phase ensures usability of the product.

This procedure allows for the different views of the groups involved in the process because the interests of IT managers, product managers, quality managers and marketing specialists have to be included in cost/benefit considerations at the same time.

In the period under review the IDS group collaborated in various commercial projects, and supporting its customers in analyzing, designing, developing and verifying their prototypes and systems. Here is a selection of current projects:

- **Application software for hospitals from Siemens Medical Solutions (SMS):**
  Conception, design and assessment of new hospital software. The product is being developed for the markets in the United States of America and Europe. The IDS group is also handling some project management functions in addition to working on the actual content. Design of the user interface is extremely important in product development. Since competitors offer comparable functionality, support for user workflows and implementation in an efficient user interface are two unique selling points for SMS. Five hospitals in the USA have already opted for the SMS solution on the basis of the concept presentation alone.

ments. Das Design der Benutzerschnittstelle nimmt in der Produktentwicklung einen extrem hohen Stellenwert ein. Da existierende Wettbewerber vergleichbare Funktionalität bieten, sind für SMS die Unterstützung der Nutzer-Work- flows und die Umsetzung in eine effiziente Benutzer- schnittstelle zwei wesentliche Alleinstellungsmerkmale. Bereits fünf Krankenhäuser in den USA haben sich allein aufgrund der Konzeptpräsentation für die SMS-Lösung entschieden.

- **Softwarelösung für das Arbeitsanalyseverfahren SIGMA der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin:**
  Die Gruppe IDS übernimmt den kompletten Entwicklungszyklus von der Anforderungsanalyse über die Konzeption und Entwicklung (Systemarchitektur, Design, Datenbankenstruktur) bis hin zum Prototyping mit Nutzerevaluation und endgültiger Realisierung. Das Vorgehen orientiert sich dabei an dem Prüfbaustein Usability-Engineering der Deutschen Akkreditierungsstelle Technik e.V., 2001.

Die Gruppe IDS engagierte sich darüber hinaus in verschiedenen Förderprojekten des Bundes (AR-PDA) und der EU (MEMPHIS, B2B-ECOM):

- **AR-PDA:**
  In enger Zusammenarbeit mit der Gruppe VIS analysiert und bewertet das IDS-Team in diesem Projekt die Anforderungen an Augmented Reality (AR) Systeme (vgl. hierzu auch das entsprechende Einführungskapitel) nach Usability-Kriterien. Wichtige Stichworte in diesem Zusammenhang sind mobile Endgeräte (Personal Digital Assistant, PDA), die Realisierung von Anwendungsszenarien, die Beurteilung verschiedener Versionen/Umsetzungen und eine abschließende Nutzerevaluation.

- **Memphis:**
  Dabei geht es um die Entwicklung neuer Lösungen für Premium Online-Services. Beispielsweise könnte ein neuer Nachrichtendienst aktuelle News zu Themen aus dem Medien- und Finanzbereich mehrsprachig jeweils in der vom Nutzer gewünschten Weise auf verschiedene (auch mobile) Endgeräte liefern. Neben an-

- **Software solution for the SIGMA work analysis method from the German Federal Agency for Occupational Safety and Medicine:**
  The IDS group is handling the entire development cycle from requirements analysis through conception and development (system architecture, design, database structure) to prototyping with user evaluation and final implementation. The procedure is oriented to the usability engineering verification module that has been defined by Deutsche Akkreditierungsstelle Technik e. V., 2001.

In addition to these activities the IDS group was also involved in various projects sponsored by the Federal Republic of Germany (AR-PDA) and the European Union (Memphis, B2B-ECOM):

- **AR-PDA:**
  Cooperating closely in this project with the VIS group, the IDS team is analyzing and assessing the demands placed on augmented reality (AR) systems (see the introductory section) for usability criteria. Keywords in this respect are mobile devices (PDAs), implementation of application scenarios, assessment of various versions/implementations and final user evaluation.

- **Memphis:**
  This project aims to develop new solutions for premium online services. For example, a news service could deliver the latest news relating to media and finance in multiple languages on various devices, including mobile ones, in the specific way that the user wants. Amongst other partners Bertelsmann is cooperating in this project, alongside other development groups at C-LAB. IDS's input in this project relates to user requirements and business models.

- **B2B-ECOM:**
  The target of this project is to implement an Internet marketplace for the electrotechnical industry. First the electrotechnical industry's requirements for marketplace platforms will be identified from various perspectives (makers, wholesalers, fitters). This will be followed by the design and implementation phases. Then validation sessions will be held to see

deren Entwicklungsgruppen des C-LAB ist u. a. auch die Firma Bertelsmann Kooperationspartner in diesem Projekt. IDS liefert Beiträge zu Nutzeranforderungen und Geschäftsmodellen.

- **B2B-ECOM:**
  Ziel ist hier die Implementierung eines Internet Marktplatzes für die Elektroindustrie. Im Rahmen dieses Projektes werden zunächst die Anforderungen an Marktplatz-Plattformen für die Elektroin- dustrie aus verschiedenen Perspektiven ermittelt (Hersteller, Großhändler, Installateure). Daran schließen sich Konzeptions- und Implementierungsphasen an. Im Rahmen von sog. Validierungs-Sessions erfolgt dann die Überprüfung der Prototypen auf ihre Gebrauchstauglichkeit. Bei diesem Projekt besteht eine weit reichende Kooperation mit dem C-LAB-Spin-Off „Incony AG".

Kontakt:
Dr. Barbara Majonica
Dirk Zimmermann
email:
Barbara.Majonica@c-lab.de
Dirk.Zimmermann@c-lab.de

whether the prototypes are usable. In this project there is extensive cooperation with the C-LAB spin-off Incony AG.

Contact:
Dr. Barbara Majonica
Dirk Zimmermann
email:
Barbara.Majonica@c-lab.de
Dirk.Zimmermann@c-lab.de

MOBILE LÖSUNGEN FÜR VERTEILTE, VERNETZTE SYSTEME

Hochgradig vernetzte, so genannte ubiquitäre Informationssysteme, stehen gegenwärtig im Interesse der IT. Die vielfältigen Anwendungen für derartige Infrastrukturen verwenden unterschiedliche Kommunikationssysteme, Medienformate und Zugangsgeräte. Um die Entwicklung neuer Lösungen hierfür zu vereinfachen, müssen integrative und intuitiv verwendbare Interaktionsmechanismen bereit gestellt werden. Besonders hilfreich sind dabei Middleware-Konzepte, die es erlauben, bei der Anwendungsentwicklung von konkreten Technologieausprägungen wie Protokollen und Betriebssystemen zu abstrahieren. Dann wird zum Beispiel die Entstehung einer Mobilanwendung unabhängig von den konkreten Endgeräte-Eigenschaften oder von den physikalischen Eigenschaften des Netzwerks. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Unterstützung von Modularität. Dadurch lassen sich einmal erstellte und getestete Anwendungskomponenten in anderen Projekten wieder verwenden.

Die Gruppe DIS (Distributed Interactive Systems) entwickelt und erprobt derartige Konzepte für verschiedene Anwendungsfelder. Ein großer Teil der Aktivitäten befasst sich mit interaktiven Systemen im Bereich der Geschäftswelt. Hier geht es um die Interaktion von Mitarbeitern in einem oder mehreren Unternehmen untereinander und den Zugriff auf die Unternehmensressourcen (Collaborative Business). Der andere Anwendungsbereich konzentriert sich auf den privaten Endanwender. Ziel ist es hier, die Interaktion mit Geräten und den damit angebotenen Diensten in der häuslichen Umgebung zu optimieren (Home Environments).

COLLABORATIVE BUSINESS

Die Unterstützung verteilter Engineering-Prozesse wird in dem Projekt E-Colleg betrachtet. Das Ziel von E-Colleg

MOBILE SOLUTIONS FOR DISTRIBUTED, NETWORKED SYSTEMS

Highly networked, so-called ubiquitous information systems are currently attracting a great deal of interest in the IT community. The plethora of applications for such infrastructures draw upon various communication systems, media formats and access devices. To make it easier to develop new solutions for this it is necessary to provide integrative, intuitively usable interaction mechanisms. Middleware concepts that enable developers to abstract from concrete technologies (such as protocols and operating systems) when developing applications are particularly helpful since, for example, a mobile application can be generated regardless of the specific terminal device or physical network properties. Another important point is support for modularity to allow application components that have been created and tested to be reused in other projects.

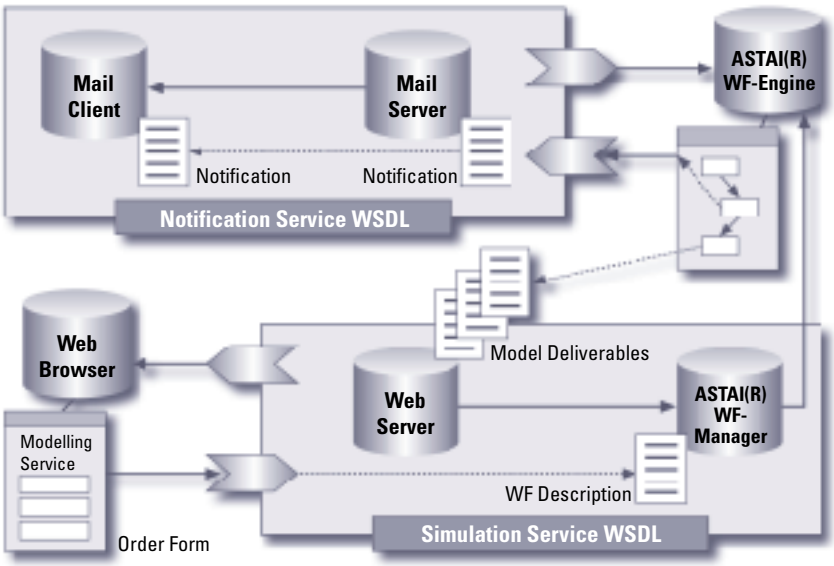
The Distributed Interactive Systems (DIS) group is developing and testing such concepts for various fields of use. Many of these activities deal with interactive systems in business where employees of one or more companies need to interact with each other and access corporate resources (collaborative business). The other field of use lies with end users at home. Here, the target is to optimize interaction with devices and the associated services in home environments.

COLLABORATIVE BUSINESS

The E-Colleg project is looking at support for distributed engineering processes with a view to developing a technological infrastructure for a collaborative, pan-European engineering environment. C-LAB has provided the ASTAI(R) tool integration platform for this. It forms the basis for advanced software design automation tools to implement distributed, collaborative work processes.

ist die Entwicklung einer technologischen Infrastruktur für eine kollaborative pan-europäische Ingenieursumgebung. Hierfür stellt das C-LAB die Werkzeug-Integrationsplattform ASTAI(R) bereit. Sie bildet die Basis für fortgeschrittene Software-Werkzeuge der elektronischen Entwurfsautomatisierung zur Ausführung verteilter, kollaborativer Arbeitsprozesse. Als Anwendungsszenarien sind der Entwurf einer Digitalkamera für medizinische Anwendungen und die Entwicklung einer Testbench für Komponenten von Telekommunikationssystemen zu erwähnen.

Bei der Realisierung der unternehmensübergreifenden Kommunikation stellen Mechanismen zur Absicherung der Unternehmensnetzwerke vor unberechtigten Zugriffen (Firewalls) eine besondere Herausforderung dar. Denn sie sind in der Regel nur für bestimmte Kommunikationsarten (d. h. HTTP) geöffnet. Um dennoch die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit zu ermöglichen, entwickelte und erprobte das C-LAB einen besonderen Mechanismus. Er erlaubt die Durchführung solcher mit ASTAI(R) beschriebener Workflows über Firewalls hinweg. Zusätzlich bietet ASTAI(R) nun eine Schnittstelle an, die im Workflow angesprochenen Ressourcen (also Tools) als Webservices integriert. Beispiel für einen solchen Service ist die Modellierung von Komponenten, die auch die Einbeziehung von komplexen Werkzeugen (Simulatoren) oder von Spezialhardware erfordern. Allgemein handelt es sich hierbei um auf einem Webserver bereit gestellte Software-Komponenten, die über SOAP (Simple Object Access Protocol) angesprochen werden können. SOAP baut auf dem HTTP-Protokoll auf. Die zwischen den Systemen ausgetauschten Nachrichten werden dabei im XML-Format beschrieben. Derartige Dienste stellen die Grundlage von Microsofts .net-Technologie dar. Sie vereinfachen die Implementierung von unternehmensübergreifenden Arbeitsprozessen. Auf Grund der steigenden Bedeutung von Webservices wird dieses Thema in nächster Zeit für verteilte Anwendungen immer wichtiger. Insgesamt entsteht durch die erstmalige Kopplung eines Workflow-Systems mit der Webservice-Technolo-



Two application scenarios that are particularly worth mentioning are the design of a digital camera for medical applications and the development of a test bench for telecommunication system components.

When implementing cross-company communications, mechanisms to protect corporate networks against unauthorized access (firewalls) are a special challenge because they are generally opened only for certain types of communication (i. e. HTTP). C-LAB has developed and tested a special mechanism to support cross-company collaboration despite this barrier. It allows workflows described with ASTAI(R) to be executed across firewalls. ASTAI(R) also has an interface that integrates the resources (i.e. tools) specified in the workflow as Web services. An example of such a service is the modeling of technical goods that necessitate the use of complex tools (simulators) or even special hardware. In general, this involves software components on a Web server that can be accessed via the Simple Object Access Protocol (SOAP), which builds on HTTP. The messages exchanged between the systems are described in XML format. Such services are the basis of Microsoft's .NET technology. They make it easier to implement cross-company and site-spanning work processes. This topic will become more and more important for distributed applications in the near future because Web services are becoming increasingly significant. All in all, this very first coupling of a workflow system with the Web service technology produces an open, completely Internet-enabled integration approach.

gie ein offener, vollständig Internet-fähiger Integrationsansatz.

Die im Rahmen dieser Aktivitäten gewonnenen Erkenntnisse im Hinblick auf die Modularität von Software-Komponenten lassen sich auch auf andere Bereiche übertragen. Für die Produktivitätssteigerung beim Systementwurf in der Mikroelektronik z. B. ist der konsequente Einsatz wiederverwendbarer Komponenten unverzichtbar. Bei der multi-lateralen Entwicklung komplexer eingebetteter Systeme werden beispielsweise Teilkomponenten lediglich auf Basis der Schnittstelleninformation integriert. Die konkreten Programmdetails verbleiben als sog. Intellectual Property (IP) bei dem Partner. Die Ermöglichung eines kollaborativen Arbeitsstils durch Verwaltung von IP-Informationen steht im Fokus des Projektes IPQ (IP Qualifikation). Das Vorhaben setzt dort an, wo noch erhebliche Probleme bei der Realisierung einer IP-basierten Entwurfsmethodik bestehen. Die im Vorhaben IPQ zu entwickelnden Methoden und Tools sollen es ermöglichen, entscheidende Verbesserungen für die Qualitätssicherung bei der Anwendung und Entwicklung von IP-Komponenten zu erzielen. Dies beinhaltet Spezifikationsmethoden, intelligente IP-Suche, Überprüfungen von IP-Komponenten bezüglich der Anforderungen, Verfahren zur Anpassung von IP-Komponenten und Beiträge zur Standardisierung.

Kollaborative, verteilte Prozesse spielen auch bei der virtuellen Produktentstehung eine wichtige Rolle. Grundlage der Virtuellen Produktentstehung bilden innovative Technologien wie Digital Mockup (DMU) oder Virtual Reality (VR). Dazu gehören auch zukunftsorientierte Organisations-, Kommunikations- und Informationssysteme zur Durchführung von Interaktionen, die vorzugsweise über eine einheitliche Benutzungsschnittstelle integriert werden. Die zuvor beschriebenen Integrationskonzepte lassen sich auch bei der Organisation der Zusammenarbeit in frühen Produktentwicklungsphasen einsetzen. Die durchgehende Digitalisierung des Produktentstehungsprozesses wird hier als der Schlüssel zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit angesehen.

INTELLIGENT HOME ENVIRONMENT

Mechanismen zur Administration und Optimierung von Interaktionen spielen auch für den privaten Endanwender in der häuslichen Umgebung eine zunehmend wichti-

The findings on modularity of software components gathered in the course of these activities can be transferred to other areas, too. For example, consistent use of reusable components is essential for increasing productivity when designing microelectronic systems. As far as multilateral development of complex embedded systems is concerned, for example, subcomponents are integrated on the basis of interface information only. The specific program details remain with the partner as intellectual property (IP). The IP Qualification (IPQ) project focuses on supporting such a collaborative approach by managing IP information. The project starts where there are still considerable problems in implementing an IP-based design methodology. The methods and tools that will be developed in the IPQ project are intended to bring about major improvements in quality assurance relating to the use and development of IP components. This covers specification methods, intelligent retrieval of IP, testing of IP components to see that they meet requirements, methods of adapting IP components, and contributions to standardization.

Collaborative, distributed processes also play a key part in virtual product development. The basis of virtual product development is formed by innovative technologies such as digital mockup (DMU) and virtual reality (VR). This also includes future-oriented organization, communication and information systems to carry out interactions that are preferably integrated via a uniform user interface. The integration concepts described here can also be used when organizing collaboration in early product development phases. End-to-end digitization of the product realization process is regarded here as the key to increasing competitiveness.

INTELLIGENT HOME ENVIRONMENT

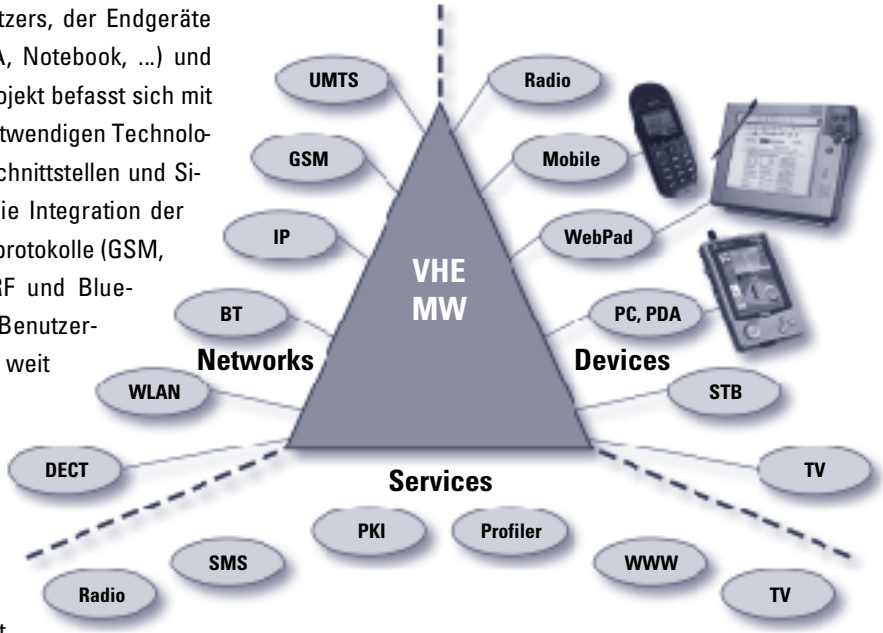
Mechanisms for administering and optimizing interaction are also playing an increasingly important role for end users at home, because information and communication are converging more and more. These mechanisms are being examined in the Middleware for Virtual Home Environments project, which focuses on the design, development and test of a software infrastructure consisting of cooperative services (middleware) for home use. Particular attention must be paid to the mobility of users, terminal devices (for example mobile phones,

gere Rolle. Denn Information und Kommunikation wachsen immer stärker zusammen. Diese Mechanismen werden im Rahmen des Projektes Middleware for Virtual Home Environments untersucht. Ziel dieses Projektes ist die Konzeption, Entwicklung und Erprobung einer Software-Infrastruktur, die aus kooperierenden Diensten (Middleware) für den Heimbereich besteht. Dabei ist besonders die Mobilität des Benutzers, der Endgeräte (z. B. Handy, Palm, PocketPC, PDA, Notebook, ...) und Dienste zu berücksichtigen. Das Projekt befasst sich mit der Weiterentwicklung der dafür notwendigen Technologien aus den Bereichen Benutzerschnittstellen und Sicherheit. Dazu gehört außerdem die Integration der unterschiedlichen Kommunikationsprotokolle (GSM, Powerline, Infrarot, WLAN/HomeRF und Bluetooth). Bei der Entwicklung der Benutzerschnittstelle ist zum Beispiel eine weit gehende Portierbarkeit auf verschiedene Geräte-Plattformen zu garantieren. Das ermöglicht ein Transkodierungsansatz, der statische HTML-Formulare in ein auch für Kleinstgeräte (PDAs, Smartphones) darstellbares Format (WML, cHTML) konvertiert. Für den Anwendungsbereich mobiles Entertainment spielen ähnliche Fragestellungen eine Rolle. Auch hier geht es um die Anpassung von Medienformaten an die Gegebenheiten der Umgebung (etwa die verfügbare Bandbreite im Netzwerk) via Transkodierung. Diese Anpassungen übernimmt hier ein Profilierungsmechanismus für Geräte- und Netzwerkeigenschaften sowie für die Benutzer-Präferenzen.

Erste Ergebnisse des Projektes stellte das C-LAB im Rahmen eines öffentlichen Workshops in Helsinki im Mai 2001 und auf dem jährlichen Symposium der ITEA-Organisation im Oktober vor. Eine Fortsetzung der Seminarreihe ist für den Februar 2002 in Paderborn vorgesehen.

Kontakt:
Dr. Heinz-Josef Eikerling
email: Heinz-Josef.Eikerling@c-lab.de

Palm, PocketPC, PDAs, notebooks, ...) and services. The task of this project is to further develop the user interface and security technologies that are needed for this. This also includes integration of various communication protocols (GSM, powerline, infrared, WLAN/HomeRF and Bluetooth). When developing a user interface, for example, it is necessary to guarantee a high level of portability



to different device platforms. This is made possible by a transcoding approach that converts static HTML forms to a format (WML, cHTML) that can be output on limited and small scale devices such as PDAs and smart phones. Similar issues play a part when it comes to mobile entertainment. Here, too, it is a matter of adapting media formats to the situation of the environment via transcoding (for example the available network bandwidth). A profiling mechanism for device and network properties and for user preferences handles these adaptations.

C-LAB presented the initial results of this project at a public workshop in Helsinki in May 2001 as well as at the annual symposium of the ITEA Organization in October. The series of seminars is due to continue in Paderborn in February 2002.

Contact:
Dr. Heinz-Josef Eikerling
email: Heinz-Josef.Eikerling@c-lab.de

ENTWURF VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN

Der Markt für eingebettete Systeme wächst ständig. Dabei handelt es sich um IT-Systeme, die spezielle Dienste für den Endbenutzer in einer definierten Umgebung erfüllen. Eingebettete Systeme werden in fast allen Bereichen des täglichen Lebens eingesetzt, zum Beispiel als Steuerungssysteme im Automobil- und Flugzeugbau, in der Gebäudeleittechnik, in Haushaltsgeräten, in Informations- und Kommunikationsgeräten wie digitalen Fernsehern oder Mobiltelefonen, aber auch in elektronischem Spielzeug wie Furby von Hasbro oder MyRealBaby von iRobot. Eingebetteten Systemen sieht man es häufig nicht an, dass sie auf Kleinstrechnern basieren. Sie werden meistens auf speziellen Mikrocontrollern oder Signalprozessoren realisiert.

Auf Grund der großen Einsatzbreite eingebetteter Systeme und des allgemeinen Kostendrucks ist bei ihrer Entwicklung eine durchgängige, werkzeugunterstützte Entwurfsmethodik unabdingbar.

Das C-LAB arbeitet in verschiedenen Projekten an der Entwicklung einer Entwurfsmethodik für eingebettete Systeme und an ihrer prototypischen Umsetzung in Form von Entwurfsumgebungen. Dabei stehen jeweils unterschiedliche Gesichtspunkte im Vordergrund:

- Im DFG-Sonderforschungsbereich 376, „Massive Parallelität“, liegt der Fokus auf einem einheitlichen Modell, das die Gesamtbetrachtung eines eingebetteten Systems während seiner Spezifikation, Analyse und Synthese erlaubt. Im letzten Jahr stand hier die Erweiterung der Entwurfsumgebung SEA (System Engineering and Animation) zur Handhabung dynamisch rekonfigurierbarer Systeme im Mittelpunkt der C-LAB-Arbeiten.
- Im BMBF-Förderprojekt DESS („Software **De**velopment Process for Real-Time **E**mbedded **S**oftware **S**ys-

DESIGNING EMBEDDED SYSTEMS

The market for embedded systems is growing constantly. Embedded systems are IT systems that provide special services for end users in a dedicated environment. They are deployed in almost all areas of daily life, for example as control systems in automotive and aviation engineering, in building guidance technology, household appliances, information and communication devices such as digital TV sets and mobile phones, and in electronic toys such as Furby from Hasbro and MyRealBaby from iRobot. Frequently it is impossible to tell that embedded systems are based on extremely small computers. They are usually implemented on special microcontrollers or signal processors.

When designing embedded systems, it is essential to have an end-to-end, tool-supported design methodology owing to the broad application spectrum of such embedded systems and the general pressure of costs.

In various projects, C-LAB is working on developing a design methodology for embedded systems and on its realization as design environments. The projects focus on different aspects:

- Collaborative Research Center 376 (Massive Parallelism) is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) and is working on a uniform model that will make it possible to consider an entire embedded system throughout its specification, analysis and synthesis phases. C-LAB's efforts in this area last year concentrated on extending the SEA environment (System Engineering and Animation) for handling dynamically reconfigurable systems.
- The DESS project (Software **D**evelopment Process for Real-Time **E**mbedded **S**oftware **S**ystems) is sponsored by the German Federal Ministry of Education and Re-

tems“) spielt die Wiederverwendung existierender Komponenten eine wesentliche Rolle.
- Im BMBF-Förderprojekt EAST („**E**mbedded **A**rchitecture and **S**oftware **T**echnologies“) steht die Entwicklung integrierbarer Kommunikations- und Middleware-Dienste im Vordergrund.

Bei der Vielzahl der oben beschriebenen Anwendungen für eingebettete Systeme konzentriert sich das C-LAB auf Informations- und Kommunikationsgeräte sowie auf intelligente, autonome Systeme. Ziel ist es, Entwurfsmethode und Werkzeuge zu evaluieren und zu erweitern.

Als Beispiel für intelligente, autonome Systeme entwickelte das C-LAB den Pathfinder. Das ist ein mit Kameras ausgestattetes, kniehohes Roboterfahrzeug, das über das Internet ferngesteuert werden kann. Die aktuellen Aktivitäten konzentrieren sich auf die Entwicklung einer vollständig autonomen Version, die im Rahmen des RoboCup Fußball spielt. Darüber hinaus entstand mit MEXI der Prototyp eines Roboterkopfes, der künstliche Emotionen ausdrückt (vgl. den Abschnitt „MEXI – **M**achine with **E**motionally e**X**tended **I**ntelligence“).

Als Beispiel für Informations- und Kommunikationsgeräte entwickelt das C-LAB im gleichnamigen BMBF-Förderprojekt einen AR-PDA (Augmented Reality Personal Digital Assistant; vgl. den Abschnitt AR-PDA). Der AR-PDA soll in der Lage sein, reale Bilder um virtuelle Objekte (2D, 3D, Text) zu ergänzen und Interaktionen des Benutzers mit dieser „angereicherten Realität“ (augmented reality) zu ermöglichen.

Zum Anwendungsbereich der allgemeinen mobilen Videogeräte gehören, neben den oben erwähnten PDAs, auch mobile Videotelefone. Hier arbeitet das C-LAB in mehreren Projekten an der Entwicklung geeigneter Hardware-Architekturen zur Videoverarbeitung. Bei der Übertragung kontinuierlicher Daten, wie Video- und Audioinformationen, über das Internet liegt der Fokus der Projektarbeit auf der Realisierung möglichst unterbrechungsfreier Datenströme (Quality of Service).

ENTWURF MASSIV PARALLELER SYSTEME

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 376, „Massive Parallelität“, arbeitet das C-LAB an einer Methodik für den durchgängigen Entwurf verteilter eingebetteter Realzeitsysteme. Eine in den vergangenen Jahren im

search (BMBF), and deals mainly with the reuse of existing components.
- The EAST project (**E**mbedded **A**rchitecture and **S**oftware **T**echnologies) is also sponsored by BMBF and aims to develop integrable communication and middleware services.

In light of the variety of applications for embedded systems, as described above, C-LAB is focusing on information and communication devices as well as on intelligent autonomous systems. The goal is to evaluate and extend the design methodology and the associated tools.

An example of an intelligent autonomous system developed by C-LAB is the Pathfinder. This is a knee-high robotic vehicle that is equipped with cameras and can be remote controlled over the Internet. Our current activities are oriented to developing a fully autonomous version that will play soccer at the RoboCup. Moreover, the MEXI project gave rise to the prototype of a robot head that expresses artificial emotions (see the “MEXI – **M**achine with **E**motionally e**X**tended **I**ntelligence” section).

An example of information and communication devices being developed by C-LAB is an augmented reality personal digital assistant (AR-PDA; see the section on this) which is being sponsored by BMBF. The AR-PDA will add virtual objects (2D, 3D, text) to real images, thus enabling users to interact with this augmented reality.

The field of use for general mobile video equipment includes mobile videophones in addition to the PDAs that have been mentioned above. Here, C-LAB is developing suitable hardware architectures for video processing in several projects. Another project aims to achieve practically uninterrupted quality of service in the transfer of streaming data, such as video and audio information, over the Internet.

DESIGNING MASSIVELY PARALLEL SYSTEMS

As part of Collaborative Research Center 376 (Massive Parallelism) C-LAB is working on an end-to-end methodology for designing distributed, embedded realtime systems. An environment that has been developed at C-LAB over the past few years already supports the end-to-end design of structurally static systems ranging from modeling with formal graphic models to their implementation on a network of microcontrollers. This work is based on

C-LAB entwickelte Umgebung unterstützt bereits den durchgängigen Entwurf strukturell statischer Systeme von der Modellierung mit formalen grafischen Modellen bis zu ihrer Implementierung auf einem Netz von Mikrocontrollern. Diese Arbeit basiert auf dem mathematisch fundierten Modell der erweiterten Prädikat/Transitions-Netze. Zur Sicherstellung der gewünschten Funktionen stehen daher vielfältige Analyse-Methoden aus dem Bereich der Petrinetz-Theorie zur Verfügung.

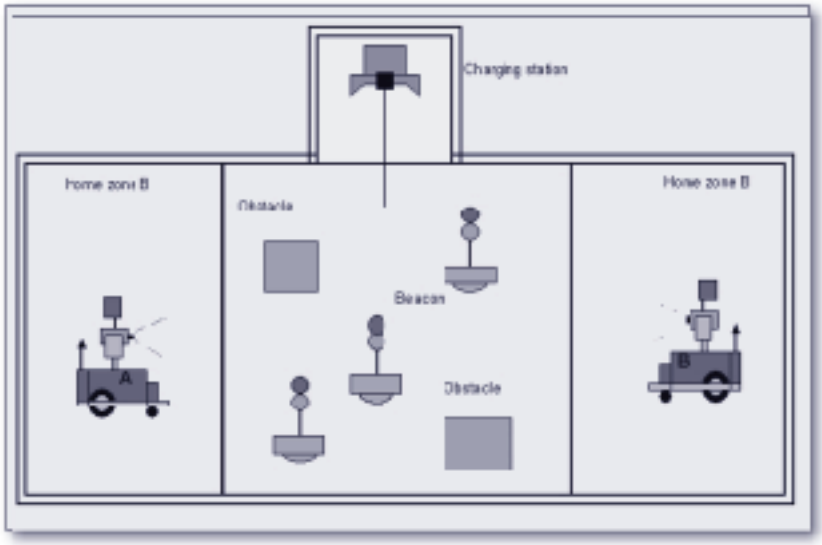


Bild 10: Spieleszenario für C-LAB Pathfinder
Fig. 10: Game scenario for the C-LAB Pathfinder

Diese bestehende Umgebung wird zurzeit weiter entwickelt, um sie auch für dynamisch rekonfigurierbare Systeme nutzen zu können. Solche Systeme braucht man zum Beispiel in der verteilten Verkehrsleittechnik oder in der mobilen Telekommunikation (Mobile Ad-hoc-Netzwerke). Auch für fehlertolerante Systeme, beispielsweise in Kraftfahrzeugen, sind sie von großer Bedeutung. Daneben dient weiterhin der C-LAB Pathfinder als Anwendungsplattform zur Überprüfung der erweiterten Methodik. Dieser Kleinroboter soll „lernen", sich zur Laufzeit dynamisch an veränderte Umweltbedingungen anzupassen oder Erfahrungen aus der Vergangenheit zu nutzen.

Ein einfaches Beispiel stellt das in Bild 10 skizzierte Spiel dar. Ziel ist es, möglichst viele Marken in die eigene Homezone zu bringen. Während des Spiels muss die Gewinnstrategie je nach Situation (Rückstand, Führung etc.) laufend angepasst werden. Die Herausforderung für die Entwurfsumgebung besteht also darin, entsprechende Mechanismen zur dynamischen Umkonfigurierung

the mathematically sound model of extended Predicate/Transition Nets. A variety of analysis methods from the area of Petri Net theory is available to ensure that the required functions can be implemented.

This existing environment is being extended so that it can be used for dynamically reconfigurable systems, too. Such systems are needed, for example, in distributed traffic routing technology and in mobile telecommunication (mobile ad hoc networks). They are also particularly valuable for fault-tolerant systems such as those used in some motor vehicles. C-LAB's Pathfinder is being used as an application platform to evaluate the extended methodology. This small robot is supposed to learn to adapt dynamically to changing environmental conditions at runtime and to draw upon experience from the past.

The game shown in Fig. 10 is a simple example of this. The goal is to move as many beacons as possible into your own home zone. During the game, the strategy for winning must be continually adjusted to the situation (behind, ahead, etc.). The challenge for the design environment is thus to provide mechanisms for dynamic reconfiguration of Pathfinder controls. Furthermore, certain basic function and time properties of the system must stay in place.

DESS – SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS FOR EMBEDDED REALTIME SYSTEMS

Software is becoming more and more significant in embedded realtime systems; thus, using ready-made software components in the design process promises to boost efficiency. Consequently, it appears very promising to transfer existing component-based approaches from software engineering to the field of embedded systems. However, specific requirements must be satisfied for embedded systems, such as adherence to realtime conditions and coping with resource constraints. The DESS project, which is sponsored by BMBF, is examining these issues. DESS is also a European project as part of the Eureka program ITEA. Nationally sponsored activities are

von Pathfinder-Steuerungen bereit zu stellen. Außerdem sollen dabei bestimmte funktionale und zeitliche Grundeigenschaften des Systems garantiert bleiben.

DESS – SOFTWARE-ENTWICKLUNGSPROZESS FÜR EINGEBETTETE REALZEITSYSTEME

Software gewinnt in eingebetteten Echtzeitsystemen zunehmend an Bedeutung. Deshalb verspricht die Nutzung vorgefertigter Software-Bausteine beim Entwurfsprozess eine deutlich verbesserte Effizienz. Das macht die Übertragung bestehender, komponentenbasierter Ansätze aus dem Software Engineering auf das Gebiet der eingebetteten Systeme besonders aussichtsreich. Doch dabei sind spezifische Anforderungen wie zum Beispiel die Einhaltung von Echtzeitbedingungen und der Umgang mit Ressourcenbeschränkungen zu berücksichtigen. Diese Fragestellungen untersucht das BMBF-Förderprojekt DESS. DESS ist zugleich ein europäisches Projekt im Rahmen des Eureka-Programms ITEA. Die national geförderten Aktivitäten werden auf europäischer Ebene um Arbeiten weiterer Partner ergänzt. In Deutschland lief das Projekt DESS zum 30.9.2001 aus.

Die existierenden Komponentenmodelle, die eine effiziente Realisierung von Systemen aus wieder verwendbaren Bestandteilen ermöglichen, sind für den Einsatz in eingebetteten Systemen nur eingeschränkt nutzbar. Insbesondere fehlen ihnen Beschreibungsmöglichkeiten für nichtfunktionale Eigenschaften. Außerdem versteht die Fachwelt den Komponentenbegriff sehr unterschiedlich. Vorrangig musste daher zunächst der Begriff Software-Komponente für eingebettete Systeme geklärt werden. Zusätzlich war die Schaffung von Richtlinien zur Erstellung und Verwendung von Komponenten nötig. Zur Beschreibung der Komponenten soll eine spezielle Form der Unified Modeling Language (UML) sowie der zugeordneten Metamodelle Verwendung finden.

Eine auf UML basierende Entwurfsmethodik unterstützt primär die frühen Entwurfsphasen der Analyse und Spezifikation. Im Verlauf des Projekts DESS hat sich herausgestellt, dass UML für die Beschreibung der Konsistenz verschiedener Teilmodelle noch nicht ausreicht. Dies gilt besonders für die notwendige Modellierung von Zeitaspekten und Verhaltensweisen (z. B. in Form von Zeitbedingungen und Protokollen). Deshalb wurde die Untersuchung genereller Konsistenzfragen von UML zu

supplemented on the European level by work carried out by other partners. In Germany the DESS project expired on September 30, 2001.

Existing component models that make it possible to implement systems from reusable components efficiently can only be applied to embedded systems to a limited extent. In particular, they have no way of describing non-functional properties. Furthermore, experts have a widely divergent understanding of what the term *component* actually means. Thus, the prime goal at the beginning was to define *software component* for embedded systems. It was also necessary to draw up policies for the development and use of components. A special form of the Unified Modeling Language (UML) and the associated meta models was selected to describe the components.

A design methodology that is based on UML primarily supports the early design phases of analysis and specification. In the course of the DESS project, it became clear that UML is inadequate for describing the consistency of various submodels. This applies especially to the necessary modeling of timing aspects and behavior (for example in the shape of time conditions and protocols). This is why examination of UML consistency issues became one of our main tasks. The lack of formal semantics in UML also made it more difficult to handle consistency issues.

C-LAB is currently developing a methodology for solving consistency problems with UML in general. It is based on an examination of the relationships between different diagram types in UML and on mapping submodels onto suitable formal models. Consistency problems come about because related aspects of a system, such as the exchange of messages, are mapped differently in different submodels, such as in sequence diagrams and state charts. A major part of the methodology that has been developed at C-LAB therefore began by identifying these related aspects. Then we looked for a suitable formal model to map the UML models for each of these aspects (for example the formal language CSP). After this, it is possible to specify precise consistency conditions in the formal model, and these must be satisfied by the UML models.

The methodology that we have developed was tested in the DESS project for consistency of timing conditions and protocols, and will be refined in the follow-up EAST project.

einem Arbeitsschwerpunkt. Das Fehlen einer formalen Semantik der Sprache UML erschwert zusätzlich die Behandlung von Konsistenzfragen.

Das C-LAB entwickelt gegenwärtig eine Methodik zur allgemeinen Lösung von Konsistenzproblemen mit UML. Sie basiert auf einer Untersuchung der Beziehungen zwischen verschiedenen Diagrammarten der UML und auf einer Abbildung von Teilmodellen in geeignete formale Modelle. Konsistenzprobleme entstehen dadurch, dass verwandte Aspekte eines Systems (z. B. der Austausch von Nachrichten) in verschiedenen Teilmodellen (z. B. in Sequenzdiagrammen und Statecharts) unterschiedlich abgebildet werden. Ein wesentlicher Bestandteil der im C-LAB entwickelten Methodik identifiziert daher zunächst diese verwandten Aspekte. Anschließend wird für jeden dieser Aspekte ein geeignetes formales Modell (z. B. die formale Sprache CSP) für die Abbildung der UML-Modelle gesucht. Danach lassen sich dann präzise Konsistenzbedingungen im formalen Modell angeben, die durch die UML-Modelle erfüllt werden müssen.

Die entwickelte Methodik wird im Rahmen des DESS-Projektes für die Konsistenz von Zeitbedingungen und Protokollen erprobt und soll auch im Nachfolgeprojekt EAST weiter verfeinert werden.

EAST – EINGEBETTETE SYSTEMARCHITEKTUR UND SOFTWARE-TECHNOLOGIE

Das EAST-Projekt (Embedded Architecture and Software Technologies) befasst sich mit der Entwicklung gemeinsamer Grundlagen für eingebettete Systemarchitekturen und Technologien. Verschiedene Partner aus ganz Europa arbeiten hierbei zusammen. Den Anwendungsschwerpunkt bildet die Automobilelektronik. Hier soll eine standardisierbare, offene Softwarearchitektur geschaffen werden, die eine hardwareunabhängige Verteilung von Software-Modulen in vernetzten Kfz-Systemen zulässt. Damit wird es möglich, dem steigenden Bedarf an Funktionalität im Kfz kostengünstig und innerhalb kurzer Entwicklungszyklen gerecht zu werden. Die in Bild 11 vereinfacht dargestellte Architektur eines ein-

EAST – EMBEDDED ARCHITECTURE AND SOFTWARE TECHNOLOGIES

The EAST project aims to develop common foundations for embedded system architectures and technologies. Various partners all over Europe are cooperating in this project. The key application here is automotive electronics. There are plans to create a standardizable, open software architecture that will support hardware-independent distribution of software modules in networked automotive systems. This will make it possible to meet the increasing need for functionality in vehicles at low cost and in short development cycles. The simplified architecture of an embedded realtime system for information, entertainment and convenience management in motor vehicles, as shown in Fig. 11, illustrates the complexity of today's automotive electronics.

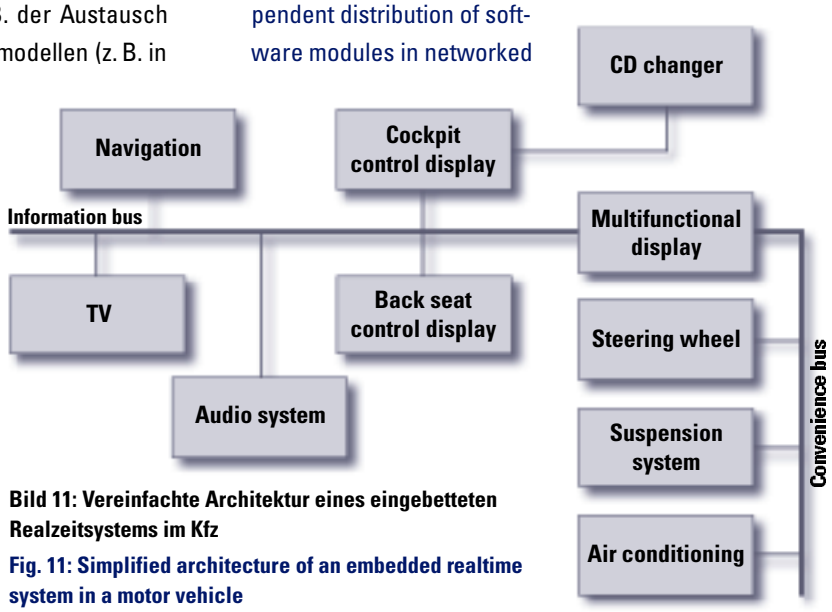


Bild 11: Vereinfachte Architektur eines eingebetteten Realzeitsystems im Kfz

Fig. 11: Simplified architecture of an embedded realtime system in a motor vehicle

In this project, C-LAB is dealing with the development of integrable communication and middleware services, methodologies and software tools, because these are necessary for a fault-tolerant distributed, embedded system in motor vehicles.

In an abstract layer model of an embedded system, the term *middleware* refers to the software layer between the application and the network. Among other things, basic services – such as identification, diagnostics and security – are implemented there. On the basis of experience from previous project such as DESS, we now want to develop a prototype for the middleware and then test it using the C-LAB Pathfinder as an example. In implemen-

gebetteten Realzeitsystems für das Informations-, Unterhaltungs-, und Komfort-Management im Kfz verdeutlicht schon die Komplexität heutiger Automobilelektronik.

Das C-LAB befasst sich im Rahmen dieses Projektes mit der Entwicklung integrierbarer Kommunikations- und Middleware-Dienste, Methodiken und Software-Werkzeuge. Denn diese sind für ein fehlertolerantes, verteiltes und eingebettetes System im Kfz erforderlich.

„Middleware" bezeichnet im abstrakten Schichtenmodell eines eingebetteten Systems die Software-Schicht zwischen Anwendung und Netzwerk. Unter anderem werden dort die Basisdienste für z. B. die Identifizierung, Diagnose und Sicherheit realisiert.

Auf Grundlage der Erfahrungen aus voran gegangenen Projekten, wie z. B. DESS, soll nun ein Prototyp für die Middleware entstehen und anschließend mithilfe des C-LAB Pathfinder beispielhaft getestet werden. Bei der Realisierung der Middleware spielen insbesondere auch die für eingebettete Systeme typischen, nicht-funktionalen Anforderungen eine wichtige Rolle. Hier soll auf die Ergebnisse im Bereich der Worst-Case-Execution-Time-Analyse aufgebaut werden, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden.

ANALYSE DES ZEITVERHALTENS EINGEBETTETER REALZEITSYSTEME

In Zusammenarbeit mit der Universität Uppsala, Schweden, führte das C-LAB die Studien an einer Realzeit-Analyse-Umgebung auf Basis der Worst-Case-Execution-Time-Analyse (WCET Analyse) fort. Speziell bei der High-Level-Analyse auf Source-Code-Ebene entstanden Verfahren zur Darstellung und Verwertung zusätzlicher Programmfluss-Informationen, d. h. Informationen über mögliche Pfade im Kontrollfluss. Die Berechnung der WCET erfolgt hierbei auf der Basis von effizienten, – ebenfalls neu entwickelten – Graph-Algorithmen z. B. zur Suche nach dem längsten ausführbaren Pfad im Kontrollflussgraphen. Die Verwendung von Graph-Algorithmen verspricht dabei eine Reduzierung des Berechnungsaufwandes gegenüber den in anderen Ansätzen meist verwendeten Methoden der Ganzzahligen Linearen Programmierung (Integer Linear Programming, ILP).

ting this middleware, non-functional requirements – which are typical of embedded systems – play a particularly important part. Here, we want to build on the results of worst-case execution time analysis, which is described in the following section.

ANALYZING THE TIMING BEHAVIOR OF EMBEDDED REALTIME SYSTEMS

In cooperation with the University of Uppsala, Sweden, C-LAB continued working on a realtime analysis environment on the basis of worst-case execution time (WCET) analysis. High-level analysis on the source code level, in particular, produced methods of representing and using additional program flow information, i. e. information on possible paths in the control flow. The WCET is calculated on the basis of efficient graph algorithms that have also been newly developed, for instance to search for the longest executable path in the control flow graph. The use of graph algorithms promises to reduce computational effort compared with the integer linear programming (ILP) methods normally used in other approaches.

VIDEO PROCESSING ON THE BASIS OF AN ASYNCHRONOUS ARCHITECTURE

In the area of hardware design, C-LAB is still working on developing the asynchronous architecture FLYSIG (data**FL**ow oriented dela**Y** insensitive **SIG**nal processing). FLYSIG is especially suitable for data flow-oriented algorithms that need to be executed periodically. This class of algorithms includes, for example, the MPEG video compression/decompression method. In the course of an industrial project, C-LAB developed a special application-specific integrated circuit (ASIC) for video processing in mobile devices. We examined how the performance and flexibility of future mobile devices can be improved by hardware architectures that can be configured at runtime. But software must be considered here as well as hardware. The software comprises algorithms for video encoding/decoding that involve a great deal of data and number crunching – such as movement estimation and discrete cosine transformation in the encoder path – as well as reconstruction and inverse discrete cosine transformation in the decoder path. The overall architecture of the ASIC is shown in Fig. 12. It incorporates two asyn-

VIDEOVERARBEITUNG AUF BASIS EINER ASYNCHRONEN ARCHITEKTUR

Im Bereich des Hardwareentwurfs arbeitet das C-LAB weiterhin an der Entwicklung der asynchronen Architektur FLYSIG (data**FL**ow oriented dela**Y** insensitive **SIG**nal processing). FLYSIG eignet sich besonders für datenflussorientierte, zyklisch auszuführende Algorithmen. Zu dieser Klasse von Algorithmen gehört z. B. das MPEG-Verfahren zur Video-Komprimierung und -Dekomprimierung. Im Rahmen eines Industrieprojektes entwickelte das C-LAB einen speziellen ASIC (Application Specific Integrated Circuit) für die Videoverarbeitung in mobilen Endgeräten. Dabei wurde untersucht, wie sich Leistungsfähigkeit und Flexibilität zukünftiger mobiler Endgeräte durch zur Laufzeit konfigurierbare Hardware-Architekturen verbessern lassen. Hierbei ist neben der Hardware- auch die Software-Seite zu berücksichtigen. Als Software wurden Algorithmen zur Videoencodierung/-decodierung, die sehr daten- und rechenintensiv sind, zugrunde gelegt wie z. B. Bewegungsschätzung und diskrete Cosinus Transformation im Encoderpfad, sowie Rekonstruktion und inverse diskrete Cosinus Transformation im Decoderpfad. Die Gesamtarchitektur des ASIC ist in Bild 12 dargestellt. Sie beinhaltet zwei asynchrone Rechenmodule für die Abarbeitung der Algorithmen. Zur Geschwindigkeitssteigerung enthält sie außerdem zwei interne Speicherbänke. Der Anschluss an die Außenwelt erfolgt über das Memory Interface. Die Steuerung übernimmt das Control-Interface. Ein Ziel bei der Entwicklung des ASICs war die Mehrfachverwendung gleicher Hardware-Ressourcen innerhalb des Designs für verschiedene Algorithmen. Die Umschaltung zwischen den verschiedenen Anwendungen muss dabei so schnell gehen, dass der Anwender sie nicht bemerkt. Der im C-LAB entwickelte ASIC ermöglicht die geforderte Mehrfachnutzung der Hardware-Komponenten. Deshalb ließen sich für die neuen mobilen Endgeräte wesentlich kleinere und flexiblere Hardware-Bausteine gegenüber herkömmlichen Architekturen entwickeln.

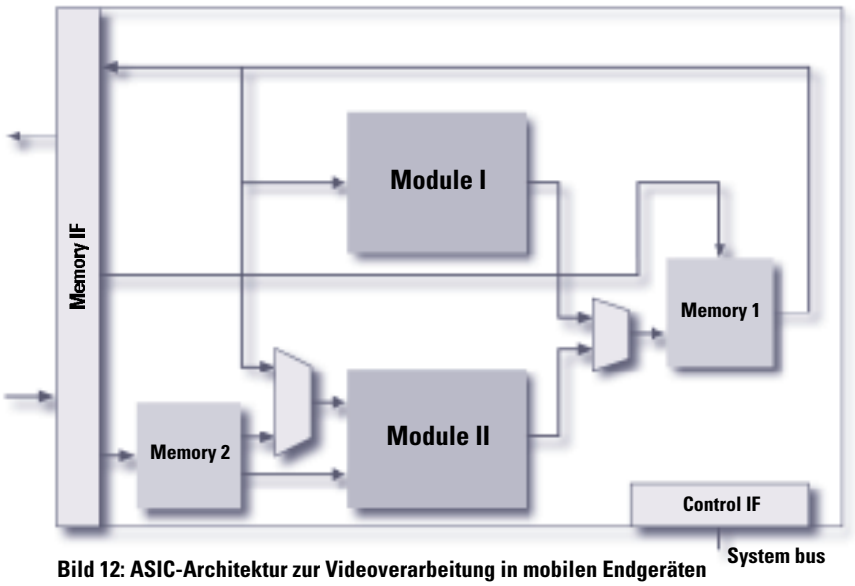


Bild 12: ASIC-Architektur zur Videoverarbeitung in mobilen Endgeräten

Fig. 12: ASIC architecture for video processing in mobile devices

chronous modules for processing the algorithms. It also has two internal memory banks to increase speed. The memory interface is used for connection to the environment, and the control interface handles all aspects of control. One target in developing this ASIC was to reuse the same hardware resources in the design for different algorithms. For this purpose it must be possible to switch between the different applications at such a speed that users do not notice this. The ASIC developed at C-LAB allows hardware components to be reused multiple times as required. As a result of this, it was possible to develop much smaller and more flexible hardware components for the new mobile devices than with conventional architectures.

The power consumption of modern electronic devices is an aspect that is becoming more and more important. Modifying the circuit architecture makes it possible to prolong the service life of such devices significantly. Asynchronous architectures count as particularly energy-saving. The basics of the asynchronous FLYSIG architecture originate from C-LAB's REDA project as part of the DFG's priority program *Rapid Prototyping for Integrated Control Systems with Hard Realtime Conditions*. The FLYSIG architecture is now being used in the EVA project (design of energy-saving architecture variants) as part of the DFG's priority program named *Basics and Methods of Low-Energy Information Processing* (VIVA). The reason for this is that the FLYSIG architecture makes it possi-

Der Aspekt der Leistungsaufnahme heutiger elektronischer Geräte spielt eine immer größere Rolle. Durch Modifikationen an der Schaltungsarchitektur lässt sich eine signifikante Verlängerung der Betriebszeiten solcher Geräte erreichen. Asynchrone Architekturen gelten dabei generell als besonders stromsparend. Die Grundlagen der asynchronen FLYSIG Architektur stammen aus dem C-LAB-Projekt REDA im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms „Rapid Prototyping für integrierte Steuerungssysteme mit harten Echtzeitbedingungen". Im Projekt EVA (Entwurf verlustarmer Architekturvarianten) des DFG Schwerpunktprogramms „Grundlagen und Verfahren verlustarmer Informationsverarbeitung" (VIVA) wird nun die FLYSIG Architektur zur Minimierung der Leistungsaufnahme benutzt. Denn die FLYSIG Architektur erlaubt die Analyse der Aktivierung von Komponenten auf Architekturebene. Das ermöglicht eine hardwarenahe Untersuchung der Leistungsaufnahme. Die aus dem FLYSIG Modell gewonnenen Ergebnisse werden dann auf die synchronen Entwurfsmethoden übertragen. So lässt sich auch hier durch gezielt eingesetzte Deaktivierungsmechanismen (z. B. „gated clocks" oder „guarded evaluation") die Leistungsaufnahme reduzieren.

QUALITY OF SERVICE

Die weite Verbreitung der Internet-Protocol (IP)-Technologie macht es heute möglich, dem privaten und professionellen Anwender eine große Anzahl verschiedener Dienste anzubieten. Ein wichtigerer Teil davon ist mit der Übertragung kontinuierlicher Datenströme (Audio und Video, AV) verbunden. AV-Medien sind durch ein enormes Datenaufkommen und enge zeitliche Restriktionen gekennzeichnet. Bei der Wiedergabe soll lästiges Ruckeln schließlich vermieden werden. Die Einhaltung der Zeitvorgaben ist aber ein sehr fundamentales Problem, denn traditionell gewährleistet IP-Technologie keine zeitlichen Garantien für einen bestimmten Quality-of-Service (QoS). Eventuelle Paketverluste können zu unerwünschten Verzögerungen führen.

Die C-LAB-Arbeiten zum Thema Quality-of-Service erfolgten im Rahmen der inzwischen abgeschlossenen öffentlichen Förderprojekte HiQoS (BMBF) und Roxy (EU). Die dabei entwickelten Anwendungen reichen von Video-on-Demand (VoD) über Live-Streaming und IP-Telefonie (Voice-over-IP, VoIP) bis hin zu Telekonferenzen.

ble to analyze the activation of components on the architecture level. In turn this makes it possible to examine power consumption on a level that is close to the hardware. The results gained from the FLYSIG model are then transferred to synchronous design methods. Here, too, it is possible to reduce power consumption by using specific deactivation mechanisms such as gated clocks or guarded evaluation.

QUALITY OF SERVICE

The widespread use of Internet Protocol (IP) technology now enables private and professional users to offer a wide range of services. An important part of this is associated with the transfer of streaming data (audio and video, AV). AV media are characterized by a huge volume of data and tight time constraints. When these media are played there should be no jerkiness. Meeting timing requirements, however, is a very fundamental problem because IP technology conventionally does not give any guarantee for a certain quality of service (QoS) as far as time is concerned. Any loss of packages can lead to unwanted delays.

C-LAB's work relating to quality of service was carried out as part of two publicly sponsored projects that have now been completed: HiQoS (BMBF) and Roxy (EU). The applications that have been developed range from video on demand (VoD) to live streaming and IP telephony (voice over IP, VoIP) to teleconferencing. The results are available as prototypes. Regardless of the specific application scenario, C-LAB's contribution consists in guaranteeing a media stream of high quality without any disruption.

Video on demand

In video-on-demand (VoD) scenarios – for instance pay TV at hotels, movie and multimedia production, home entertainment (TV anytime/anywhere) – the media streams are typically delivered from a VoD server to a remote media player on the client side. C-LAB has implemented advanced VoD server and client software for this application area. This software can be adapted to different application scenarios and bandwidth situations. Systems and subsystems with interactive live streaming are also covered.

Die Ergebnisse sind als Prototypen verfügbar. Unabhängig vom konkreten Anwendungsszenario besteht der C-LAB-Beitrag jeweils in der Gewährleistung eines Medienstroms in hoher Qualität und ohne jede Störung.

Video-on-demand

In Video-on-Demand (VoD)-Szenarien (z. B. Pay-TV im Hotel, Film- und Multimediaproduktion, Home Infotainment (TV anytime/anywhere)) erfolgt die Auslieferung von Medienströmen typischerweise von einem VoD-Server zu einem entfernten Media Player auf der Client-Seite. Für diesen Anwendungsbereich hat das C-LAB fortgeschrittene VoD-Server- und Client-Software realisiert. Diese lässt sich an verschiedene Anwendungsszenarien und Bandbreiten-Verhältnisse anpassen. Auch (Teil-) Systeme mit interaktivem Live-Streaming werden erfasst.

IP-Telefonie

Voice-over-IP (VoIP) entspringt der Idee, verfügbare Bandbreite im Netzwerk für (gratis)-Telefonate zu benutzen. Nach anfänglichem Enthusiasmus auf diesem Gebiet wurde schnell klar, dass die o. g. Unwägbarkeiten der IP-Technologie die Gesprächsqualität auf ein sehr niedriges Niveau drücken können.

Telekonferenzen

Telekonferenzen stellen ein erweitertes VoIP-Szenario dar. Denn hier werden verschiedene Möglichkeiten wie Video, Audio und (Hyper-)Text für eine Gruppenkommunikation kombiniert.

Die umfangreichen Erfahrungen und Erkenntnisse aus den o. g. Anwendungsbereichen zum Thema Quality-of-Service gibt das C-LAB in Kursen und kundenspezifischen Beratungen weiter. Dazu ge-

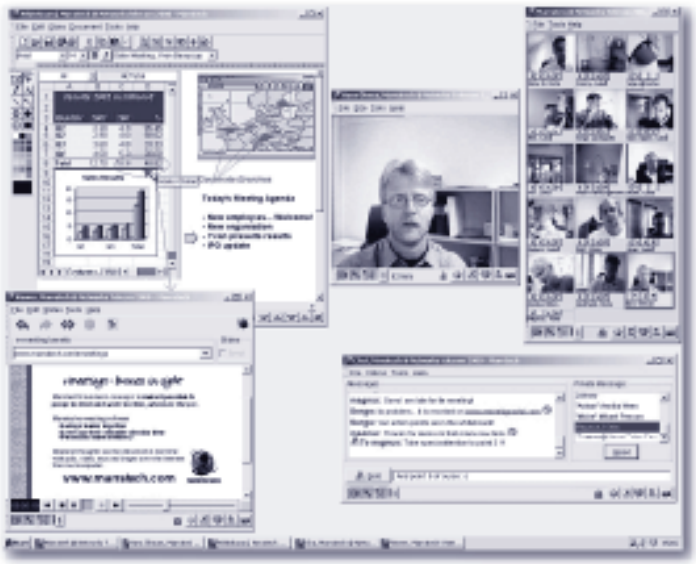
IP telephony

Voice over IP (VoIP) comes from the idea of using available bandwidths on the network for (free) phone calls. Initial enthusiasm in this area quickly gave way to the recognition that the above-mentioned imponderabilities of IP technology could reduce the quality of calls to a very low level.

Teleconferencing

Teleconferencing is an extended VoIP scenario because it combines various facilities such as video, audio and (hyper) text for group communication.

C-LAB passes on the extensive experience and knowledge that it has gained from the above-mentioned application areas in respect of quality of service in courses



Telekonferenz Szenario
Teleconferencing scenario

hört auch die Auswahl neuster QoS-Netzwerktechnologie, die Bereitstellung entsprechender Software für VoD-Server und -Clients sowie die Integration von VoIP-Technologie- oder Telekonferenz-Systemen.

Technologie

Die C-LAB Entwicklungen haben ihren Schwerpunkt im Umfeld von Integrated Services und dem dazugehörigen Resource Reservation Protocol (RSVP). Sie zielen auf QoS-Garantien in Intra- oder Extranets. In solchen Netzen lassen sich auch sehr harte Bedingungen erfüllen. Für größere Netzwerke steht zusätzlich das Konzept der Differentiated Services zur Verfügung. Es basiert auf einem Service-Klassen-Modell und gewährleistet eher „weichen" QoS (dafür hat es aber Vorteile in der Skalierung).

Darüber hinaus spielt bei allen Arbeiten der Einsatz von Verfahren aus der klassischen Realzeit-Theorie eine besondere Rolle. Denn sie ermöglichen eine erheblich bessere Ausnutzung von Übertragungskapazitäten und eine sichere Behandlung von Endsystemen.

Kontakt:
Dr. Bernd Kleinjohann
email: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

and customer-specific consulting services. This also includes selection of the latest QoS network technology, provision of software for VoD servers and clients, and integration of VoIP technology and teleconferencing systems.

Technology

C-LAB developments focus on integrated services and the associated Resource Reservation Protocol (RSVP). They aim to provide QoS guarantees on intranets and extranets. Very tough conditions can be met on such networks. For larger networks there is also the concept of differentiated services. This is based on a service class model, and tends to provide "soft" QoS (but on the other hand, it has advantages in scaling).

In addition to this, methods from classical realtime theory have played a special part in all our work because they make it possible to utilize transfer capacities much better and to handle terminal devices reliably.

Contact:
Dr. Bernd Kleinjohann
email: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

OPTISCHE AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK

Im Jahr 1997 entstand im C-LAB die Idee einer optischen Aufbau- und Verbindungstechnik auf Leiterplattenebene. Sie verspricht eine Lösung für das sich abzeichnende Datenraten-Engpass-Problem. Denn die konventionelle elektrische Aufbau- und Verbindungstechnik stößt mit zunehmenden Taktfrequenzen an ihre physikalischen Grenzen. Das C-LAB verfolgt dabei einen evolutionären Ansatz, der eine weit gehende Kompatibilität mit den Herstellungs- und Entwurfsprozessen für konventionelle elektrische Leiterplatten gewährleistet. Dieser Ansatz betrachtet die elektrisch-optische Leiterplatte als konsequente Weiterentwicklung der elektrischen Leiterplatte. Auf Grund der jahrelangen C-LAB-Erfahrung auf dem Gebiet des EMV-gerechten Leiterplattenentwurfs war die Konzeption der elektrisch-optischen Leiterplatte eine „natürliche" Fortführung der Arbeiten. Die Notwendigkeit dieser Technologie ist inzwischen auch weltweit erkannt worden. Deshalb arbeiten alle technologie-orientierten Länder und Unternehmen der Erde mit Hochdruck an entsprechenden Lösungen. In Deutschland wurden mehrere Forschungsprojekte und Förderprogramme unter maßgeblicher Mitwirkung des C-LAB definiert und initiiert. Sie beleuchten und bearbeiten dieses innovative und zukunftsträchtige Thema aus den Blickwinkeln unterschiedlicher Anwendungsgebiete.

Die elektrisch-optische Verbindungstechnik auf Leiterplattenebene erfordert unter der Randbedingung „Industrielle Einsetzbarkeit" die Verfügbarkeit entsprechender Komponenten und Technologien zur Herstellung der hybriden Leiterplatten (Bild 13). Dazu sind notwendig:

- optische Sende- und Empfangskomponenten und -module,
- Technologien für die Herstellung optischer Wellenleiter und deren Integration in die Leiterplatte sowie

OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY

In 1997 C-LAB had the idea of implementing optical interconnection technology on the printed circuit board level. This technology is a promising solution to the looming problem of data rate bottlenecks because, with the increase in clock rates, conventional electrical interconnection technology is beginning to reach its physical limits. C-LAB is pursuing an evolutionary approach that will largely ensure compatibility with current manufacturing and design processes for conventional electrical printed circuit boards. Within this approach electrical-optical printed circuit boards are the logical enhancement to electrical printed circuit boards.

C-LAB has had years of experience in designing electromagnetically compatible printed circuit boards; thus, it was the natural progression of our work to develop a concept for an electrical-optical printed circuit board. The necessity of this technology has meanwhile been recognized worldwide, and technologically-oriented countries and companies all over the world are working at top speed on appropriate solutions. In Germany, C-LAB has been substantially involved in the definition and initiation of several research projects and funding programs. These projects and programs deal with this innovative, forward-looking topic from the viewpoint of various fields of application.

Electrical-optical interconnection technology on the printed circuit board level is subject to the constraint of industrial usability; the components and technologies needed to make hybrid printed circuit boards (Fig. 13) must be available. The following are required:

- Optical transmitter and receiver components and modules
- Technologies to manufacture optical waveguides and integrate them in printed circuit boards
- Optical connectors for the following types of connec-

- optische Steckverbindungen für Bauelement-Leiterplatte-, Leiterplatte-Leiterplatte- und Leiterplatte-Faser-Verbindungen.

Aber auch der Entwurfsprozess muss erweitert werden, um optische Verbindungen innerhalb einer konventionellen elektrischen Umgebung realisieren zu können (vgl. Bild 13). Darüber hinaus sind neue Analyse- und Simulationswerkzeuge erforderlich. Im Einzelnen werden benötigt:

- Modellierungs- und Simulationsverfahren für optische Multimode-Wellenleiter und -Fasern,
- Modellierungs- und Simulationsverfahren für elektrisch-optische Wandlerkomponenten und
- Entwurfsregeln für das Layout und den Aufbau elektrisch-optischer Leiterplatten.

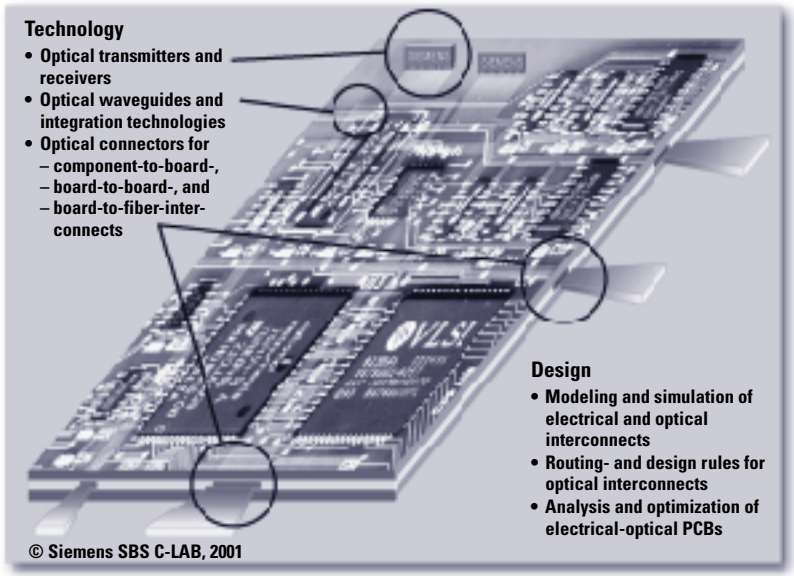


Bild 13: Basistechnologien und wesentliche Komponenten der Entwurfsunterstützung für elektrisch-optische Leiterplatten

Fig. 13: Basic technologies and key components to support the design of electrical-optical printed circuit boards

PROJEKTE ZUR OPTISCHEN AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK

Das C-LAB arbeitet in verschiedenen Projekten an der Entwicklung dieser Technologie. Dabei steht jeweils der Entwurfsprozess, die Simulationsowie die messtechnische Untersuchung und Bewertung optischer Verbindungen auf Leiterplatten im Vordergrund.

Im BMBF-Förderprojekt „EOCB" (Electrical-Optical Circuit Board) führte das C-LAB grundlegende Untersuchen zur optischen Verbindungstechnik durch. Es wurde Mitte des Jahres 2001 abgeschlossen. Ziel dieses Verbundprojekts war es, die Machbarkeit einer elektrisch-optischen Leiterplatte zu untersuchen und hinsichtlich der Anwendung in unterschiedlichen Bereichen (Automobiltechnik, Computertechnik) zu bewerten. Außerdem wurden Basisalgorithmen zur Analyse und Charakterisierung optischer, in Heißprägetechnik hergestellter Multimodewellenleiter entwickelt. Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts befasste sich mit der Ankopplung der Laser- und Fotodioden an die in die Leiterplatte integrierten optischen Wellenleiter. Als Ergebnis dieser Arbeiten entstand eine Direktkopplung, bei der die Foto- und Laserdioden auf einem in die Leiterplatte eintauchenden Sub-

tion: component – printed circuit board, printed circuit board – printed circuit board, and printed circuit board – optical fiber

But it is also necessary to extend the design process in order to be able to implement optical interconnections in a conventional electrical environment (see Fig. 13). In addition, new analysis and simulation tools are required. The following is needed in detail:

- Modeling and simulation methods for optical multimode waveguides and optical fibers
- Modeling and simulation methods for electrical-optical converter components
- Design rules for the layout and mounting of electrical-optical printed circuit boards

OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY PROJECTS

C-LAB is working on various projects to develop this technology. In each of them, the focus is on the design process, on simulation, and on measuring and assessing optical interconnections on printed circuit boards.

In the EOCB project (Electrical-Optical Circuit Board), which is funded by the German Ministry of Education and

mount angeordnet sind. Auf Basis dieses Konzeptes entwickelte das C-LAB zusammen mit den Projektpartnern[1] eine Demonstrations-Leiterplatte, die eine vollständige elektrisch-optische Übertragungsstrecke enthält (vgl. Bild 14).

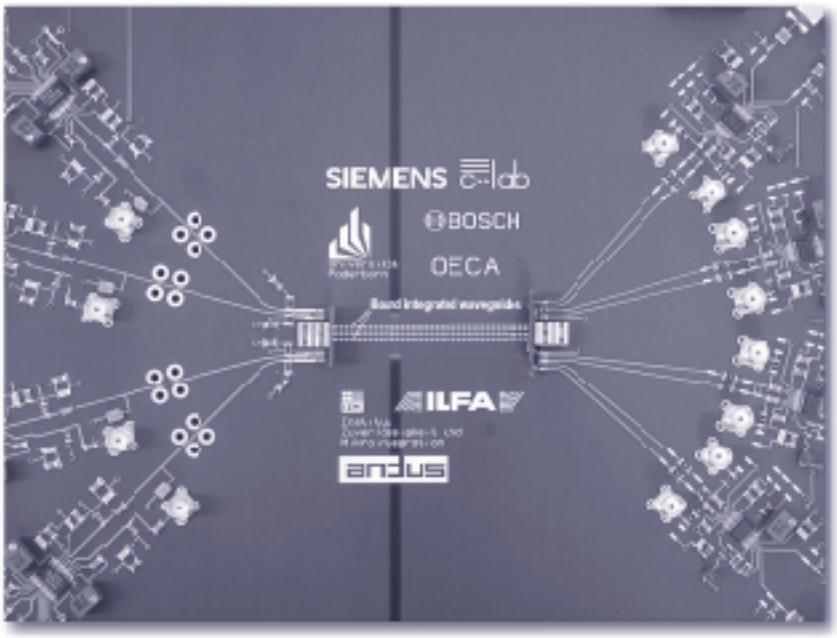


Bild 14: Im Projekt EOCB entwickelte elektrisch-optische Leiterplatte mit Direktkopplung der aktiven Laser- und Fotodioden an die Board-integrierten optischen Multimode-Wellenleiter

Fig. 14: Electrical-optical printed circuit board that was developed in the EOCB project, with direct coupling of laser diodes and photodiodes to board-integrated optical multimode waveguides

Das Projekt „Massiv parallele optische Onboard- und Intrasystemverbindungen für Hochleistungscomputer" im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes „OptoSys" (Optische Verbindungssysteme) befasst sich ebenfalls mit der Herstellung optischer Wellenleiter in Heißprägetechnik für die Integration in elektrische Leiterplatten. Eine besondere Anforderung an die Herstellungstechnologie ergibt sich hier aus der hohen Parallelität der optischer Verbindungen, die außerdem eine niedrige Dämpfung aufweisen müssen. Dieser technologische Teil des Projekts profitiert von der Zusammenarbeit mit der ILFA Feinstleitertechnik GmbH aus Hannover, der Infineon Technologies AG aus Berlin und der Universität Dortmund. Die wesentlichen Ergebnisse sind eine Technologie zur Herstellung verlustarmer, paralleler Wellenleiter mit integrierten Mikrospiegeln zur Strahlumlenkung bzw. Einkopplung, eine Technologie zur Integration der Wellenleiter in konventionelle elektrische Leiterplatten sowie

Research (BMBF), C-LAB carried out basic investigations of optical interconnection technology. This project was completed in the middle of 2001. Its goal was to examine the feasibility of electrical-optical printed circuit boards and to assess their use in various application areas (automotive engineering, computer technology). Furthermore, basic algorithms to analyze and characterize optical multimode waveguides manufactured by a hot embossing process were developed in the course of this project. Another key aspect of this project dealt with the coupling of laser diodes and photodiodes to optical waveguides integrated in the printed circuit board. This work resulted in a direct coupling mechanism, in which the photodiodes and laser diodes are arranged on a submount that dips into the printed circuit board. Together with the project partners[1], C-LAB developed a prototype printed circuit board that contains a complete electrical-optical interconnection on the basis of this concept (see Fig. 14).

The project called Massively Parallel Optical Onboard and Intrasystem Interconnections for High-Performance Computers, which is part of the BMBF-funded research program OptoSys (Optical Interconnection Systems), also deals with the hot embossing-based manufacture of optical waveguides for integration in electrical printed circuit boards. Particularly difficult demands on manufacturing technology result from the high level of parallelism of optical interconnections, which must operate with sufficiently low attenuation. This technological part of the project benefits from cooperation with ILFA Feinstleitertechnik GmbH in Hanover, Infineon Technologies AG in Berlin and the University of Dortmund. The main results of this research are a hot embossing technology for producing low-loss, parallel waveguides with integrated micromirrors for beam deflection and coupling, a technology to integrate waveguides in conventional electrical printed circuit boards, and a concept to couple transmitter and receiver modules to board-integrated wave-

ein Konzept zur Ankopplung von Sende- und Empfangsmodulen an die Board-integrierten Wellenleiter (Bild 15). Dieses Koppelkonzept nutzt die Mikrospiegel der Wellenleiter und erlaubt eine Oberflächen-Montage der Wandlermodule innerhalb des inzwischen standardisierten Leiterplattenbestückungsprozesses.

Auch die Erweiterung des Entwurfsprozesses ist Gegenstand der Projektarbeiten. Dabei steht das Anwendungsgebiet Computertechnik im Vordergrund. Ein Ziel der Arbeiten ist die Entwicklung von Simulationsalgorithmen für Zeitbereichsanalysen optischer Multimode-Wellenleiter, die innerhalb des Entwurfsprozesses elektrisch-optischer Leiterplatten zur Optimierung der optischen Verbindungen benötigt werden. Die auf der geometrischen Optik basierenden Modellierungs- und Simulationsansätze (Ray-Tracing-Verfahren) erfordern eine sehr genaue geometrische Beschreibung der Wellenleiter. Zu diesem Zweck entwickelte das C-LAB eine auf kubischen Splines basierende Beschreibungsform, die eine genaue, analytische und komfortable Darstellung der Wellenleiteroberflächen erlaubt und für die Ray-Tracing-Analyse der Wellenleiter geeignet ist.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten befasst sich mit dem Entwurf von Simulationsmodellen für Laser- und Fotodioden, den Wandlerkomponenten innerhalb elektrisch-optisch-elektrischer Übertragungsstrecken. Diese Modelle müssen an das o. g. Ray-Tracing-Verfahren zur Analyse der optischen Wellenleiter angepasst sein. Im Fall der Laserdioden bedeutet dieses, dass das räumliche und zeitliche Verhalten der abgestrahlten optischen Leistung messtechnisch zu bestimmen (vgl. Bild 16) und durch ein diskretes Spektrum von „Lichtstrahlen" nachzubilden ist. Hierfür entwickelte das C-LAB ein entsprechendes Messverfahren, das sich für die Parametrisierung der Laserdiodenmodelle eignet.

In jedem Fall müssen die Wellenleiter- und Komponentenmodelle zu den im Bereich des Leiterplattenentwurfs industriell eingesetzten Analysewerkzeugen kompatibel sein.

guides (Fig. 15). This coupling concept uses the waveguides' micromirrors, and supports surface mounting of converter modules in the standardized printed circuit board assembly process.

Another objective of the project is the extension of the design process. The field of application we have concentrated on here is computer technology. One goal of the work is to develop simulation algorithms for time domain analyses of optical multimode waveguides in order to optimize optical interconnections during the design process. The modeling and simulation approaches are based on geometrical optics (ray tracing methods) and therefore require a very accurate geometrical description of the waveguides. To this end, C-LAB developed a description method based on cubic splines that supports accurate, analytical and convenient representation of waveguide surfaces and is suitable for ray tracing analysis of the waveguides.

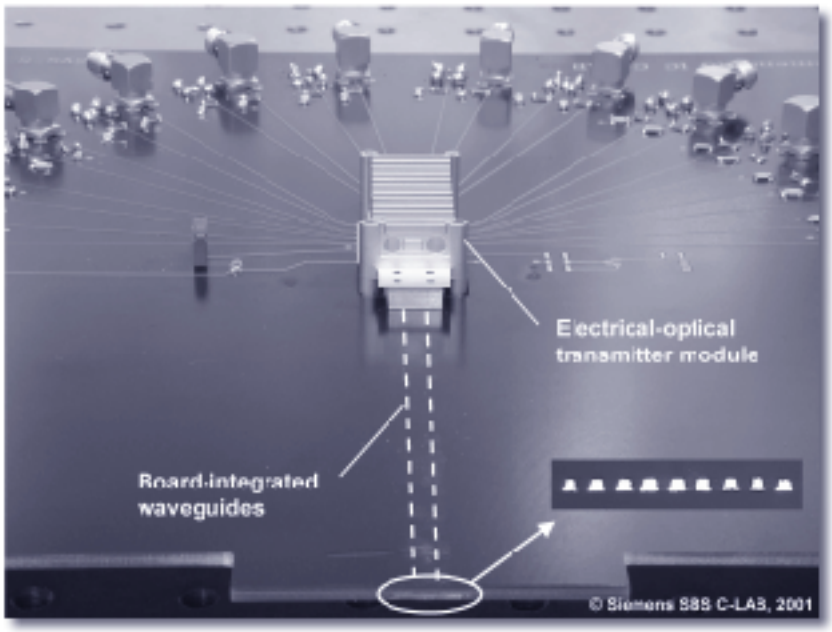


Bild 15: Optisches Sendemodul auf einer elektrisch-optischen Leiterplatte

Fig. 15: Optical transmitter module mounted on an electrical-optical printed circuit board

Another key aspect of our research is the development of simulation models for laser diodes and photodiodes – the converter components in electrical-optical-electrical communication links. These models must be adapted to the above-mentioned ray tracing methods for analysis of optical waveguides. As far as laser diodes are concerned, this means that the behavior of the emitted optical power must be measured in terms of space and time (see Fig. 16),

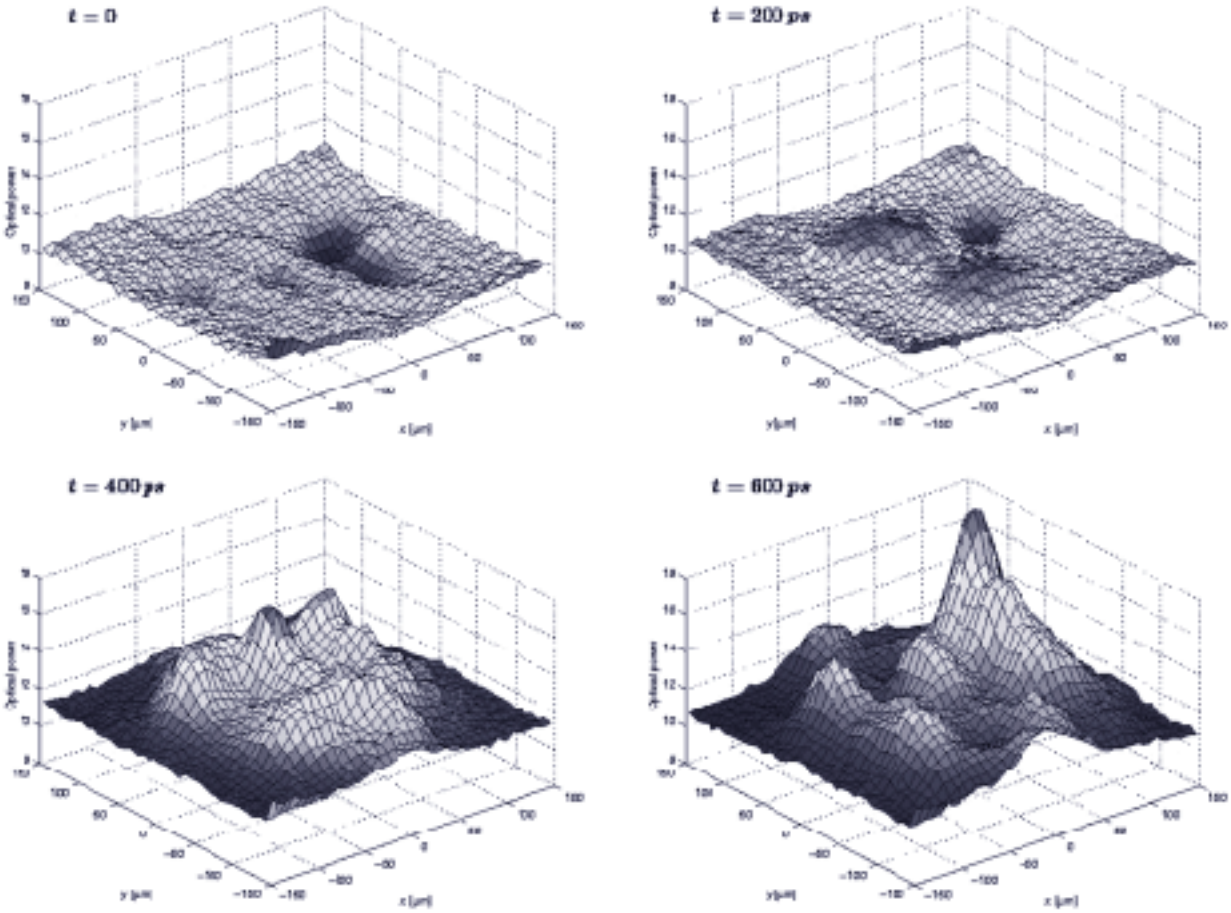


Bild 16: Gemessenes Strahlprofil einer zum Zeitpunkt t=0 eingeschalteten Laserdiode zu den Zeitpunkten t=0, t=200ps, t=400ps und t=600ps

Fig. 16: Beam profile of a laser diode that was switched on at time t=0 and measured at times t=0, t=200ps, t=400ps and t=600ps

Die Ergebnisse der o. g. bereits aufeinander aufbauenden Projekte bilden die Technologiebasis für ein weiteres BMBF-Förderprojekt: Das Verbundprojekt „OptiCon“ (Industrielle Produktionstechnik für Baugruppen mit integrierten optischen Kurzstreckenverbindungen) startete Anfang 2001. Ziel von OptiCon ist die Entwicklung kostengünstiger Entwurfs- und Produktionsverfahren für die breite industrielle Anwendung der innovativen elektrisch-optischen Aufbau- und Verbindungstechnik auf Leiterplatten und Baugruppen. Aus Kostengründen steht dabei die Forderung nach Kompatibilität mit den existierenden konventionellen Entwurfs- und Fertigungsverfahren im Vordergrund. Die im Projekt erarbeiteten Lösungen zielen zunächst auf Telekommunikationsanwendungen mit hohem Bandbreitenbedarf (größer als 2,5 Gbit/s pro Einzelverbindung). Jedoch werden durch möglichst allgemeine Lösungsansätze auch andere Anwendungs-

and must be modeled by a discrete spectrum of “light rays”. Here, C-LAB developed a measurement-based methodology for parameterizing laser diode models.

The waveguide and component models must, in any case, be compatible with the analysis tools that industry uses in designing printed circuit boards.

The results of the projects mentioned above form the basis for yet another BMBF-funded project called OptiCon (Industrial Production Technologies for Printed Circuit Boards with Integrated, Optical Short-Distance Interconnections). This project began early in 2001. The goal of OptiCon is to develop inexpensive design and manufacturing methods for broad industrial application of innovative, electrical-optical interconnection technology on printed circuit boards. A prime requirement, for reasons of cost, is compatibility with existing conventional design and production processes. The solutions that

bereiche adressiert. Die Projektarbeiten konzentrieren sich auf die wesentlichen Phasen Entwurf und Fertigung im Rahmen der gesamten Prozesskette einer Produktentwicklung.

ENTWURFSREGELN FÜR OPTISCHE VERBINDUNGEN

Der Schwerpunkt der C-LAB-Arbeiten liegt in allen Projekten auf dem Entwurf sowie der messtechnischen Untersuchung und Bewertung optischer Intrasystemverbindungen. Wesentliche Unterstützung beim Entwurf elektrischer Leiterplatten liefern Entwurfsregeln, die teils auf Erfahrungen basieren und teils aus gezielten Simulationen mit Parametervariationen stammen. Diese Regeln helfen, gravierende Entwurfsfehler im Layout und im Aufbau der Leiterplatte frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden. Auch der Entwurf optischer Verbindungen lässt sich durch den Einsatz von Entwurfsregeln effizienter gestalten. Allerdings liegt hier noch kein Erfahrungswissen vor. Denn die Herstellungstechnologie hat noch keine Industriereife erlangt, und elektrisch-optische Leiterplatten werden somit noch nicht in Produkten eingesetzt. Deshalb stehen zur Erarbeitung von Entwurfsregeln für die optische Verbindungstechnik nur Simulationen und messtechnische Untersuchungen zur Verfügung.

Aus Funktions-, Kosten- und Kompatibilitätsgründen basiert die optische Verbindungstechnik auf Leiterplattenebene nicht auf der Integration optischer Glas- oder Kunststofffasern. Um topologisch beliebig strukturierte optische Verbindungen (Busstrukturen, Mehrpunktverbindungen) realisieren zu können, müssen deshalb komplette optische Lagen mit Wellenleitern und allen notwendigen passiven Verbindungselementen hergestellt werden. Neben foto-lithografischen Prozessen eignen sich auch Replikationsverfahren zur Produktion optischer Lagen mit integrierten Multimode-Wellenleitern mit einem Stufenindex-Profil. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Übertragungsqualität optischer Wellenleiter sehr stark von der Qualität der Wellenleiteroberflächen abhängt. Insbesondere die unvermeidbaren herstellungsbedingten Rauheiten wirken sich signifikant auf das Übertragungsverhalten der Wellenleiter aus.

Das C-LAB entwickelte ein numerisches Analyseverfahren, mit dem sich der Einfluss dieser Oberflächenstörungen auf die Übertragungseigenschaften von Wellenleitern mit beliebigem Querschnitt qualitativ und

have been developed in the course of the project are targeted initially at telecommunication applications with high bandwidth requirements (in excess of 2.5 Gbits/s per single interconnection), but other fields of application can also be addressed because the approaches have been kept as general as possible. The work concentrates on the key phases of design and production in the overall product realization process chain.

DESIGN RULES FOR OPTICAL INTERCONNECTIONS

In all of these projects, C-LAB's work focuses on the design, measurement and assessment of optical intrasystem interconnections. Design rules, partly based on experience and partly originating from simulations with parameter variations, are of great assistance in designing electrical printed circuit boards. These rules help identify serious design faults in the layout and assembly of the printed circuit board at an early stage, so that problems can be avoided. The design of optical interconnections, too, can be organized more efficiently using design rules. However, no empirical knowledge is available as yet because the manufacturing technology has not reached industrial maturity, and electrical-optical printed circuit boards are not actually in current use in products. Only simulations and metrology are available for deriving design rules for optical interconnection technology.

Optical interconnection technology on the printed circuit board level is not based on integration of optical glass or plastic fibers for reasons of function, cost and compatibility. To be able to implement optical interconnections in a topology of any structure (bus structures, multipoint interconnections) it is therefore necessary to make complete optical layers with waveguides and all the necessary passive interconnection elements. In addition to photolithographic processes, replication methods are suitable for producing optical layers with integrated multimode waveguides with a step index profile. It must be noted, however, that the transmission quality of optical waveguides is very dependent on the quality of waveguide surfaces. Surface roughness, which is inevitable as a result of manufacturing processes, has a particularly significant impact on the transmission behavior of waveguides.

C-LAB has developed a numerical analysis method that makes it possible to examine and assess the impact

quantitativ untersuchen und bewerten lässt. Der Einfluss der Rauheit der Wellenleiterwände auf das Übertragungsverhalten wird in dem Ray-Tracing-Verfahren durch spezielle Randbedingungen nachgebildet, die durch eine feldtheoretische Analyse der Streuung einer elektromagnetischen Welle an einer rauen, dielektrischen Grenzschicht ermittelt wurden. Zur Beschreibung der Rauheit wurde ein statistisches Modell verwendet, welches durch lediglich drei Parameter die Rauheit nachbildet: Die Standardabweichung der Rautiefe sowie die Autokorrelationlängen in zwei zueinander orthogonalen Richtungen.

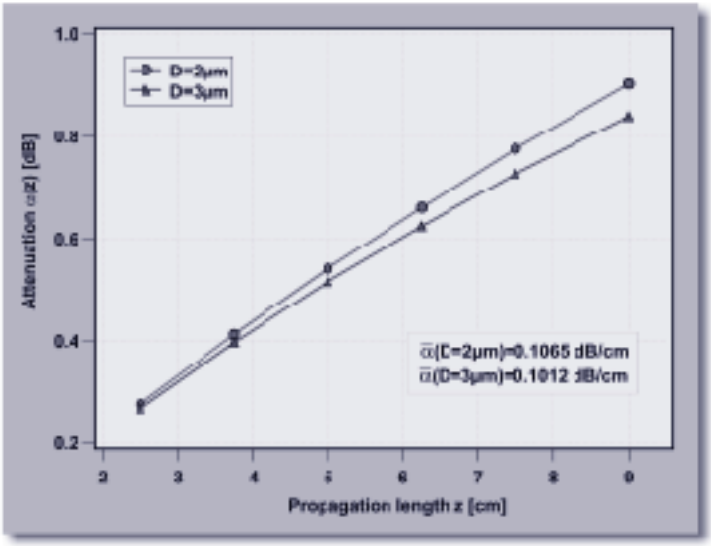


Bild 17: Berechnete Dämpfung eines Mutimodewellenleiters in Abhängigkeit von der Propagationslänge

Fig. 17: Computed attenuation of a multimode waveguide versus the propagation length

Umfangreiche Analysen mit dem entwickelten Simulationswerkzeug erbrachten grundlegende Informationen und Basiswissen, das teilweise auch messtechnisch validiert wurde. Diese Ergebnisse eignen sich nun zur Entwicklung der gewünschten Layout- und Aufbauregeln. Ein wichtiges Resultat zahlreicher Analysen ist die Tatsache, dass die Wellenleitermoden höherer Ordnung sehr viel stärker an die Strahlungsmoden, welche die Dämpfung verursachen, gekoppelt sind als die Moden niedriger Ordnung und somit eine stärkere Dämpfung erfahren. Dieses bedeutet, dass die effektive numerische Apertur [2] eines Wellenleiters mit rauen Oberflächen kleiner ist als die nominale, d.h. durch die Brechungsindizes von Wellenleiterkern und Cladding vorgegebene numerische Apertur. Eine Schlussfolgerung dieses Effekts ist, dass

of such surface roughness on the transmission properties of waveguides of any cross-section, both in terms of quality and quantity. The impact of the roughness of waveguide boundaries on transmission behavior is modeled in the ray tracing method by means of special boundary conditions that were identified as a result of field-theoretical analysis of the scattering of an electromagnetic wave by a rough dielectric boundary layer. A statistical model was used to describe roughness. It needs just three parameters: standard deviation of roughness depth and the autocorrelation lengths in two directions that are orthogonal to each other.

Extensive analyses using the simulation tool that was developed generated fundamental information and basic knowledge that has partly been validated by measurements. These results are now suitable for developing the required layout and assembly rules. An important outcome of numerous analyses is the fact that higher-order waveguide modes are coupled much more strongly to the radiation modes that cause attenuation than lower-order modes, and thus experience greater attenuation. This means that the effective numerical aperture [2] of a waveguide with rough surfaces is less than the nominal one, which is defined by the refractive indices of the waveguide core and cladding. This effect makes it possible to conclude that the coupling or excitement of the waveguide must be arranged in such a way that all the optical power must be coupled in the lower-order modes if possible. This reduces overall attenuation of the optical communication link. From a practical viewpoint, this means that the numerical aperture of the optical source should be less than the nominal numerical aperture of the waveguide.

Fig. 17 shows another result of analysis – the attenuation of a multimode waveguide with isotropic roughness of the waveguide boundaries as a function of the propagation length in relation to different degrees of roughness. The graphs definitely do not show a straight line. The reason is that field distribution in the waveguide will change with the increase in propagation length because of the continuous mode coupling caused by the roughness. Since higher-order modes are subject to more attenuation, the increasing propagation length results in

die Einkopplung bzw. die Anregung des Wellenleiters derart ausgestaltet sein muss, dass die gesamte optische Leistung möglichst in die Moden niedriger Ordnung eingekoppelt wird, wodurch die Gesamtdämpfung der optischen Übertragungsstrecke reduziert wird. Unter praktischen Gesichtspunkten bedeutet dieses, dass die numerische Apertur der optischen Quelle geringer sein sollte als die nominale numerische Apertur des Wellenleiters.

Ein weiteres Analyseergebnis illustriert Bild 17. Es zeigt die Dämpfung eines Multimode-Wellenleiters mit isotroper Rauheit der Wellenleiterwände in Abhängigkeit von der Propagationslänge bei unterschiedlichen Rauheiten. Es ist deutlich ein nicht-geradliniger Verlauf der Kurven zu beobachten. Der Grund dafür ist, dass sich auf Grund der durch die Rauheit hervorgerufenen kontinuierlichen Modenkopplung die Feldverteilung im Wellenleiter mit zunehmender Propagationslänge ändert. Da die Moden höherer Ordnung stärker gedämpft werden, ergibt sich mit zunehmender Propagationslänge eine stärkere Dominanz der Moden niedriger Ordnung. Die Folge ist eine abnehmende Dämpfung, die zu einer Rechtskrümmung der Kurven in Bild 17 führt.

Ziel der weiteren Arbeiten des C-LAB auf diesem Gebiet ist es, den industriellen Einsatz optischer Aufbau- und Verbindungstechnik durch die frühzeitige Entwicklung und Bereitstellung von entwurfsunterstützenden Simulationsmodellen, Algorithmen, Entwurfsregeln und Messprozeduren voran zu treiben.

[1] Partner des Verbundprojekts EOCB waren: Robert Bosch GmbH, Andus Electronic GmbH, Mikropack GmbH, ILFA Feinstleitertechnik GmbH, OECA GmbH, Universität Paderborn, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit Mikrointegration (FhG IZM) und Siemens SBS C-LAB

[2] Die numerische Apertur ist eine Größe, durch die alle optischen Wellenleiter charakterisiert werden. Sie bestimmt den Grad der Wellenführung und den Winkel des kegelförmigen Lichtaustritts am Ende des Wellenleiters.

Kontakt:
Dr. Elmar Griese
email: Elmar.Griese@c-lab.de

greater dominance of the lower-order modes. The consequence is a decrease in attenuation that causes the graphs in Fig. 17 to curve to the right.

C-LAB's goal in its further work in this area is to drive forward the industrial use of optical interconnection technology through early development and provision of design-supporting simulation models, algorithms, design rules and measurement procedures.

[1] Partners in the EOCB project: Robert Bosch GmbH, Andus Electronic GmbH, Mikropack GmbH, ILFA Feinstleitertechnik GmbH, OECA GmbH, University of Paderborn, Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit Mikrointegration (FhG IZM) and Siemens SBS C-LAB

[2] The numerical aperture is a factor that characterizes all optical waveguides. It defines the grade of wave guiding and the angle of conical light emission at the end of the waveguide.

Contact:
Dr. Elmar Griese
email: Elmar.Griese@c-lab.de

PUBLIKATIONEN, FÖRDERPROJEKTE UND WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT

PUBLICATIONS, FUNDED PROJECTS AND SCIENTIFIC COLLABORATIONS

LEHRVERANSTALTUNGEN / LECTURES

Universität Paderborn, Fachbereich Elektrotechnik:

Bierhoff: Übungen Theoretische Elektrotechnik (SS 2001, WS 2001/2002)

Griese: Numerische Verfahren zur Berechnung elektromagnetischer Felder (WS 2000/2001, WS 2001/2002)

Hauenschild, Rammig, Rückert, Kern: C-LAB-Oberseminar (WS 2000/2001, SS 2001, WS 2001/2002)

Wallrabenstein: Übungen Grundlagen der Feldtheorie (SS 2001, WS 2001/2002)

Universität Paderborn, Fachbereich Mathematik/Informatik:

Müller: Rapid Prototyping with FPGAs (SS 2001)

Bobda, Lukovszki, Müller, F. J. Rammig: Internet Suchmaschine (WS 2000/2001)

B. Kleinjohann, L. Kleinjohann: Intelligenz in eingebetteten Systemen (SS 2001)

B. Kleinjohann, Stichling: Projektgruppe Paderkicker, Teil 1 (WS 2001/2002)

B. Kleinjohann, L. Kleinjohann: Eingebettete Systeme (WS 2000/2001, WS 2001/2002)

Rammig: Grundlagen der Rechnerarchitektur (WS 2000/2001, WS 2001/2002)

Rammig: Grundlagen der Technischen Informatik (SS 2001)

Rammig: Real Time Operating Systems (WS 2000/2001, WS 2001/2002)

Rammig: Real Time Operating Systems II (SS 2001)

Rammig: Project Group „Smart Home" (WS 2001/2002)

Geiger, Paelke: Computer Animation (SS 2001)

Heiß, Kastens, Rammig: Oberseminar Praktische Informatik (WS 2000/2001, SS 2001, WS 2001/2002)

Universität Paderborn, Fachbereich Wirtschaftsinformatik:

Suhl, Mellouli, Jahn: Decision Support Projekt (WS 2001/2002)

Externe Lehrveranstaltungen:

Rettberg: FLYSIG – A Fast Reconfigurable Asynchronous Architecture for Multimedia Applications, University of California at Irvine, Center for Embedded Computer Systems (CECS) (Summer Colloquia, August 2001)

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

C-LAB*focus* „Haftungsrechtliche Risiken von IT-Unternehmen und deren Problemlösungen", Dr. Ralf Steding, 31. Januar 2001

Seminar „CORBA – für die betriebliche Praxis"; Dr. Heinz-Josef Eikerling, 6. März 2001

Seminar „XML – Die neue Sprache des Internets"; Dr. Elke Radeke; 8. März 2001

6. Workshop „Optik in der Rechentechnik – ORT 2001"; Dr. Elmar Griese, Paderborn; 3. April 2001

Seminar „Quality-of-Service in IP-Netzwerken", Dr. Peter Altenbernd, 14. März 2001

Seminar „UML – Unified Modeling Language"; Dr. Annika Wagner; 24./25. April 2001

Seminar „Usability – Der Weg zum benutzerfreundlichen Produkt"; Dirk Zimmermann; 26. April 2001

Seminar „XML – Die neue Sprache des Internets"; Dr. Elke Radeke; 2. Mai 2001

Abschlussseminar zum BMBF-Verbundprojekt „HiQoS: High-Performance-Multimedia-Dienste mit Quality-of-Service-Garantien", Dr. Peter Altenbernd, 8. Mai 2001

Seminar „Workflows und Workflow-Management-Systeme"; Dr. Wolfgang Thronicke; 16. Mai 2001

Seminar „UML – Unified Modeling Language", Dr. Annika Wagner; 30. Mai 2001

C-LAB*focus* „Chancen und Risiken von Knowledge Management im Unternehmen", Dirk Thiele, 20. Juni 2001

Seminar „CORBA – für die betriebliche Praxis", Dr. Heinz-Josef Eikerling; 24. – 27 Juli 2001

Seminar „UML – Unified Modeling Language", Dr. Annika Wagner, 3./4. September 2001

Seminar „Konsistenz in objektorientierten Modellen und CASE-Tools"; Dr. Annika Wagner; 6. September 2001

Workshop „Zukunftswerkstatt Financial Services"; Dr. Heidi Hohensohn; 25. – 26. September 2001

C-LAB*focus* „Haftung und Versicherungsschutz von Managern", Hans-Dieter Kaschig, 26. September 2001

Seminar „Quality-of-Service in IP-Netzwerken"; Dr. Peter Altenbernd; 30. Oktober 2001

C-LAB*focus* „Die 10 Eigenschaften erfolgreicher Persönlichkeiten“, Guntmar Wolff, 24. Oktober 2001

Seminar „Real-Time-Systems“; Dr. Peter Altenbernd; 13. November 2001

Seminar „CORBA – für die betriebliche Praxis“; Dr. Heinz-Josef Eikerling; 13./14. November 2001

C-LAB*focus* „Web Services – Die neue Dienstleistungsinfrastruktur für das WWW“, Dr. Wolfgang Thronicke, 14. November 2001

Abschlussseminar zum BMBF-Verbundprojekt „Electrical Optical Circuit Board – EOCB; Andreas Himmler; Dr. Elmar Griese; 15. – 16. November 2001

Seminar „Web-Services“; Dr. Wolfgang Thronicke; 21. November 2001

Seminar „Internetsicherheit“; Dr. Wolfgang Thronicke, Gudrun Tschirner-Vinke; 22. November 2001

Seminar „Projektentwicklung mit CVS“; Siegfried Bublitz; 27. November 2001

C-LAB*focus* „Erfolgreiche Karriereplanung & Newplacement; Johann Peter Knobloch; 5. Dezember 2001

Seminar „UML – Unified Modeling Language“; Sascha Jahn; 11./12. Dezember 2001

Seminar „Web-Services“; Dr. Wolfgang Thronicke; 13. Dezember 2001

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

S. Bargiel, F. Ebling, H. Schröder, H. Franke, G. Spickermann, E. Griese, A. Himmler, Ch. Lehnberger, L. Oberender, G. Mrozynski, D. Steck, E. Strake, W. Süllau: Electrical-Optical Circuit Boards with 4-Channel Transmitter and Receiver Modules; Proceedings 6th Workshop „Optics in Computing Technology“ (Tagungsband 6. Workshop „Optik in der Rechentechnik – ORT 2001“), pp. 17 – 27, Paderborn (Germany), April 2001

M. Bauer, H.-J. Eikerling, W. Mueller, A. Pawlak, K. Siekierska, D.Soderberg, X.Warzee: „Advanced Infrastructure for Pan-European Collaborative Engineering“, eBusiness and eWork Conference and Exhibition, Venice, Italy, Oct. 2001

Th. Bierhoff, A. Himmler, E. Griese, G. Mrozynski: Modeling of Board-Integrated Step Index Waveguides for Advanced Ray Tracing Analysis; Proceedings 6th Workshop „Optics in Computing Technology“ (Tagungsband 6. Workshop „Optik in der Rechentechnik – ORT 2001“), pp. 37 – 43, Paderborn, April 2001

Th. Bierhoff, A. Himmler, E. Griese, G. Mrozynski: 3D Rendering Technique to Model Arbitrary Shaped Board-Integrated Optical Step Index Waveguides Using Cubic Spline Interpolation; Proceedings of 5th International IEEE Workshop on Signal Propagation on Interconnects (SPI'01), Venice (Italy) May 2001

Th. Bierhoff, A. Wallrabenstein, G. Mrozynksi, A. Himmler, E. Griese: Ansätze zur numerischen Simulation optischer Multimode-Verbindungen; Tagungsband zum Seminar „BMBF-Projekte zu elektrisch-optischen Leiterplatten“, Paderborn (Germany), November 2001

Th. Bierhoff, A. Himmler, E. Griese, G. Mrozynski, A. Wallrabenstein: Ray Tracing and its Verfication for the Analysis of Highly Multimode Optical Waveguides with Rough Surfaces; IEEE Transaction on Magnetics, Vol. 37, No. 5, Part 1, pp. 3307 – 3310, September 2001

A. Dangberg, W. Müller: Generation of Interactive Visual Interfaces for Resource Management. ISI 2001, Dubai, March 2001

R. Depke, R. Heckel und J. M. Küster: Improving the Agent-oriented Modeling Process with Roles. In Proc. Fifth Int. Conference on Autonomous Agents (AGENTS-2001), Montreal, Canada, 2001

R. Dörner, C. Geiger, P. Grimm, M. Haller: Authoring Tools for Mixed Reality, Int. Conf, on Mixed Reality, Yokohama, Japan, März 2001

M. Dücker, S. Thies: A Framework for Knowledge Acquisition from Multiple Experts. In: Proceedings of the International NAISO Congress on Information Science Innovations (ISI'2001), American University in Dubai, U.A.E., March 2001

M. Dücker, N. Woletz: Strategies for Knowledge Acquisition from Multiple Experts – An Explorative Study. In: Proceedings of the 2001 Conference on the Computer Human Interaction Special Interest Group of the Ergonomics Society of Australia (OzCHI'01), Perth, Australia, November 2001

H.-J. Eikerling, W. Thronicke, S. Bublitz: „Provision and Integration of EDA Web-Services Using WSDL-based Markup“, Forum on Design Languages (FDL), Lyon, Sep. 2001

H.-J. Eikerling: „Mobility Support in Middleware for Virtual Home Environments“, Advanced Topic Workshop Middleware for Mobile Computing, November 16, 2001, Heidelberg, Germany

J. Engblom, A. Ermedahl, F. Stappert: „A Worst-Case Execution-Time Analysis Tool Prototype for Embedded Real-Time Systems“. Workshop on Real-Time Tools (RTTOOLS'2001), affiliated to CONCUR'2001. Aalborg, Denmark, August 2001

J. Engblom, A. Ermedahl, F. Stappert: „Validating a Worst-Case Execution Time Analysis Method for an Embedded Processor“. Uppsala University, Dept. of Information Technology Technical Report 2001-030, December 2001

G. Engels, J. M. Küster, R. Heckel und L. Groenewegen: A Methodology for Specifying and Analyzing Consistency of Object-Oriented Behavioral Models. In V. Gruhn, editor, Proceedings of the 8th European Software Engineering Conference (ESEC/FSE 2001), pages 186 – 195. ACM Press, 2001

G. Engels, J. M. Küster und R. Heckel: Rule-based Specification of Behavioral Consistency based on the UML Meta-Model. In M. Gogolla und C. Kobryn, editors, Proc. Of the 4th International Conference on the Unified Modeling Language (UML'2001), pages 272 – 282. LNCS 2185, 2001

S. Flake, C. Geiger, J. M. Kuester: Towards UML-based Analysis and Design of Multi-Agent Systems. In: International NAISO Symposium on Information Science Innovations in Engineering of Natural and Artificial Intelligent Systems (ENAIS'2001), Dubai, March 2001

S. Flake, W. Müller, U. Pape, J. Ruf: Analyzing Timing Constraints in Flexible Manufacturing Systems. In: International NAISO Symposium on Information Science Innovations in Intelligent Automated Manufacturing (IAM'2001), Dubai, March 2001

S. Flake, C. Geiger, W. Müller, V. Paelke, W. Rosenbach, J. Ruf: Customer-Oriented Systems Design through Virtual Prototypes. In: Proceedings of the 10th Int. Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE'01), Cambridge, MA, USA, June 2001

S. Flake, W. Müller: Spezifikation von Echtzeiteigenschaften mit OCL für eine MFERT-basierte Fallstudie. Workshop Ablaufmodellierungen in ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen, Berlin, October 2001

S. Flake, W. Müller: An OCL Extension for Real-Time Constraints. In T. Clark and J. Warmer (eds.) „Advances in Object Modelling with the OCL“. Springer Verlag, December 2001

J. Fründ, C. Geiger, M. Grafe, B. Kleinjohann: „The Augmented Reality Personal Digital Assistant“, in Proceeding of Int. Conf. on Mixed Reality, Yokohama, Japan, März 2001-07-20.

J. Fründ, C. Geiger, M. Grafe, B. Kleinjohann: „AR-PDA – Ein mobiles Produktinformationssystem für den Massenmarkt“, in Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), May 2001

C. Geiger, M. Midderhoff, C. Reimann, W. Rosenbach: Komponentenbasierter Entwurf interaktiver 3D/VR/AR-Inhalte, Simulation & Visualisierung 2001, Magdeburg, Feb. 2001

C. Geiger: „Holodeck kommt näher“, ix-Magazin für professionelle Computertechnik, Ausgabe 5/2001

C. Geiger, B. Kleinjohann, C. Reimann, D. Stichling, W. Rosenbach, „Interaktive VR/AR-Inhalte auf mobilen Endgeräten“, in Proceedings GI Tagung, Informatik 2001, Workshop 22, Synergien zwischen virtueller Realität und Computerspielen: Anforderungen, Design, Technologien, September 2001, Wien.

C. Geiger, B. Kleinjohann, C. Reimann, D. Stichling: „Mobile AR4ALL“, appear in 2nd IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality (ISAR 2001), New York, USA, October 2001

C. Geiger, V. Paelke, R. Dachselt, R. Dörner, P. Grimm: Structured Design of Virtual Environments and 3D-Components-Workshop at the Web3D 2001 Conference, Paderborn, Germany, Shaker Verlag, 2001, (ISBN 3-8265-9801-6)

E. Griese, J. Schrage, J. Gerling, G. Mrozynski: Time Domain Simulation of Optical Multimode Chip-to-Chip Interconnects; Proceedings of SPIE's International Symposium on Optical Science and Technology (SPIE Vol. 4455), San Diego/CA (USA), August 2001

E. Griese, A. Himmler, K. Klimke, A. Koske, J.-R. Kropp, S. Lehmacher, A. Neyer, W. Süllau: Self-Aligned Coupling of Optical Transmitter and Receiver Modules to Board-Integrated Optical Multimode Waveguides; Proceedings of SPIE's International Symposium on Optical Science and Technology (SPIE Vol. 4455), San Diego/CA (USA), August 2001

E. Griese, J. Gerling, A. Wallrabenstein, A. Himmler, J. Schrage, G. Mrozynski: Modellierung und Simulation optischer Multimode-Verbindungen auf Leiterplatten; Kleinheubacher Berichte 2002, Band 45

E. Griese: Modeling of Optical Intra-Board Interconnects for Time Domain Simulation; Proceedings (Supplement) of 14th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, pp. 147 – 154, Zurich (Switzerland), February 2001

E. Griese: Optical Interconnection Technology for Printed Circuit Board Application; Proceedings of 2001 EIPC Summer Conference, pp. I.6.1 – I.6.22, Copenhagen (Denmark), June 2001

E. Griese: A High-Performance Hybrid Electrical-Optical Interconnection Technology for High-Speed Electronic Systems; IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, Part B: Advanced Packaging, Vol. 24, No. 3, pp. 375 – 383, August 2001

E. Griese, J.-R. Kropp, J. Moisel, W. Süllau: Projekte zur optischen Aufbau- und Verbindungstechnik im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunkts OptoSys; Tagungsband zum Seminar „BMBF-Projekte zu elektrisch-optischen Leiterplatten“, Paderborn, November 2001

W. Hardt, F. J. Rammig, C. Böke, C. Ditze, J. Stroop, A. Rettberg, G. Del Castillo, B. Kleinjohann, J. Teich. IP-Based System Design with the PARADISE Design Environment. Accepted for Journal for Systems Architcture – The Euromicro Journal, Elsevier, 2001

R. Heckel und J. Küster: Behavioral Constraints for Visual Models. In Proceedings Second International Workshop on Graph Transformation and Visual Modeling Techniques (GTVMT'01), Kreta, 2001

A. Himmler, F. Berger, E. Griese, N. Schmidt: A Time Domain Macro Model of MSM Diodes; Proceedings 6th Workshop „Optics in Computing Technology“ (Tagungsband 6. Workshop „Optik in der Rechentechnik – ORT 2001“), pp. 93 – 100, Paderborn (Germany), April 2001

A Himmler, S. Bargiel, F. Ebling, H. Schröder, H. Franke, G. Spickermann, E. Griese, Ch. Lehnberger, L. Oberender, A. Koske, G. Mrozynski, D. Steck, E. Strake, W. Süllau: Electrical-Optical Circuit Boards with 4-Channel Butt-Coupled Optical Transmitter and Receiver Modules; Proceedings of SPIE's International Symposium on Optical Science and Technology (SPIE Vol. 4455), San Diego/CA (USA), August 2001

A. Himmler: Optische Verbindungstechnik in Computersystemen der nächsten Generation; Tagungsband zum Seminar „BMBF-Projekte zu elektrisch-optischen Leiterplatten“, Paderborn, November 2001

A. Himmler, E. Griese, G. Spickermann, H. Franke, W. Süllau, H. Schröder, E. Strake: Komponenten, Koppelverfahren und Demonstratoren; Tagungsband zum Seminar „BMBF-Projekte zu elektrisch-optischen Leiterplatten“, Paderborn (Germany), November 2001

E. Högerle, Christian Geiger et al: Entwurf eines videobasierten 3D-Adventures für PDAs. Informatik 2001, Workshop 22, Synergien zwischen virtueller Realität und Computerspielen: Anforderungen, Design, Technologien, September 2001, Wien

H. Hohensohn: From a Research Project to a Competitive e-business Platform, E-Business and Development Conference (EbD-con) – Cairo 2001, 12. – 15. Februar 2001, Cairo, Egypt

B. Kleinjohann, C. Rust: „Modelling Intelligent Embedded Real-Time Systems using High-Level Petri Nets“, in Proceedings of the Forum on Design Languages (FDL'01), Lyon, France, September 2001

B. Kleinjohann (editor): „Distributed and Parallel Embedded Systems“, Proceedings of the International IFIP WG 10.3/WG 10.4/WG 10.5 and GI Workshop on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES '00), Paderborn, October 2000, Kluwer Academic Publishers, 2001

J. M. Küster und J. Stroop: Consistent Design of Embedded Real-time Systems with UML-RT. In Proceedings of the 4th IEEE International Symposium on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC'2001), pages 31 – 40. IEEE Computer Society, 2001

J. M. Küster: Towards Behavior Consistent Modeling in UML-RT. In Proceedings of the Forum on Desing Languages (FDL'01), Lyon, France, September 2001

G. Lehrenfeld, W. Müller, R. Tellmann: Security Concepts for Agent-Based Systems. SCASE 01, Enschede, Netherlands, March 2001

F. Mederer, R. Jäger, H. J. Unold, R. Michalzik, K. J. Ebeling, S. Lehmacher, A. Neyer, E. Griese: 3-Gb/s Data Transmission With GaAs VCSELs Over PCB Integrated Polymer Waveguides; IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 13, No. 9, pp. 1032 – 1034, September 2001

W. Müller, A. Meyer, H. Zabel: A Language for the Rapid Prototyping of Mobile Evolving Agents. Proceedings of the Hawai'i International Conference On System Sciences, January 3 – 6, 2001, Maui, USA

W. Müller, J.Ruf, D. Hofmann, J. Gerlach, Th. Kropf, W. Rosenstiehl: The Simulation semantics of SystemC. In Proceedings of Design, Automation, and Test in Europe (DATE 2001), Munich, Germany, March 2001

V. Paelke, C. Geiger, C. Reimann, J. Stoecklein: User Centred Design Space Exploration for Consumer AR Applications, OzCHI 2001, Perth, Australia

F. J. Rammig: HW/SW Co-Design for Automotive Systems. In Proc. 4th IEEE ISORC, Magdeburg, 2001

F. J. Rammig: Entwurf Eingebetteter Realzeitsysteme, Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften, 7.11.2001, erscheint im Westdeutschen Verlag

F. J. Rammig, A. Rettberg: Collaborative Design of Embedded Hardware/Software Components With the Distributed PARADISE Environment. DFG SPP KONDISK/SPEZI/ES/RP Workshop Modelltransformation und Werkzeugkopplung, TU Braunschweig, 2001

A. Rettberg, W. Thronicke: „The Distributed PARADISE Environment for Collaborative Design of Embedded Hardware Components“, Proceedings of the 8th European Concurrent Engineering Conference (ECEC 2001), Valencia (Spain), April 2001

A. Rettberg, W. Thronicke: „Collaborative Design for Embedded Hardware/Software Components with the Distributed PARADISE Environment“, Proceedings of the 5th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001), Orlando, FL (USA), July 2001

A. Rettberg, B. Kleinjohann: „A Fast Asynchronous Re-configurable Architecture for Multimedia Applications“, Proceedings of the 14th Symposium on Integrated Circuits and System Design (SBCCI 2001), Pirenópolis, GO (Brazil), September 2001

C. Rust and J. Tacken and C. Böke: Pr/T – Net based Seamless Design of Embedded Real-Time Systems, Applications and Theory of Petri Nets 2001, Newcastle upon Tyne, UK, 25. – 29.06.2001.

Y. Soenmez, A. Himmler, E. Griese, G. Mrozynski: A Ray Tracing Approach to Model Wave Propagation in Highly Multimode Gradient Index Waveguides; Proceedings XI. International Symposium on Theoretical Electrical Engineering (ISTET'01), Linz (Austria), August 2001

F. Stappert, A. Ermedahl, Jakob Engblom: „Efficient Longest Executable Path Search for Programs with Complex Flows and Pipeline Effects“. International Workshop on Compiler and Architecture Support for Embedded Systems (CASES'01). Atlanta, Georgia. November 2001

DOKTORARBEITEN / PhD THESES

Dieter Wagenblaßt: „Eine Analysemethode zur Beurteilung der Funktionssicherheit von gemischt analog/digitalen Schaltungen“, Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert, Universität Paderborn; Prof. Dr. rer. nat. Rainer Brück, Universität Siegen

DIPLOMARBEITEN / MASTER THESES

Alexandra Büchler: Internationalisierung kleiner und mittelständischer Unternehmen über das Internet, Universität Paderborn, Prof. Dr. Bernard Michael Gilroy, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

Michael Ditze: A New Method for Real-Time Scheduling and Admission Control of MPEG-2 Streams, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz-Josef Rammig, Fachbereich Mathematik und Informatik

Markus Midderhoff: Entwurf einer graphischen Benutzungsschnittstelle für eine komponentenorientierte 3D-Bibliothek, Universität Paderborn, Prof. Dr. Szwillus, Fachbereich Mathematik und Informatik

Karsten Nebe: Analyse und Klassifikation von WWW-Portalen unter dem Gesichtspunkt der nutzerseitigen Anpassungsmöglichkeiten, Universität Paderborn, Prof. Dr. Reinhard Keil-Slawik, Fachbereich Mathematik und Informatik, Arbeitsgruppe Informatik und Gesellschaft

Christian Reimann: Konzeption und Entwurf eines Systems zur Verwaltung von 3D-Komponenten, Universität Paderborn, Prof. Dr. Domik, Fachbereich Mathematik und Informatik

Robbie Schäfer: Entwicklung eines parametrisierbaren Systems zur Transkodierung von HTML-Seiten für eingeschränkte, mobile Endgeräte, Universität Paderborn, Prof. Dr. Gerd Szwillus, Fachbereich Mathematik und Informatik

Simon Schneider: Combining Multimedia Response-Time Analysis and the Resource Reservation Protocol For Efficient Network Scheduling of Media Streams, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz-Josef Rammig, Fachbereich Mathematik und Informatik

Robin Sommer: Verfahren zum Clustering von Dokumenten, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz-Josef Rammig, Fachbereich Mathematik und Informatik

Jan Wegner: Konzeption und Realisierung einer Dynamischen, JINI-Basierten Werkzeugverwaltung mit Hilfe des Simple Network management Protokolls, Universität Paderborn, Prof. Dr. Franz-Josef Rammig, Fachbereich Mathematik und Informatik

FÖRDERPROJEKTE / FUNDED PROJECTS

NATIONALE FÖRDERPROJEKTE / NATIONALLY FUNDED PROJECTS

EOCB; Electrical / Optical Circuit Board; 03/98 – 06/2001
Siemens SBS C-LAB, Robert Bosch GmbH, Andus Electronic GmbH, Mikropack GmbH, ILFA Feinstleitertechnik GmbH, OECA GmbH, Universität Paderborn, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit Mikrointegration Berlin (FhG IZM)

HiQoS; High Performance Multimediadienste mit Quality of Service Garantien; 05/98 – 04/2001
Siemens, APE Ptacek Engineering, Axcent, Pixelpark, IEZ, GPO, UPSTART!, Universität Paderborn

OptoSyS; Massiv parallele optische On-Board- und Intrasystemverbindungen für Hochleistungscomputer; 04/98 – 09/2002
Siemens SBS C-LAB, Universität Paderborn, Universität Dortmund, ILFA Feinstleitertechnik GmbH, Infineon Technologies AG, DaimlerChrysler AG, Universität Ulm, Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik Freiburg (FhG IAF)

SESAM; Simulations- und Entwurfswerkzeuge für schnelle magnetische Sensor- und Aktorelemente der Mikrosystemtechnik ; 07/97 – 06/2001
INCASES, Profi Engineering, SYSTEMS, TU Ilmenau, Mannesmann, Bosch, etc.

GRASP; Graphische Spezifikation und Echtzeitverifikation; DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft); 10/00 – 09/2002
Universität Paderborn; Universität Tübingen

EVA II (Schwerpunktprogramm „Verfahren zur verlustarmen Informationsverarbeitung“, VIVA); Entwurf verlustarmer Architekturvarianten; DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft); 05/01 – 04/2003;
Universität Paderborn und weitere Universitäten

REDA III; (Schwerpunktprogramm „Rapid Prototyping für integrierte Steuerungssysteme mit harten Zeitbedingungen“); Realzeitsteuerung durch Datenflußarchitekturen; DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft); 08/01 – 07/2003;
Universität Paderborn und weitere Universitäten

EAST-EEA (ITEA); Embedded Electronic Architecture; 05/01 – 01/04
DaimlerChrysler, Bosch, BMW, Audi, Vector Informatik Stuttgart, ETAS Stuttgart, Opel, SiemensVDO, ZF Friedrichshafen, weitere außerdeutsche ITEA-Partner

AR-PDA; Ein digitaler Assistent für VR/AR Inhalte; 03/01 – 02/04
Miele, Pixelpark, Lunatic Interactive Prod., Unity AG, TU Ilmenau, HNI

VHE-Middleware (ITEA); Middleware for Virtual Home Environments; 07/00 – 06/2002
Bosch, Fujitsu Siemens, Nokia, Philips Electronics, Philips GmbH, Philips Industrial Activities, Orga, VTT Electronics

DESS (ITEA); Software Development Process of Real-Time Embedded Software Systems; 06/99 – 09/01
DaimlerChrysler, GMD-First, Universität Magdeburg, weitere außerdeutsche ITEA-Partner

IPQ (MEDEA); IP-Qualifikation für effizientes Systemdesign; 12/00 – 11/03
AMD Saxony Manufactoring GmbH, Sican, tec:inno GmbH, Forschungszentrum Informatik (FZI)

OptiCon; Industrielle Produktionstechnik für Baugruppen mit integrierten optischen Kurzstreckenverbindungen; 01/01 – 12/03
Siemens AG ICN, Siemens AG CT, Siemens SBS C-LAB, Alcatel SEL AG, Harting KGaA, W. L. Gore & Associates GmbH, ILFA Feinstleitertechnik GmbH, Universität Paderborn, Universität Dortmund

IVIP; Integrierte Virtuelle Produktentstehung; 07/98 – 06/02
ADtranz, ABB Daimler-Benz Transportation GmbH, ARS Nova Software GmbH, B.I.M. Consulting mbH, Bertrandt Ingenieurleistungen, BMW AG, CAD/CAM-Concept GmbH, CADsys GmbH, cirp GmbH, Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH, Daimler Chrysler AG, Deutsche Telekom AG, TU Darmstadt, Eigner+Partner AG, FE-Design GmbH, FhG-IAO, -IFAM, -IGD, -IPA, -IPK, -IWU, FZI, gedas GmbH, Gildemeister Drehmaschinen GmbH, IBE-Ing.-büro für Technische Informationssysteme, IDS Scheer AG, InMediasP GmbH, Uni Bochum ITM, TU München iwb, Keiper GmbH & Co., Uni Erlangen-Nürnberg ktmfk, KUKA Werkzeugbau Schwarzenberg GmbH, MacNeal-Schwendler GmbH, myview technologies, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH PFT, ProStep GmbH, Robert Bosch GmbH, SAP AG, Schenck Pegasus, Siemens AG, Softlab GmbH, TU Berlin IWF, Tecnomatix, Technologies GmbH & Co. KG, Tecoplan AG, Tital Titan-Aluminium Feinguß GmbH, T-Nova GmbH Berkom, Uni Stuttgart IfB, Uni Karlsruhe WBK, -mkl, -RPK, VA TECH Industrie HANSA GmbH, VW AG, ZGDV Rostock

SFB376, Teilprojekt B1 „Methodischer Entwurf massiv paralleler Realzeitsysteme“; DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft); 01/01 – 12/03; Universität Paderborn

EUROPÄISCHE FÖRDERPROJEKTE / EUROPEAN FUNDED PROJECTS

E-COLLEG; Advanced Infrastructure for Pan-European Collaborative Engineering ; 01/2000 – 12/2002
Thomson-CSF Optronique (F), FTL Systems (UK), Infineon (D), Silesian University (PL)

MEMPHIS; Multilingual Content for Flexible Format Internet Premium Services; 03/01 – 02/2004
Bertelsmann Media Systems, DNM S. P.A., Dt. Forschungszentrum für künstl. Intelligenz, Universität St. Gallen, University of Athens, Sail Labs GmbH

EVENTS; Computer Vision Enables Non-Constrained Transmission of Scenarios; 10/00 – 09/2003
Eptron (E), INRIA (F), UOXF-DF (UK), Via Digital (E)

B2B ECOM; Intelligent Personalised Catalogues to innovate and boost Business to Business E-COMmerce; 01/00 – 06/2002
WTCM (B), Applications Logiciels Pour l'Ingenierie S.A.R.L. (F), Pindar (UK), Riverland Next Generation NV (B), MyView (D), CEBEO N. V. (B)

AUSSTELLUNGEN / EXHIBITIONS

Cebit '01, Hannover, Germany, 22. März bis 28. März 2001

Ausstellung „Alles Automatisch" im Siemensforum, München, Deutschland, 3. und 4. April, Präsentation von Mexi

Hannover Messe Industrie 2001, Hannover, Deutschland, 27. April 2001, Presentation of the PARADISE Design Environment at the University Booth „Industrie trifft Informatik"

HNF-Wissenschaftstag NRW 2001, Paderborn, Deutschland, 21. Juni 2001, Presentation of the PARADISE Design Environment at the C-LAB Booth

Ausstellung „Reha Care International 2001", Düsseldorf, Deutschland, 2. – 5. Oktober, Präsentation von Lösungen zur Bedienung von Siemens Mobiltelefonen für behinderte Menschen, Lösungen für die Nutzung von Linux und Internet für Blinde, sowie eines taktilen Grafikdisplays (Prototyp).

3. WDR-Computernacht im Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn, Deutschland, 3. und 4. November, Präsentation von Mexi und C-LAB Pathfinder

Ausstellung „WCRR (World Congress on Railway Research)", Köln, Deutschland, 26. – 28. November, Präsentation behindertengerechter Einrichtungen bei Schienenfahrzeugen und anderen Produkten und Dienstleistungen der Siemens Transportation Systems.

WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT / COLLABORATION IN TECHNICAL SCIENTIFIC BODIES

GI, GMM, ITG:

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

Member of RSS-LG (GI FA3.5, GMM FB8, ITG FA 8.2) (Rammig)

Steering committee member of GI/ITG/GME Fachgruppe 3.5.7 / 5.2.2 / 5.7 „Description Languages and Modeling of Circuits and Systems" (Müller)

IFIP:

National representative of Germany in IFIP TC 10 (Rammig)

Member of IFIP WG 10.5 (Rammig)

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

Member of IPIP WG 10.5 SIG CODES (Rammig)

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

OTHERS:

Member of the Electromagnetics Academy (Griese)

Member of Taskforce Numerical Methods of the IEEE German EMC Chapter (Griese)

Member of Arbeitskreis Integrierte Optik AkIO (Griese)

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) (Griese)

Member of URSI Commission E - Electromagnetic Noise and Interference (Griese)

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

Chair of Arbeitskreis Photonics der Siemens AG (Griese)

PROGRAM COMMITTEES, ORGANIZATION OF SESSIONS AT CONFERENCES:

Technical Committee Member, 5th IEEE Workshop on Signal Propagation on Interconnects, Venice, Italy (Griese)

Workshop Chair, 6th Workshop Optics in Computing Technology, Paderborn, Germany (Griese)

Conference Committee Member, DATE2001, Paris, France (Rammig)

Executive Committee Member, DATE2002, Paris, France (Müller)

PC Member, DATE 2002, Paris, France (B. Kleinjohann)

Chair, DATE 2002 – Collaborative Design, Paris (Rammig)

Chair, DIPES 2002 at the IFIP WCC 2002, Montreal, Canada (B. Kleinjohann)

PC Member, GI/ITG/GMM Workshop Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen, February/March 2000, Frankfurt, Germany (Müller)

Organisation, GI Workshop Synergien zwischen Virtueller Realität und Computerspielen: Anforderungen, Design, Technologien, Workshop der Informatik 2001, Gemeinsame Jahrestagung der GI und OCG / Wien, 26.09.2001, Österreich (Geiger)

PC Member, FDL 2001, Lyon, France (B. Kleinjohann, Müller, Rammig)

Panel Chair FDL 2001, Lyon, France (Müller)

Session Chair, FDL 2001, Lyon, France (B. Kleinjohann, Müller)

Track Chair, FDL 2001, Lyon, France (Müller)

PC Member, FDL 2002, Marseille, France (Müller, Rammig)

PC Member, IEEE International Workshop on Factory Communication Systems 2002, Västerås, Schweden (Altenbernd)

Organisation, International Workshop on Structured Design of Virtual Environments and 3D-Components at the Web3D 2001 Conference (Geiger)

Session Chair, ISORC 2001, Magdeburg, Germany (B. Kleinjohann)

PC Member, ISORC 2002, Washington, USA (B. Kleinjohann)

PC Member, SMT/HYBID/PACKAGING 2001, Nürnberg, Germany (Griese)

Tutorial Chair, SMT/HYBRID/PACKAGING 2001 – Neue Aufbau- und Verbindungstechniken – Optik/HDI, Nürnberg, Germany (Griese)

PC Member of Web3D 2001, Paderborn, Germany (Geiger)

PC Member, WORDS 2002, San Diego, USA, (B. Kleinjohann)

C-LAB PATENTE / C-LAB PATENTS

E. Griese, A. Himmler: Positionsfixierung in Leiterplatten.
DE 19917554 C2 vom 19.04.1999, veröffentlicht am 30.11.2000,
erteilt am 12.07.2001

A. Himmler: Fassung für opto-elektronische Bauelemente.
PCT/DE00/03540 vom 09.10.2000 (unveröffentlicht)
DE 19917325 C2 vom 16.04.1999, veröffentlicht am 26.10.2000,
erteilt am 21.06.2001

T. Bierhoff, E. Griese, A. Himmler, J. Schrage, A. Wallrabenstein: Raumrichtung-berücksichtigende Simulation elektro-optischer Verbindungen.
EP 1094623 vom 05.10.2000, veröffentlicht am 25.04.2001
US 09/679,700 vom 05.10.2000 (unveröffentlicht)
DE 19948378 C1 vom 07.10.1999, veröffentlicht und **erteilt am 17.05.2001**

H. Beck, G. Schulz: Verfahren zur Herstellung einer optischen Speicherplatte und zu deren Herstellung geeigneter CD-R-Plattenrohling.
PCT/JP 12-513278 vom 10.08.1998 (unveröffentlicht)
PCT/US 09/509,130 vom 13.08.1998 (unveröffentlicht)
PCT/EP 1018114 vom 13.08.1998, veröffentlicht am 01.04.1999,
erteilt am 14.11.2001
WO99/16062 vom 13.08.1998, veröffentlicht am 01.04.1999
DE 19742150 C1 vom 24.09.1997, veröffentlicht und erteilt am 22.04.1999

PRESSESPIEGEL / PRESS REVIEW

C-LAB mit OWL-Preis ausgezeichnet, Neue Westfälische, 8. November 2001

Visionär und innovativ, Westfalen Blatt, 8. November 2001

Die Marktvision des Trockenbauers Eisenhauer, Neue Westfälische, 8. November 2001

Die lange Nacht der Bits und Bytes, Neue Westfälische, 5. November 2001

Kreatives OWL, Neue Westfälische, 26. Oktober 2001

C-LAB erhält OWL-Preis für Wissens-Center, Neue Westfälische, 26. Oktober 2001

C-LAB mit Innovationspreis ausgezeichnet, Westfälisches Volksblatt, 26. Oktober 2001

Innovation als Spaßfaktor – Hintergrundsinformationen zum OWL-Wettbewerb, Westfalen Blatt, 26. Oktober 2001

Innovationen aus der Region, Westfalen Blatt, 26. Oktober 2001

Fast wie auf dem Pottmarkt zu Libori, Neue Westfälische, 23. Oktober 2001

C-LAB die Innovationswerksatt von SBS und der Uni Paderborn, GPM News, September 2001

Neuer Begleiter der Verbraucher, Neue Westfälische, September 2001

„Internet für alle“, Hörfunk Sendung „Kulturforum“ des Deutschlandfunk Köln, 28. September 2001

Mexi mag spielen. Wenn Roboter Gefühle zeigen, Topic, Juli 2001

Unity AG gewinnt Förderpreis, Neue Westfälische, 22. Juni 2001

Blinde Amateurfunker erkunden das HNF, Neue Westfälische, 13. Juni 2001

Workflow-Management, Neue Westfälische, 13. Juni 2001

Optisch von Chip zu Chip, Elektronik, 12. Juni 2001

„Glasfasern“ aus Kunststoff, Spektrum der Wissenschaft, Juni 2001

AR-PDA – ein mobiles Produkt-Informationssystem für den wirtschaftlichen Massenmarkt, Zeitschrift für Fabrikbetrieb, Mai 2001

Tragbare Mischung der Realitäten, Süddeutsche Zeitung, 12. Mai 2001

Marktplatz im Internet, Westfalen-Blatt, 26. April 2001

Roboter mit Gefühl, Hörzu, 6. April 2001

„Barrierefreies Internet“,Hörfunk Sendung „Medienforum“ des Hessischen Rundfunk, 3. März 2001

Das Bild der Woche, Frankfuter Rundschau, 6.März 2001

„Hallo Welt“, Der Spiegel, 12/2001

Die Gefühlsmaschine, Der Tagesspiegel, 21. Februar 2001

Siemens baut den ersten Fühlenden Roboter, Die Welt, 26. Februar 2001

Anerkennung für die Universität der Informationsgesellschaft, puz, 1/2001

Öffnung des eisernen Vorhangs, New World 1/2001

IT: Wie nötig sind Versicherungen?, Neue Westfälische, 25. Januar 2001

„Sonst bleibt er nie hängen, aber vor so viel Kompetenz ...“, Neue Westfälische, 24. Januar 2001

Paderborn für einige Stunden Regierungssitz, Westfälisches Volksblatt, 24. Januar 2001

Clements Antwort an Brock Im Basta-Stil, Westfalen-Blatt, 24. Januar 2001

Justizzentrum hat ab 2003 eine Chance, Neue Westfälische, 24. Januar 2001

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 Ahle,
Siemens Business Services GmbH & Co OHG
(bis 29.11.2001)

Frau Prof. Dr. Domik,
Universität Paderborn

Herr Prof. Dr. Engels,
Universität Paderborn

Herr Georgi,
Siemens Business Services GmbH & Co OHG
(ab 30.11.2001)

Herr Dr. Kausche,
Siemens Business Services GmbH & Co OHG
(ab 30.11.2001)

Herr Dr. Kopitsch,
Siemens Business Services GmbH & Co OHG
(ab 30.11.2001)

Herr Prof. Dr. Mrozynski,
Universität Paderborn

Herr Raffler,
Siemens AG (bis 29.11.2001)

Herr Dr. Schallenberger,
Siemens AG (bis 29.11.2001)

KOOPTIERTE MITGLIEDER DES BEIRATES / ASSOCIATED MEMBERS OF THE ADVISORY BOARD

Herr Ahle,
Siemens Business Services GmbH & Co OHG
(ab 30.11.2001)

Herr Prof. Dr. Böttcher,
Universität Paderborn

Herr Prof. Dr. Hauenschild,
Universität Paderborn

Herr Prof. Dr. Heiß,
Universität Paderborn (bis 29.11.2001)

Herr Prof. Dr. Kleine-Büning,
Universität Paderborn

Herr Prof. Dr. Meerkötter,
Universität Paderborn

Herr Prof. Dr. Rosenberg,
Universität Paderborn

Herr Prof Dr. Rückert,
Universität Paderborn

Herr Vogt,
Fujitsu Siemens Computers

Herr Zimmermann,
Siemens Business Services GmbH & Co OHG

Stand 30.11.01 / Position as per 30.11.01

IMPRESSUM:

C-LAB
Cooperative Computing & Communication Laboratory
Fürstenallee 11
D-33102 Paderborn
Tel: + 49-52 51-60-60 60
Fon: + 49-52 51-60-60 66
URL: http://www.c-lab.de
email: c-lab@c-lab.de

ISSN 1439-5797

© Siemens Business Services GmbH & Co. OHG
und Universität Paderborn 2002

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:
Gerhard Schulz
email: Gerhard.Schulz@c-lab.de

Grafik und Layout:
Graphic design and layout:
ClickArts · Harald Niesen
D-33649 Bielefeld · Hubertusstraße 22
Tel: + 49-5 21-44 08 75
URL: http://www.ClickArts.de
email: info@ClickArts.de

Textrevision:
Text revision:
Brevis GmbH · Ralf Bäumer
D-33100 Paderborn · Eggertstraße 28
Tel: + 49-52 51-54 24 04
URL: http://www.brevis.de
email: brevis-pb@t-online.de

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

Druck:
Printed by:
Media Print Informationstechnologie GmbH
D-33100 Paderborn · Eggertstraße 30
Tel: + 49-52 51-52 24 00
email: contact@mediaprint.de

Bildnachweis / Source of picture

Seite/page 5 ..... C-LAB
Seite/page 9 ..... Frank Peterschröder
Seite/page 10 ..... Frank Peterschröder
Seite/page 16 ..... C-LAB, Siemens, Fujitsu Siemens Computers
Seite/page 17 ..... C-LAB
Seite/page 22 ..... Transrapid International
Seite/page 23 ..... Transrapid International
Seite/page 25 ..... C-LAB
Seite/page 30 ..... Siemens
Seite/page 33 ..... Siemens
Seite/page 48 ..... Siemens, Fujitsu Siemens Computers
Seite/page 50 ..... Siemens
Seite/page 60 ..... Siemens
Seite/page 69 ..... C-LAB, Siemens, Fujitsu Siemens Computers, Marratech
Seite/page 72 ..... C-LAB, Siemens
Seite/page 73 ..... C-LAB
Seite/page 74 ..... C-LAB, Siemens

ISSN 1439-5797