

# 20 Jahre Computer- wissenschaften in Salzburg

**1988 – 2008**





Dr. Johannes Hahn  
Bundesminister für Wissenschaft und Forschung

## Computer und Internet als Kulturtechnik für die Herausforderungen der Zukunft?

Als vor 20 Jahren im Wintersemester 1988/89 die ersten Studierenden an der Universität Salzburg das Studium der Computerwissenschaften inskribierten, dachte wohl kaum jemand daran, wie schnell sich diese relativ neue Disziplin entwickeln und nachhaltigen Einfluss auf unsere Berufs- und Arbeitswelt, aber auch auf unser Privatleben nehmen würde. Mittlerweile sind Computer und Internet beinahe untrennbar mit allen Lebensbereichen verbunden - somit eine Kulturtechnik!

Für die menschliche Zivilisation sind zwei symbolische Ordnungen von fundamentaler Bedeutung: Das Wort und die Zahl. Die Weiterentwicklung und der Umgang mit diesen Symbolen führte zur Entstehung der vier Kulturtechniken: Sprechen, Rechnen, Schreiben und Lesen. Umsetzung und Beherrschung dieser Techniken sind obligatorische Voraussetzungen für den erfolgreichen und zielstrebigem Umgang mit Computer und Internet. Sie können die klassischen Kulturtechniken zwar nicht ersetzen, bauen aber ganz zentral auf ihnen auf und sind synthetisierende Medien, die integrieren und neue Möglichkeiten der Verknüpfung und Kommunikation eröffnen. Eine neue „Kulturtechnik der zweiten Stufe“.

Die Möglichkeiten in den Bereichen Computer und Internet sind damit beinahe unerschöpflich und eröffnen uns täglich neue Möglichkeiten. Die damit verbundenen Innovationen sind Schlüssel für zukunftsorientierte Anwendungen und qualitätsvolle Inhalte. So wie sich Verhaltensmuster und Lebensweisen ändern, entwickelt sich auch der Computer- und Internetsektor weiter. Ziel muss es sein, Bürgerinnen und Bürgern mehr Service im Kommunikationsbereich zu ermöglichen. So setze ich mich daher für die Einführung des E-Votings ein, da diese Form der Stimmabgabe veränderte Rahmenbedingungen berücksichtigt, einen Beitrag zur Hebung der Wahlbeteiligung darstellt und eine große Chance für mehr Demokratie

und Bürgerbeteiligung ist. E-Voting kann vor allem für junge Leute ein Anreiz sein, wählen zu gehen und von ihrem demokratischen Recht Gebrauch zu nehmen.

Diese neue Form der Stimmabgabe ist nur eine von vielen Möglichkeiten, Innovationen im Computer- und Internetbereich zu nützen. Dennoch bedarf es weiterhin kluger und wohlüberlegter Entwicklungen, um trotz aller Vorteile der „virtuellen“ Welt, eine eindeutige Trennung zur „realen“ Welt zu gewährleisten. Die hervorragende Arbeit im Fachbereich der Computerwissenschaften an der Universität Salzburg hat seit nunmehr 20 Jahren eindrucksvoll bewiesen, dass diese neue Form der Wissenschaft und Kommunikation zu Recht ein fester Bestandteil in der universitären und wirtschaftlichen Umwelt ist.

Ich wünsche den verantwortlichen Damen und Herren einschließlich aller Studierenden alles Gute und weiterhin viel Erfolg für die anstehenden Projekte und geplanten Vorhaben!

Dr. Johannes Hahn  
Bundesminister für Wissenschaft und Forschung



Mag. Gabi Burgstaller  
Landeshauptfrau von Salzburg

## 20 Jahre Computerwissenschaften in Salzburg

Die Anfänge der Computerwissenschaften in Salzburg sind eng mit dem Namen Peter Zinterhof verbunden. Prof. Zinterhof, ursprünglich Mathematiker an der Universität Salzburg, hatte bereits zwei Jahre zuvor das Forschungsinstitut für Softwaretechnologie RIST gegründet, als er 1988 das „Institut für Computerwissenschaften und Systemanalyse“ an der Universität etablierte. In den zwei Jahrzehnten ihres Bestehens entwickelten sich die Computerwissenschaften zu einem im nationalen und internationalen Vergleich zwar kleinen, aber wissenschaftlich hoch anerkannten Bereich der naturwissenschaftlichen Fakultät.

Im Zuge der Neuorganisation der Universität im Jahre 2004 wurde das Institut für Scientific Computing erweitert und als Fachbereich etabliert. Zusammen mit dem Fachbereich Informatik entstand zwei Jahre später daraus der nunmehrige Fachbereich Computerwissenschaften. Die Computerwissenschaften in Salzburg sind somit in Summe wieder breiter aufgestellt. Damit wird nicht nur ein breites Spektrum an Lehre geboten, sondern auch Forschung in der gesamten Palette von rein wissenschaftlichen Fragestellungen bis hin zu direkten Kooperationen mit der Industrie betrieben.

Das 20-jährige Jubiläum der „COWI“ muss auch Anlass sein, über einen weiteren Entwicklungsschub nachzudenken. Aus Landessicht ist sie ein wichtiges Element des Wissenschafts- und Forschungsstandortes Salzburg, aus Sicht der Wirtschaft stellt sie eine der wenigen technisch orientierten Ausbildungen im Land dar. Dies gilt es mittel- und längerfristig abzusichern und auszubauen. In diesem Sinne wünsche ich allen MitarbeiterInnen des Fachbereichs eine gute und erfolgreiche Weiterentwicklung!

A handwritten signature in black ink, reading 'Gabi Burgstaller', written in a cursive style.

Mag. Gabi Burgstaller  
Landeshauptfrau von Salzburg



O.Univ.-Prof. Dr. Heinrich Schmidinger  
Rektor der Universität Salzburg

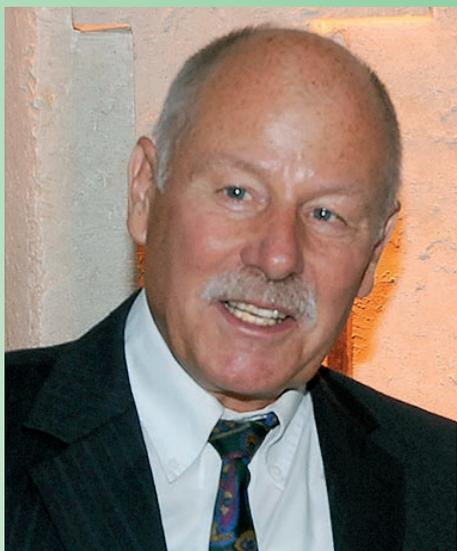
Vor zwanzig Jahren war noch nicht absehbar, dass die Computertechnologie in der Gesellschaft und Arbeitswelt eine so große Bedeutung haben wird. Um etwas Neues zu wagen und auch umzusetzen sind immer Mut und Durchsetzungsvermögen nötig. Ich möchte daher besonders Herrn Kollegen Peter Zinterhof für seinen Einsatz danken. Die Etablierung der Computerwissenschaften an der Universität Salzburg ist vor allem sein Verdienst. Im Wintersemester 1988 hat die Universität Salzburg – als vierte Universität in Österreich - das Informatikstudium zum ersten Mal angeboten.

Die Salzburger Computerwissenschaften nahmen in den folgenden zwanzig Jahren einen enormen Aufschwung und sind heute auch international anerkannt. Durch die Berufung der Professoren Kirsch, Pohlmann, Pree, Tscheligi und Vajtersic hat die Universität Salzburg weitere hervorragende Experten gewonnen, die Professoren Clausen, Efinger und Koenne emeritierten. Das gesamte Team der Computerwissenschaften trägt zum Fortschritt auf dem Gebiet der Informationstechnologie bei. Dafür möchte ich mich heute anlässlich des 20jährigen Jubiläums bedanken und gratuliere sehr herzlich!

Absolventinnen und Absolventen aus technischen Disziplinen sind heute am Arbeitsmarkt besonders gefragt. Die Computerwissenschaften der Universität Salzburg tragen durch neue, interdisziplinäre Studienmöglichkeiten, die im Studienjahr 2008/09 erstmals angeboten werden, den Anforderungen der Wirtschaft Rechnung. Auch in der Forschung sind die Computerwissenschaften von der engen Kooperation mit der Wirtschaft geprägt: So arbeitet etwa das Christian Doppler Labor Embedded Software Systems mit dem High Tech Unternehmen AVL List zusammen.

A handwritten signature in black ink that reads "Heinrich Schmidinger". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

O.Univ.-Prof. Dr. Heinrich Schmidinger  
Rektor der Universität Salzburg



O.Univ.-Prof. Dr. Georg Amthauer  
Dekan der Naturwissenschaftlichen Fakultät

Das Institut für Computerwissenschaften wurde 1988 eingerichtet und im Wintersemester 1988/1989 der Lehrbetrieb aufgenommen. Um Einrichtung und Aufbau der Computerwissenschaften haben sich insbesondere Univ.-Prof. Dr. P. Zinterhof und Univ.-Prof. Dr. H. Clausen verdient gemacht. Beiden Kollegen ist die Naturwissenschaftliche Fakultät aus diesem Grund zu Dank verpflichtet.

Schon vor der Gründung des Institutes hatte sich in der Naturwissenschaftlichen Fakultät wie auch in der ganzen Universität die Ansicht durchgesetzt, dass eine starke Computerwissenschaft in Salzburg für alle nur von Nutzen sein kann. Heutzutage haben Computer inklusive entsprechender Software alle Wissenschaftsbereiche erreicht und ein Arbeiten ohne diese Tools kann man sich gar nicht mehr vorstellen. Aus diesem Grund ist es für die ganze Fakultät und für die ganze Universität von unschätzbarem Vorteil, dass man in erreichbarer Nähe Kollegen hat, die als Experten ansprechbar sind und beraten können. Gemeinsame Forschungsprojekte sind möglich und haben in vielen Fällen zu großem Erfolg geführt. So hat z.B. unsere eigene Forschungsgruppe „Kristallographie und Materialwissenschaften“ in den vergangenen 8 Jahren 15 Originalarbeiten in international renommierten Zeitschriften publiziert, bei denen die quantenmechanischen Berechnungen der Elektronenstruktur des Eisens in diversen Materialien mit dem Cluster Rechner des Fachbereiches Computerwissenschaften durchgeführt wurden. Solche Arbeiten wären ohne den erwähnten Cluster Computer nicht möglich. Die Einrichtung des universitären Schwerpunktes „Information and Communication Technologies & Society - ICT&S-Center“ wäre ohne eine starke Computerwissenschaft in Salzburg wahrscheinlich auch nicht so erfolgreich verlaufen.

Noch ein anderer Gesichtspunkt sollte an dieser Stelle erwähnt werden. Die Computerwissenschaften haben erstmalig technische Studien an der Universität Salzburg eingeführt, deren Abschluss zurzeit mit der Verleihung des Bachelor of Engineering bzw. Diplom Ingenieurin bzw. Diplom Ingenieur erfolgt. Bei dem existierenden Mangel an Absolventen und Absolventinnen technischer Studien ist dies eine für mich bemerkenswerte Innovation. Zum Teil werden auch große Lehrleistungen für andere Studienrichtungen von Hochschullehrern der Computerwissenschaften erbracht, z.B. 9 SSt für das gemeinsam mit der TU München durchgeführte Bachelorstudium Ingenieurwissenschaften.

Man sieht also, dass die Einrichtung des Institutes für Computerwissenschaften 1988 einen positiven Einfluss auf Lehre und Forschung der gesamten Naturwissenschaftlichen Fakultät und der Universität Salzburg hatte. Allen Angehörigen dieses Fachbereiches sei an dieser Stelle für ihren außergewöhnlichen Einsatz und ihre innovative Arbeit gedankt. Man kann deshalb dem Fachbereich Computerwissenschaften nur wünschen, dass es in den kommenden Jahren so erfolgreich weiter geht.

O.Univ.-Prof. Dr. Georg Amthauer  
Dekan der Naturwissenschaftlichen Fakultät



O.Univ.Prof. Dr. Peter Zinterhof  
Fachbereichsleiter Computerwissenschaften

## 20 Jahre Computerwissenschaften – eine Erfolgsgeschichte!

Vom Beginn in einem Kammerl der naturwissenschaftlichen Fakultät kamen wir zum Gebäude und den Räumen am Techno-Z. Die Computerwissenschaften und das damalige Forschungsinstitut für Softwaretechnologie waren auch die Keimzelle des Techno-Z und führten weiters zur Fachhochschule, die heute in Urstein situiert ist. Unsere Alumni sind in wichtigen und bedeutenden Positionen in Wirtschaft, Industrie und internationaler Forschung tätig. Die Attraktivität des Studien- und Forschungsstandortes Salzburg am Techno-Z und in der Science City ist hoch, das Spektrum der Studenten und auch der Wissenschaftler in den Computerwissenschaften international und repräsentativ.

Der Fachbereich Computerwissenschaften ist zwar nicht groß aber er ist gut! Die Forschungsaktivitäten sind breit und aktuell und können sich international sehen lassen, wie die tägliche Forschungspraxis, die zahllosen internationalen Einladungen und auch internationale Gutachterteams bestätigen. Besonders unsere Nachwuchsforscher heimsen laufend Wissenschaftspreise ein. Als universitäre Forschungseinrichtung sind wir der Grundlagenforschung und der Theorie verpflichtet. Nichts ist praktischer als eine gute Theorie! Der Anwendungsbezüge gibt es viele: Hubschraubersteuerungen, computergestützte Zöliakie- und Krebsdiagnose, Datamining, Optimierung von automotiven Prüfständen, Satellitenkommunikation, Optimierungen im zivilen Flugwesen, Hochleistungsrechnen in der Quantenphysik und in der Finanzmathematik, Robotersteuerungen, Mathematische Informatik, Algorithmik und Geometrie sind unsere Anwendungsfelder. Das Volumen unserer nationalen und internationalen Forschungsprojekte ist im Bereich von einigen Millionen Euro. Am Fachbereich sind bisher weit über tausend internationale Publikationen und auch Patente entstanden. Davon profitie-

ren unsere Studenten, die sich im Bakkalaureat, Master- und Doktoratsstudium die notwendige Breite und auch Tiefe aneignen können. Wesentlichen Anteil an den Leistungen des Fachbereichs haben nicht nur die Universitätsprofessoren (deren wir leider noch immer zu wenige haben), sondern in hohem Maße auch die Dozenten, Assistenten und auch externe Forscher und Lehrer. Udenkbar ist unser Fachbereich ohne das ausgezeichnete Sekretariatsteam und das Technikerteam.

Wir leben in einer Zeit des pervasiven und ubiquitären Computing. Dies wirft eine Reihe technischer und gesellschaftlicher Probleme auf: etwa Datensicherheit im Sinne von Safety und Security, Verschlüsselung und Entschlüsselung von Daten. Dazu kommen die Fragen der Mensch-Maschine-Schnittstelle und der Usability mit ihrer gesellschaftlichen Bedeutung. Das Computerzeitalter und die laufend auftauchenden neuen Technologien werfen für die verschiedenen Generationen verschiedene Probleme und Lösungen auf. High-Tech Handy und iPod der Kids stehen im Kontrast zu den technischen Bedürfnissen unserer Alten und unserer Kranken, nicht zu vergessen die Behinderten und ihre Integration. Mensch und Computer müssen in der richtigen Relation bleiben. Eine Universität und auch eine naturwissenschaftliche Fakultät sind auf eine gut ausgebaute und laufend weiter entwickelte Informatik technisch-naturwissenschaftlicher Ausrichtung angewiesen. Hier gibt es für den Fachbereich und auch für die Universität noch viel zu tun. Packen wir's an!

# Geschichte

## Die Gründerjahre

Die Geschichte der Computerwissenschaften an der Paris-Lodron-Universität Salzburg beginnt im Jahr 1986, als unter der Leitung von Prof. Peter

Zinterhof am Institut für Mathematik das Research Institute for Software Technologies (RIST) gegründet wird. Im Rahmen dieses Institutes wurde auch der erste Studienplan für den Studienversuch „Computerwissenschaften und Systemanalyse“ vorbereitet, der im Wintersemester 1988 zum ersten Mal angeboten wurde. Damit war Salzburg der vierte Standort in Österreich, an dem ein Informatikstudium angeboten wurde.

Im Jahr 1988 erfolgte auch die Gründung des „Institutes für Computerwissenschaften und Systemanalyse“. In den zwei Abteilungen „Technomathematik und Systemanalyse“ unter der Leitung von Prof. Zinterhof und „Informatik und Computerwissenschaften“ unter der Leitung von Prof. Horst-Dieter Clausen wurde an Themen wie Verteilten Rechnersystemen, Objektorientierter Programmierung, Computergeometrie und Computergraphik, Signalverarbeitung und Systemmodellierung, Hochdimensionale Numerik und Parallelismus, Computertomographie, sowie zur Fuzzy-Logic in Steuerung und Regelung geforscht.

Am 26. August wird die Studienordnung für den Studienversuch „Systemanalyse und Informatik“ verlautbart, am 14. September der erste Studienplan veröffentlicht.

Mit Wintersemester 1988/89 inskribierten 201 Studentinnen und Studenten den Studienversuch. Im Studienplan standen Diskrete Mathematik, Analysis, Programmieren und Digitale Rechenanlagen. Der Studienversuch sieht zwei Abschnitte vor (4 und 6 Semester), sowie – damals einzigartig für technische Studien in Österreich – ein Praxissemester in Kooperation mit Industrie und Wirtschaft.

Die Vorlesungen wurden von Professoren am Institut für Mathematik, von Lehrbeauftragten aus Industrie und Forschung, sowie mehreren Gastprofessoren gehalten. Mit dem Wintersemester 1990/91 wird der



zweite Studienabschnitt eingerichtet, gleichzeitig zieht das Institut ins neu errichtete Techno-Z in Itzling.

## Regelstudium und Y2K

In den 90er Jahren etabliert sich die Informatik zusehends als Zukunftstechnologie schlechthin auch im Bewusstsein der breiten Öffentlichkeit. In diese Zeit fällt auch die Umwandlung des Studienversuchs in das Regelstudium „Computerwissenschaften“. Großen Anteil an der erfolgreichen Umsetzung hatte dabei Prof. Werner Koenne, dessen Engagement zahlreiche bürokratische Hürden zu meistern half. Das Institut übersiedelt ins Techno-Z, zuerst in den ersten Bauabschnitt, wo vom Bundesministerium für Wissenschaft Platz für vier Professuren angemietet wird.

Die Zahl der Studierenden sinkt leicht in den ersten Jahren, beginnt ab Mitte der Neunziger jedoch im Zuge der gesteigerten öffentlichen Wahrnehmung der Computertechnologien zu steigen. Gleichzeitig schließen im Jahr 1993 die ersten Studierenden des Studienversuchs ihre Ausbildung ab – entgegen der allgemeinen Geschlechterverteilung unter den Informatikstudenten ist dies Frau Mag. rer. nat. Lydia Würfl. Ebenfalls 1993 erfolgte der Umzug in den neu errichteten Bauabschnitt II des Techno-Z, wo das Institut bis heute angesiedelt ist.

Die Berufung der Professoren Efinger, Heilbrunner, Koenne und Pfalzgraf ermöglichten einen weiteren Ausbau von Forschung und Lehre während der 90er Jahre.

Der ursprüngliche Studienplan wurde aufgrund verschiedener Gesetzesänderungen, und vor allem um mit der wissenschaftlichen und technischen Entwick-

1987

1989

1991

1993

1995

1997

1999

1986

1988

1990

1992

1994

1996

1998

2000



bereich Computerwissenschaften“ und „Fachbereich Scientific Computing“ umbenannt. Auch das universitäre Schwerpunktzentrum „ICT&S“ (Information and Communication Technologies & Society) wurde im Jahr 2002 ins Leben gerufen. 2006 werden die beiden Fachbereiche unter dem gemeinsamen Dach des „Fachbereichs Computerwissenschaften“ wieder vereint. 2007 wird mit dem Christian-Doppler-Labor für Embedded Software Systems unter der Leitung von Prof. Wolfgang Pree das dritte salzburger Christian-Doppler-Labor gegründet.

lung Schritt zu halten mehrmals geändert, so in den Jahren 1989, 1990, 1992 und 1996. Im Jahr 1998 wurde das Studienangebot um das technische Doktorat erweitert. Das Institut teilte sich auf, es entstanden das Institut für Computerwissenschaften und das Institut für Scientific Computing.

Zu Ende des Jahres 1999 hielt die Welt den Atem an und sah gebannt auf Computeruhren, die sich anschickten, die (Computer-)Zeit um 100 Jahre zurückzudrehen und so die Welt ins Chaos zu stürzen. Jedoch – nur wenig passierte.

### **Bologna und Lehramt**

Mit der Änderung des Studienplans im Jahr 2000 wurde der bildungspolitischen Entwicklung hin zu Bachelor- und Masterstudiengängen Rechnung getragen, im Jahr 2001 wurde im Rahmen des europaweiten sogenannten „Bologna-Prozesses“ das bisherige, in zwei Abschnitte aufgeteilte Studium auf ein Bachelor- und ein Masterstudium umgestellt. Im Jahr 2000 wurde das kombinationspflichtige Lehramtsstudium „Informatik und Informatikmanagement“ eingeführt. Neben vielen mit den Bachelor- und Diplomstudenten geteilten Lehrveranstaltungen ergänzten einige lehramtsspezifische Veranstaltungen sowie die für alle Lehramtsstudien vorgesehenen Praktika an Schulen den Studienplan der angehenden Pädagogen.

Im Rahmen der Neuorganisation der Universitäten mit dem UG 2002 wurden die beiden Institute in „Fach-

Im neuen Jahrtausend wurden die Professoren Kirsch, Pohlmann, Pree, Tscheligi und Vajteršic berufen, die Professoren Clausen, Efinger und Koenne emeritierten.

### **Gegenwart und Zukunft**

Mit dem Wintersemester 2008/09 traten neue Bachelor- und Diplomstudienpläne in Kraft. Die bisher schon vorhandenen Ausbildungsschwerpunkte wurden weiter gestärkt, und erstmals besteht die Möglichkeit, einen so genannten „Major“ in Graphik und Bildverarbeitung, ICT&S (Information and Communication Technologies & Society), IT-Sicherheit, IT und Recht, Multimedia oder Wirtschaftswissenschaften zu erwerben.

Der Fachbereich engagiert sich in zahlreichen universitären Angeboten, wie zum Beispiel „uni:hautnah“, einer öffentlichen Präsentation der Forschungsarbeit an der Universität im Europark, „dITact“, einer technischen Sommerschule für Mädchen und Frauen, sowie „FIT - Frauen in die Technik“, einer Initiative, die Schülerinnen technische Berufe und Studien nahe bringen will.

Mit der nahenden Besetzung der Professur für Datenbanken wird der Fachbereich weiter wachsen, und sieht den Herausforderungen der Zukunft entgegen – auf dass die nächsten 20 Jahre ebenso erfolgreich verlaufen mögen wie die vergangenen. ■

2001

2003

2005

2007

2009

2011

2013

2002

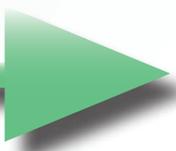
2004

2006

2008

2010

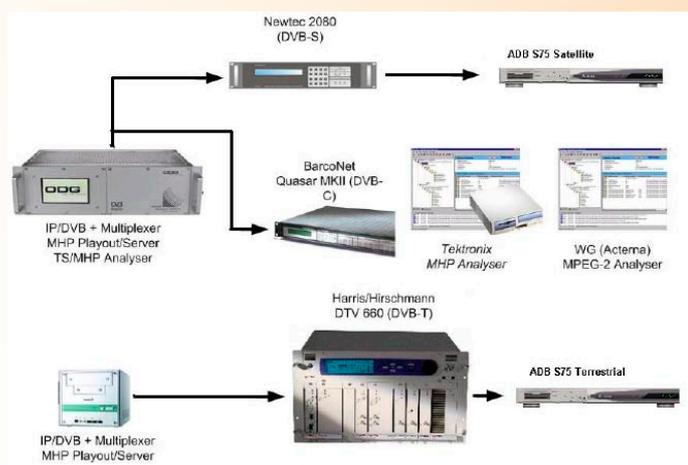
2012



## Multimedia Communications Group

Die Arbeitsgruppe "Multimedia Communications" wurde von O.Univ.-Prof. H.D. Clausen Anfang der 90er Jahre, nur wenige Jahre nach Gründung des Instituts für Computerwissenschaften ins Leben gerufen und forscht seit mehr als 15 Jahren im Themenbereich *Internet über Satellit* und *Multimedia Netze*.

Die momentanen Schwerpunkte der Forschung liegen in den Bereichen IP/DVB, MHP Middleware, intelligente Proxy und Caching, IP-multicast Protokolle und Anwendungen. Im SAT-Labor wurde über viele Jahre eine komplette Testumgebung zur Untersuchung und Messung von interaktiven Fernseh- und Multimedia-Rundfunk-Anwendungen aufgebaut. Dort werden laufend neue Protokolle und Anwendungen untersucht. Mehrere Enkapsulatoren und Modulatoren für die drei Basis-Übertragungsmedien von DVB (Satellit, Kabel, und Terrestrik) sind hier mit Set-top Boxen und PC-basierten Empfangsgeräten verbunden und erlauben mit Hilfe von parallel geschalteten professionellen Messgeräten genaueste Überwachung und Verifikation von Übertragungen.



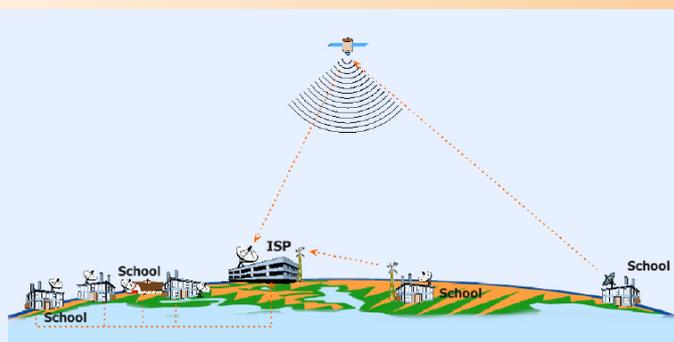
In mehreren ESA- und EU-geförderten Forschungsprojekten wurde erfolgreich sowohl Grundlagenforschung als auch angewandte Forschung durch geführt, wobei der Fokus der Salzburger Forschungsgruppe in der Kombination von rundfunktauglichen Anwendungen mit übertragungstechnischen Protokollen und die Integration in anschauliche Demonstrationen lag und liegt. Insbesondere die Versorgung von ländlichen Gegenden mit Breitband-Internet und



die Nutzung von Rundfunk für mehr als Radio und Fernsehen lag den Salzburger immer sehr am Herzen.

Zum Beispiel wurde die Idee eines Postwurf-Internets, welches Neuigkeiten über Rundfunk an alle Teilnehmer verteilt und die Empfangsstationen die für die Benutzerin interessanten und relevanten Webseiten herausfiltert und zwischenspeichert, sodass die Ansicht dieser Seiten im Idealfall keine zusätzliche Übertragung der Seiten mehr benötigt, bereits Ende der 90er Jahre entwickelt und seither in mehreren Szenarien mit österreichischen Schulen im Projekt AVD und irischen Schulen im Projekt SchoolCast getestet und optimiert.

Gerade für Videokonferenz ähnlichen Anwendungen, bei der viele Interessierte an verschiedenen Orten teilnehmen, wurde ein Suite von Anwendungen entwickelt, um die Übertragungskosten über Satellit zu minimieren und die Bandbreite effizient zu nutzen. Seit 2006 ist die Gruppe auch im Europäischen Exzellenz-Netzwerk SatNEx (Satellite Communication Network of Excellence), einer von der EU geförderten Exzellenzinitiative eingebunden und hat neben erfolgreichen Forschungsvorhaben eine Sommerschule und eine internationale Konferenz ausgerichtet. ■



## Ausgewählte Publikationen:

„FIRST: Future Internet - A Role for Satellite Technology“, G. Fairhurst, L. Caviglione, B. Collini-Nocker, International Workshop on Satellite and Space Communication, Toulouse, France, Sep 2008

„Analysis of IPv6 Encapsulation over ULE and MPE using a Regenerative Satellite Payload“, B. de la Cuesta, A. Yun, G. Fairhurst, B. Collini-Nocker, C. Prähauser, International Workshop on Satellite and Space Communication, Toulouse, France, Sep 2008

„A Second Generation Architecture for Linux DVB Networking“, C. Prähauser, B. Collini-Nocker, Advanced Satellite Mobile Systems Conference, Bologna Italy, Aug. 2008

„Experimental Evaluation of PDU Concatenation in ULE with IP Telephony“ C. Prähauser, B. Collini-Nocker, International Workshop on Satellite and Space Communications (IWSSC) 2007, Salzburg, Austria, Sep. 2007

„Analytical and Experimental IP Encapsulation Efficiency Comparison of GSE, MPE, and ULE over DVB-S2“, A. Mayer, F. Vieira, B. Collini-Nocker, M. Vazquez Castro, L. Jiang, International Workshop on Satellite and Space Communications (IWSSC) 2007, Salzburg, Austria, (Best Paper Award), Sep. 2007

„A lightweight security extension for ULE“, M. Noisternig, B. Collini-Nocker, International Workshop on Satellite and Space Communications (IWSSC) 2007, Salzburg, Austria, Sep. 2007

„DiffServ-based Service-specific VCM in DVB-S2“, P. Maurutschek, A. Maier, 16th IST Mobile & Wireless Communications Summit, Budapest, Hungary, July 2007

„GeoBroadcast - A new Approach for the Distribution of Geoinformation via Broadcasting Technologies“, B. Collini-Nocker, H. Suitner, P. Schreilechner, 3rd ESA Workshop on Satellite Navigation User Equipment Technologies - NAVI-TEC 2006, Noordwijk, The Netherlands, Dec. 2006

„A Hardware ULE Decapsulator for the Unidirectional Lightweight Encapsulation“, C. Prähauser, J. Schmidbauer, B. Collini-Nocker, Second International Workshop on Satellite and Space Communications 2006, Madrid, Spain, Sep. 2006

„Unidirectional Lightweight Encapsulation (ULE) for transmission of IP datagrams over MPEG-2/DVB networks“, G. Fairhurst, B. Collini-Nocker, RFC 4326, Dec. 2005

„A Framework for Transmission of IP Datagrams over MPEG-2 Networks“, J-M. Montpetit, G. Fairhurst, H. Clausen, B. Collini-Nocker, H. Linder, RFC 4259, June 2005

Weitere Informationen:

<http://www.network-research.org>

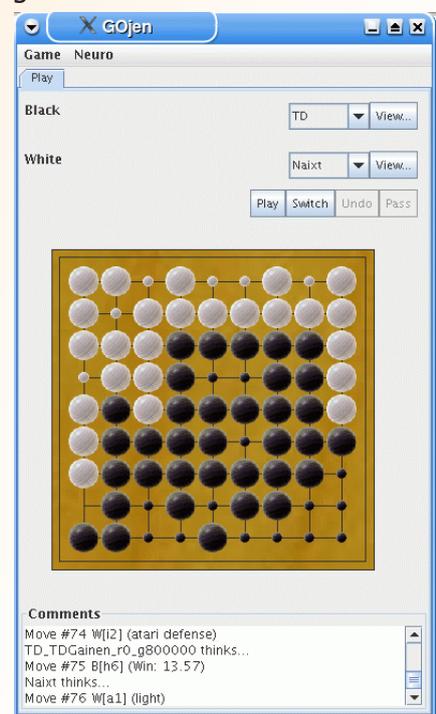
## Roboter spielen Go

Das Robolab ist ein Experimentallabor, in dem Studenten eigene Erfahrung in verschiedenen Spezialgebieten der Robotik sammeln können. Diese umfassen mobile autonome Roboter, evolutionäre Robotik, Neurocontroller und das Programmieren eingebetteter Systeme.

Die meisten Studenten arbeiten im Robolab im Rahmen ihrer Diplom- oder Praxisarbeit. Im Robolab entstand EMMA1, ein kleiner, autonomer Roboter, der mit einer Schwarzweiss-Kamera und einem „fuzzy logic controller“ ausgerüstet ist. Die Weiterentwicklung von EMMA1 erfolgt anhand ihrer Fähigkeiten bei einer sehr menschlichen Tätigkeit – beim Fußballspielen. Die gemachten Erfahrungen kamen auch dem Nachfolgemodell EMMA2 (*siehe Bild*) zugute. Das „Gehirn“ von EMMA2 bildet ein handelsüblicher Handheld, der über eine Farbkamera sowie eine Bluetooth-Verbindung den Kontakt zur Aussenwelt herstellt.

In gewissem Sinne muss ein Roboter vorausdenken und planen, eine Fähigkeit, die auch bei komplexen Brettspielen von großer Bedeutung ist. In einem anderen Projekt werden daher „Robotergerirne“ darauf trainiert, Go zu spielen. Go ist ein fernöstliches Brettspiel, das zwar sehr einfache Regeln, aber sehr viele mögliche Züge für jede Spielfeldsituation aufweist. Dies macht das Spiel für den Computer (aber auch für den Menschen) schwieriger als Schach.

Der Ansatz ist nun, den Computer (konkret Künstliche Neuronale Netze) gegen sich selbst spielen zu lassen, wobei der Rechner nur die Information über den Spielausgang erhält. Gewinn oder Verlust können im Sinne des verwendeten Reinforcement Learning als Belohnung oder Bestrafung interpretiert werden, was dazu führt, dass der Computer sein Spielniveau fortlaufend steigert, ohne jemals explizit Prinzipien des Spiels „erklärt“ zu bekommen. ■

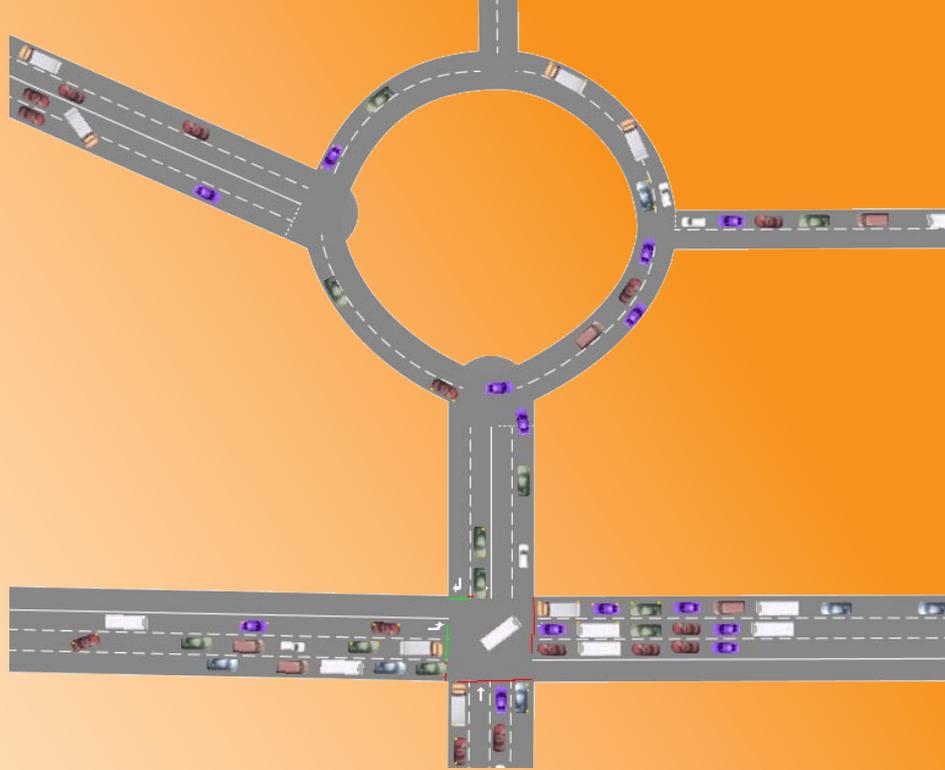


## Simulation

Simulation gehört zu den ältesten Computeranwendungen: Ein in Software realisiertes Modell bietet eine kosten sparende und oft sogar alternativlose Möglichkeit, das Verhalten eines existierenden oder auch erst geplanten Systems durch Experimente und Messungen zu untersuchen. Die Anwendungen in Technik und Wirtschaft sind überaus zahlreich und vielgestaltig; breite öffentliche Aufmerksamkeit finden Weltmodelle wie die „Grenzen-des-Wachstums“ Studie des Club of Rome 1972 oder aktuelle Rechnungen zur Entwicklung des globalen Klimas. In solchen Anwendungen ist Simulation das Mittel quasi-empirischer Forschung; es sollen Daten als Grundlage für Einsichten und Entscheidungen gewonnen werden.

Es gibt verschiedene Modellierungs- und Simulationstechniken; weit verbreitet sind Differentialgleichungen und der „discrete-event“ Ansatz, und beide sind sehr gut durch Softwarepakete unterstützt. In unserer Arbeitsgruppe dominiert der zweite Ansatz. Bei dieser Modellierung mit diskreten Ereignissen sieht man das Systemverhalten als eine Folge von sprunghaften, momentanen Veränderungen des Zustands (das sind die Ereignisse) und dazwischen liegenden Zeitintervallen, in denen nichts geschieht. Das heißt, man repräsentiert etwa bei der Modellierung einer Fertigungsanlage einen einfachen Arbeitsschritt durch Anfangs- und Ende-Ereignisse und zeichnet nicht die allmähliche Veränderung des Werkstücks während dieses Schritts nach. Zeitverbrauch des Computers und simulierte (dargestellte) Zeit werden dadurch grundsätzlich entkoppelt: Der Computer arbeitet und verbraucht Rechenzeit, um die Ereignisse nachzubilden, aber kann die Zeitstrecken dazwischen einfach überspringen. Je nach Komplexität und Zahl der nachzubildenden Ereignisse kann eine Computersimulation deshalb um Größenordnungen schneller oder langsamer sein als der reale Vorgang. Ein typisches Beispiel für den zweiten Fall stellen Simulationen bei der Entwicklung neuer Rechner dar: das Softwaremodell kann die Geschwindigkeit der simulierten Hardware nicht erreichen.

Seit einigen Jahren bemüht man sich darum, Simulationsrechnungen auf mehrere Computer zu verteilen, z.B. um durch Parallelarbeit früher zum Resultat zu kommen oder um größere Modelle rechnen zu können. Die Modellteile kommunizieren dabei durch Nachrichten, die dem Empfänger ein von ihm aus-



zuführendes Ereignis mitteilen. Das algorithmische Problem ist nun, zeitliche Inkonsistenzen in der Modellausführung zu vermeiden: ein Modellteil darf nur dann zur simulierten Zeit  $t$  voranschreiten, wenn er alle ihn betreffenden Nachrichten bis  $t$  empfangen und berücksichtigt hat, die die anderen Modellteile ihm schicken, d.h. wenn seine Vergangenheit, also die Zeit vor  $t$ , abgeschlossen ist. Diese Konsistenz muss sichergestellt werden, ohne die mögliche Parallelarbeit, auf die man es ja abgesehen hat, durch Maßnahmen zur globalen Synchronisation unnötig einzuschränken. Eine mögliche Vorgehensweise, die sog. „optimistische“ Strategie der verteilten Simulation, ist von einer klassischen Fehlertoleranztechnik inspiriert: Modellteile schreiten auf Basis möglicherweise unvollständiger Information voran und setzen zurück in einen früheren Zustand, sobald sie eine Nachricht empfangen, die in ihre Vergangenheit gehört, also vor dem inzwischen angenommenen Zustand hätte berücksichtigt werden sollen. Die korrigierenden Rücksetzmanöver, die „rollbacks“ sind unerwünscht, weil sie insbesondere auch an anderer Stelle rollbacks auslösen können. In unserer Arbeitsgruppe haben wir eine Variante dieser Strategie entwickelt, implementiert und untersucht, die in manchen Situationen die Anzahl der rollbacks und daraus folgende Effizienzverluste zu verringern kann: „Split Queue Time Warp“ ordnet Nachrichten anhand einer Typkennung verschiedenen Eingangswarteschlangen zu, die selektiv entsprechend ihrer aktuellen Relevanz vom Empfänger abgearbeitet und so auch nur eingeschränkt zum Auslöser für einen rollback werden.

Neben Fragen der Simulationsverfahren und -techniken interessieren uns auch konkrete Anwendungen, die informatisch reizvoll sind. Ein jüngeres Beispiel

ist ein Simulator für Echtzeitsoftware, die in Real-Time Java (RTSJ) geschrieben ist. „Simulation“ bedeutet hier, dass ein vorhandenes Echtzeitprogramm in simulierter Zeit ausgeführt wird. Es findet keine eigentliche Modellierung statt, kein Ersatz der Sache selbst durch ein Softwaremodell. Das Softwaremodell ist in unserem Fall vielmehr im wesentlichen das vorgegebene Java Programm, und Simulation bedeutet, dass dessen Semantik, also die Ausführung, geändert wird.

Unser Simulator verwendet klassische „discrete-event“ Technik und erfordert, dass elementare Anweisungen im gegebenen Programm mit geschätzten Zeitverbräuchen beschrieben werden, um alles Geschehen auf die simulierte Zeitachse abbilden zu können. Damit nebenläufiges Verhalten mit seinen Effekten wie z.B. Warten korrekt in die simulierte Zeit übersetzt wird, beinhaltet der Simulator eine entsprechende Neuimplementierung von Javas Sprachmitteln für Nebenläufigkeit (threading). – Der Simulator soll als Werkzeug z.B. für Tests bei der Entwicklung von RTSJ Software dienen. Er arbeitet auf einer Standard Java Implementierung (JVM), ist für vollständige Programme oder auch Vorformen (ausreichend annotierte Skelette) einsetzbar und beinhaltet Funktionen, die die integrierte Simulation des technischen Anwendungskontexts der zu testenden Echtzeitsoftware unterstützen.

Einen wichtigen Anwendungsbereich verschiedener Techniken der Modellierung und Simulation stellen Verkehrssimulationen dar. Geht es um die Planung neuer Straßen, soll der Verkehrsfluss in einem Bezirk oder einer ganzen Stadt verbessert werden oder kann durch verschiedene Maßnahmen wie z.B. Ampeln, neue Vorrangsregelungen oder Einbahnen eine allgemeine Verbesserung erzielt werden? Entsprechend eingesetzte Simulationen können für solche Fragen Entscheidungshilfen liefern, bevor eine Umsetzung in der Realität erfolgt. In Masterarbeiten wurden Tools geschaffen, die mit Hilfe des „mikroskopischen“ Ansatzes (d.h. es wird jeder Verkehrsteilnehmer als Individuum in der Simulation behandelt) die Erstellung von Straßennetzen und den Ablauf der Simulation ermöglichen. So können z.B. Fragen nach „intelligenten“ Ampelsteuerungen oder Optimierungen bestehender Straßensysteme untersucht werden. ■

#### Applied Algorithmics

<http://www.cosy.sbg.ac.at/~pohlmann>

<http://www.cosy.sbg.ac.at/~eder>

<http://www.cosy.sbg.ac.at/~hagenau>

<http://www.cosy.sbg.ac.at/~helmut>

## Logik und Theoretische Informatik

Die Arbeitsgruppe unter der Leitung von Ao. Univ. Prof. Dr. Elmar Eder beschäftigt sich mit der Komposition von Regeln in Schnittkalkülen, insbesondere in Frege-Hilbert-Kalkülen für die klassische Prädikatenlogik erster Stufe. Schnittkalküle erlauben in vielen Fällen extrem viel kürzere Beweise als schnittfreie Kalküle. Ein Nachteil bei Schnittkalkülen ist allerdings, dass es sehr viel schwerer ist, einen Beweis automatisch zu finden als dies - etwa durch Rückwärtsschließen - in schnittfreien Kalkülen möglich ist. Herkömmliche Verfahren versagen dabei, da sich der Suchbaum an jedem Knoten des Suchbaumes unendlich verzweigt. Eine Lösung für diese Problem ist aber, nicht nach Formeln, sondern nach Regeln zu suchen. Anstatt also eine Formel aus mehreren Formeln herzuleiten, leitet man eine Regel durch Komposition aus mehreren Regeln her. Der resultierende Suchbaum ist dann wieder endlich verzweigt. Da aber die Komposition von Regeln wesentlich komplizierter ist als die Herleitung von Formeln, sind hierbei völlig neue Fragestellungen zu beantworten.

Es werden dabei mathematisch-algebraische Eigenschaften von Mengen von Regeln unter der Operation der Komposition und unter verwandten Operationen untersucht, des weiteren Verfahren zur Berechnung von Kompositionen von Regeln sowie die Frage, ob man feststellen kann, wann zwei Regeln extensional gleich sind. Diese Fragen sind von Bedeutung für die automatische Konstruktion von Beweisen in Schnittkalkülen, insbesondere, wenn man sich nicht auf reines Vorwärts- oder reines Rückwärtsschließen beschränken will. Im Gegensatz zu herkömmlichem logischem Schließen wird beim logischen Schließen mit Regelkomposition eine Unifikation von Formelschemata nötig.

Diese Forschungen sind auch Themen von Diplomarbeiten. Hier wird ein System implementiert, das die Komposition von Regeln von Frege-Hilbert-Kalkülen berechnet und darauf aufbauend einen auf Regelkomposition basierenden Theorembeweiser, der sich wahlweise interaktiv bedienen lässt oder automatisch selbständig einen Beweis sucht.

In einer weiteren Arbeit wird ein Beweissystem für den Konsolutionskalkül implementiert. Der Konsolutionskalkül ist sowohl eine Verallgemeinerung des Resolutionskalküls als auch der Konnektionsmethode. Im Gegensatz zur Konnektionsmethode wird nicht nur eine Pfadmenge immer weiter vereinfacht, sondern direkt mit mehreren Pfadmengen gerechnet. Neben der Bedeutung für die Grundlagen haben die Arbeiten praktisches Anwendungspotenzial für die automatische Verifikation von Computersoftware. ■

# Wissensbasierte und Lernende Systeme Mathematische Informatik

O.Univ.-Prof. Dipl.-Math. Dr. habil. Jochen Pfalzgraf wurde im Wintersemester 1996 als Ordinarius nach Salzburg berufen. Die Arbeitsgruppe von Professor Pfalzgraf beschäftigt sich mit der Entwicklung und Anwendung mathematischer Methoden und Resultaten im Bereich der Künstlichen Intelligenz und der Computer Wissenschaften. Unter anderem werden Computer Simulationen einschließlich industrieller Anwendungen durchgeführt.

Neben Prof. Pfalzgraf bilden Dipl.-Ing. Dr. Thomas Soboll, Dipl.-Ing. Marietta Stutz und Susanne Stadler den Kern der Arbeitsgruppe. Doktoranden und Diplomanden arbeiten aktiv in der Arbeitsgruppe mit. Motivierte Studenten werden im Rahmen von Seminar- und Praxisarbeiten in die Forschungsarbeit integriert.

Wesentliche Forschungsgebiete und Aspekte, folgend dem Grundprinzip *Wechselspiel und Zusammenwirken von Theorie und Praxis* sind:

- Wissensbasierte und Lernende Systeme
- Mathematische Methoden und Resultate in Anwendung auf folgende Bereiche:
  - Informatik
  - Künstlichen Intelligenz
  - Ingenieurdisziplinen
  - Industrieprobleme
- Entwicklung und Anwendung von Computer Simulationen inkl. industrielle Anwendungen
- Multiagenten Systeme (MAS) und Robotik
- Logik Modellierungen ("Logische Faserungen") für MAS
- Artificial Neural Networks (ANN, Künstliche Neuronale Netze), Entwicklung eines eigenen ANN Simulators FlexSimTool
- Strukturmodellierung von ANN mit CAT und Geometrie
- Soft Computing Methoden:
  - ANN
  - Fuzzy Techniken
  - Heuristische Optimierung mit Genetischen Algorithmen (GA)
  - Hybride Problemlösungsansätze
- Mathematische Modellierung mit Category Theory (CAT, Kategorientheorie)
- Applied and Computational Category Theory (AC-CAT)
- CAT Semantik in der Informatik
- Nichtkommutative Geometrie und Computer Algebra Anwendungen

- Automated Deduction
- Knowledge Management
- Knowledge Discovery
- Information Retrieval
- Decision Support Systems (DSS)

Gegenstand bisheriger Kooperation mit der Forschungsabteilung der European Aeronautic Defence and Space Company (EADS CRC, München) und der Elektronik System und Logistik GmbH (ESG, München) war unter anderem ein gemeinsames EU Proposal zum „European Security Research Programme“, PASR-2, 2005, mit EADS und ESG unter Beteiligung anderer Universitätsgruppen aus Deutschland (Uni Karlsruhe), Frankreich und England.

Die Arbeitsgruppe ist weiters Mitglied in der Gruppe Euro Working Group on DSS (EWG-DSS).

Prof. Pfalzgraf organisiert seit 2004 den Workshop „Applied and Computational Category Theory (AC-CAT)“ der jährlich im Rahmen der Konferenz „European Joint Conferences on Theory and Practice of Software“ (ETAPS) stattfindet. Seit 2005 organisiert er das Symposium „Multiagent Systems (MAS), Robotics and Cybernetics: Theory and Practice“ das 2005 und 2007 im Rahmen der Konferenz „International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernetics“ (InterSymp) stattfand; ein Symposium 2009 ist in Vorbereitung. ■

## Industrielle Kontakte

Lufthansa AG, Frankfurt/M : Arbeiten zum Problem „Optimale Positionierung von Flugzeugen auf dem Flughafen Frankfurt/M.“

DaimlerChrysler Research, München, Ottobrunn: Computer unterstützte Auswertung von Experimenten mit Stub-Tuner Einsatz mittels Neuronale Netz und Fuzzy Techniken.

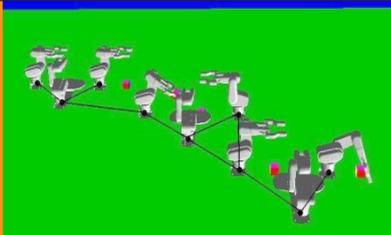
Winkhaus, Grödig: Entwurf und Implementierung eines wissensbasierten Computeruntersystems für die Auslegung von Schließplänen Schloetter GmbH, Salzburg: Bericht zum Stand der firmeneigenen Automatisierungssoftware mit Empfehlungen zur Weiterarbeit.

InfoMiner AG, Weilheim: Umfangreiche wissenschaftliche und Industrieprojekt bezogene Kooperationen im Bereich mathematischer Verfahren und Neuronale Netztechniken.

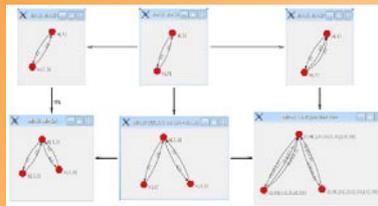
HAITEC AG, München: Einsatz Neuronaler Netze beim Geometrievergleich von CAD Modellen.

Technodat, Techno Z Salzburg: Projektpraktikum im Bereich Software Entwicklung.

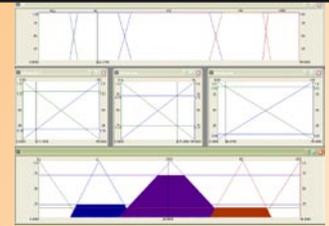
ISM, Salzburg, Telemedizin: Umfangreiche Vorarbeiten zu einem großen Antrag auf ein K+ Zentrum „Telemedizin“ im Land Salzburg.



Visualisierung einer Fuzzy Logic Einheit zur Richtungskontrolle von mobilen Robotern. Aufgabe ist es Hindernisse zu umfahren und die Geschwindigkeit der Roboter zu regeln. Simuliert wurden die Roboter in Gazebo.



3D Roboter Simulator implementiert in java3D. Dient als Demonstrator für Forschungsergebnisse im Bereich Categorical Modeling of Multiagent Systems und ACCAT.



Implementierung einer kategorialen Toolbox zur Analyse, Modellierung und Steuerung von Multiagenten Systemen. (Screenshot eines Double Pushouts)

#### Weitere Informationen:

<http://www.cosy.sbg.ac.at/~jpfalz>

<http://www.cosy.sbg.ac.at/~jpfalz/Group.html>

<http://www.cosy.sbg.ac.at/~jpfalz/publications.html>

<http://www.cosy.sbg.ac.at/~jpfalz/conferences.html>

[www.cosy.sbg.ac.at/~jpfalz/coop-contacts.html](http://www.cosy.sbg.ac.at/~jpfalz/coop-contacts.html)

### Auszeichnungen und ausgewählte Publikationen

DISTINGUISHED LEADERSHIP IN SCIENCE & EDUCATION AWARD

Received by: The International Institute for Advanced Studies in Systems Research and Cybernetics (IIAS); Baden-Baden, Germany, 2 August, 2007

OUTSTANDING SCHOLARLY CONTRIBUTION AWARD and MEDAL

Received by: IIAS; Baden-Baden, Germany, 10 August, 2006

BEST PAPER AWARD

Received at: 6th International Conference on Computing Anticipatory Systems CASYS-2003. Liège, Belgium, August 11-16, 2003

On a General Notion of Transformation for Multiagent Systems. Jochen Pfalzgraf, Thomas Soboll. Proceedings of the Conference: Integrated Design and Process Technology, IDPT-2007, June 3-8, 2007, Antalya, Turkey. Society for Design and Process Science, ISSN 1090 - 9389.

Applied and Computational Category Theory (ACCAT): Its Origins and Perspectives. Jochen Pfalzgraf, Publication of a presentation (Keynote Address) given at 18th International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernetics (InterSymp-2006). August 7-12, 2006, Baden-Baden, Germany. In: Advances in COMPUTER CYBERNETICS, Vol. XIII Edited by: George E. LASKER (President of The IIAS) Published by: The INTERNATIONAL INSTITUTE for ADVANCED STUDIES in SYSTEMS RESEARCH and CYBERNETICS (IIAS) (Tecumseh, Canada), 2007. ISBN 978-1-897233-49-8

The Base Diagram of a Multiagent System: A Categorical Model of the General Communication Structure. Jochen Pfalzgraf, with T.Soboll as invited co-author. ADVANCES in MULTIAGENT SYSTEMS, ROBOTICS and CYBERNETICS: Theory and Practice. (Volume II) Edited by: George E.LASKER and Jochen PFALZGRAF Published by: The INTERNATIONAL INSTITUTE for ADVANCED STUDIES in SYSTEMS RESEARCH and CYBERNETICS (IIAS) (Tecumseh, Canada), 2008. ISBN 978-1-897233-61-0

A new Approach on Effectively Constructing Transformation Steps for Base Diagram Manipulations in Multiagent Systems. Soboll Thomas. In: Proceedings of the Conference InterSymp08, August 2008, Baden-Baden Germany.

On Logical Fiberings and Automated Deduction in Many-valued Logics Using Gröbner Bases. Invited Article. Jochen Pfalzgraf. Revista Real Academia de Ciencias, Serie A de Matemáticas, RACSAM, Vol. 98(1), 2004. (Royal Academy of Sciences of Spain). Special issue on „Symbolic Computation in Logic and Artificial Intelligence“. Editors: Luis M. Laita, Jose Antonio Alonso, Eugenio Roanes-Lozano.

On a Hybrid Symbolic-Connectionist Approach for Modeling the Kinematic Robot Map - and Benchmarks for Computer Algebra, Jochen Pfalzgraf. Invited Contribution with the same title of an Invited Talk. In: Proceedings of the Conference Artificial Intelligence and Symbolic Computation (AISC-2008), July 31-August 2, 2008, Birmingham, England. S.Autexier, et al. (eds.): AISC/Calculus/MKM 2008. Springer Lecture Notes in Artificial Intelligence LNAI 5144, 2008.

On the Construction of Transformation Steps in the Category of Multiagent Systems. Soboll Thomas. In: Proceedings of the Conference Artificial Intelligence and Symbolic Computation (AISC-2008), July 31-August 1, 2008, Birmingham, UK. S. Autexier, et al. (eds.): AISC/Calculus/MKM 2008. Springer Lecture Notes in Artificial Intelligence LNAI 5144, 2008.

Eine komplette Liste sowie eine Aufstellung akademischer Kontakte befindet sich online unter den links angegebenen Adressen.

## Scientific Computing

Technische und wissenschaftliche Problemstellungen verlangen nach immer schnelleren und exakteren numerischen Lösungen. Zusätzlich müssen dabei immer mehr Daten verarbeitet werden. Die steigende Integrationsdichte von Computerchips und die damit erreichte Geschwindigkeitserhöhung, Vermehrung der Bandbreite in der Datenübertragung und größere Speicherkapazität kann diese Anforderungen nur bedingt abfangen. Die Entwicklung effizienter Algorithmen für die wichtigen Aufgabenstellungen unserer Zeit und deren Anpassung an moderne Hochleistungsrechner-Architekturen sind daher eine Notwendigkeit.

Diesem Thema widmet sich daher die Forschungsrichtung Scientific Computing im allgemeinen und unsere gleichnamige Arbeitsgruppe im speziellen. Dabei ist sowohl Know-How auf dem Gebiet der Informatik und Computertechnik gefragt als auch solide Kenntnisse der Mathematik. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe Scientific Computing haben dafür den richtigen Hintergrund. Beiträge aus der Funktionalanalysis, Matrixalgebra, numerischer Mathematik, Multimediatechnik, Natural Computation und Parallelverarbeitung wurden und werden erfolgreich zu neuen Ansätzen vereint.

Doch nicht nur die Mitarbeiter tragen hier zum Erfolg bei. Für das effiziente Abarbeiten numerischer Algorithmen und Software-Experimente sind Hochleistungsrechenanlagen auf dem Stand der Technik unabdingbar. Der Fachbereich und die Arbeitsgruppe haben eine langjährige Erfahrung mit der Betreuung von Großcomputern zu wissenschaftlichen Zwecken. Den Anfang machte im Jahre 1988 ein Vektor-Rechner der Firma CONVEX, gefolgt von einem SGI-Rechner mit 20 MIPS-R10000 Prozessoren, der eine Zeitlang in den Top 500 der weltweit leistungsfähigsten Computersysteme zu finden war. Danach brach die Zeit der Cluster an, die aufgrund der Verwendung von Standardkomponenten ein unschlagbares Preis-Leistungsverhältnis boten. Der von Prof. Vajtersic beschaffte Großrechner mit dem Namen „Gaisberg“ ist diesem Typ zuzuordnen. Er besitzt 36 Knoten zu je zwei Athlon MP2800+ Prozessoren und leistet dem Fachbereich wertvolle Dienste. Eine Erweiterung um vier Zweifach-Quadcore-Xeon-Knoten sowie die Anschaffung einer Shared-Memory-Maschine mit 16 64-Bit Itanium Prozessoren komplettieren unseren Maschinenpark. Außerdem nutzen wir auch die enorme Rechenleistung von Cell-Prozessoren in einem Cluster von acht Playstation-3-Konsolen für das wissenschaftliche Rechnen.

Im folgenden wollen wir auf einige Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe näher eingehen. Der Fokus liegt dabei zum einen auf der Verbesserung existierender oder Entwicklung neuer Algorithmen und zum anderen auf deren Parallelisierung auf einzelnen oder verteilten Hochleistungsrechnersystemen.

Data Retrieval ist eine Disziplin, in der es um die Verwaltung großer Datenmengen geht. Konkret versucht man, aufgrund von Suchanfragen alle relevanten Dokumente in einer großen Auswahl zu finden, ähnlich wie z.B. Google. Dabei gilt es aber, zum einen die Mehrdeutigkeit von Suchwörtern (Polysemie) zu überwinden, d.h. es soll etwa zwischen Maus, dem Tier, und Maus, dem Eingabegerät, unterschieden werden können. Zum anderen soll die Bedeutungsähnlichkeit von Wörtern (Synonymie) erkannt werden, wie etwa bei Fahrzeug und Automobil. Eine gute Lösung für dieses Problem ist das Latent Semantic Indexing (LSI), das als Grundbestandteil die Singulärwertzerlegung großer Matrizen beinhaltet. Diese Matrixoperation verursacht relativ hohe Anforderungen an die Rechenkapazität. Unsere Arbeitsgruppe arbeitet erfolgreich daran, diese Operation durch effiziente Parallelisierung für Anwendungen nutzbar zu machen. In Kooperation mit Forschern aus der Slowakischen Akademie der Wissenschaften in Bratislava wurden schnelle parallele Verfahren für die SVD-Zerlegung entwickelt, die auf der doppelseitigen Jacobi-Methode basieren. Dabei wurden neue Orthogonalisierungsstrategien gefunden, die zu einer beachtlichen Beschleunigung der Berechnungen führen. Das neueste Ergebnis zu diesem Thema ist die parallele Version von einseitigen Verfahren mit einer gezielten Auswahl der zu eliminierenden Datenblöcke aufgrund ihrer originellen Gewichtsrechnung.

Außerdem wurde die parallele SVD-Methode auf verteilte Datenbanken erweitert, und zwar im Zuge unserer Kooperation in der Austrian-Grid-Community, eine österreichweite ministeriell geförderte Forschungsvereinigung zur Urbarmachung und Zusammenschließung österreichischer Großrechner-Ressourcen nach dem Prinzip des Grid-Computing. Zurzeit wird daran gearbeitet, LSI auf Low-Level-Features von Multimedia-Daten anzuwenden.

In der gemeinsamen Forschungszusammenarbeit mit dem Jozef Stefan Institute aus Slowenien wird eine Cluster-Parallelisierung des heuristischen Stigmergy-Optimierungsverfahrens ausgearbeitet. Hier zeigt sich die Parallelisierung als einzige machbare Möglichkeit, nutzbare Ergebnisse fuer praxisrelevante Dateien zu bekommen.

Die Verfügbarkeit von SIMD-Erweiterungen wie MMX und SSE in Standardprozessoren führt zur Notwendigkeit, diese Möglichkeiten auch im Hochleistungsrechnen zu nutzen, da dort Standardprozessoren oder Varianten davon zum Einsatz kommen. Dabei können mittels einzelner Instruktionen Vektoren von zwei, vier oder mehr Zahlen in einem Streich addiert, multipliziert, usw. werden. FIR- und IIR-Filter sind neben der Fourier-Transformation die wichtigsten Ingredienzien in der Signalverarbeitung. Diese konnten erfolgreich mit SIMD-Techniken parallelisiert werden. Anwendungen davon finden sich auch im Multimedia-Bereich, wo die darauf aufbauende Wavelet-Transformation große Bedeutung hat.

Im Gegensatz dazu steht die grobkörnige Parallelisierung auf Multiprozessor- und Cluster-Systemen. Die Wavelet-Transformation und deren Verwandte spielen in der Arbeitsgruppe eine große Rolle und wurden daher extensiv parallelisiert und optimiert. Die gefundenen Algorithmen finden unter anderem in der Offline-Multimedia-Kompression oder in Multicore-Video-processing-Systemen Anwendung.

Aus der ursprünglichen Beschäftigung mit der Evolution Künstlicher Neuronaler Netze (ANN) entstanden Forschungsaktivitäten in verwandten Gebieten wie Evolutionary Robotics, Computational Neuroethology

und ANN Game Playing. Hauptmotivation hierbei ist generell die Erforschung von Methoden zum (möglichst) selbstständigen Lernen künstlicher Systeme. So lernen Roboter Aufgaben über Evolution ihres Neurocontrollers („Gehirns“) zu lösen. Mit einem solchen Zugang lassen sich aber auch Fragestellungen in der theoretischen Biologie bearbeiten, wie z.B. das Verhalten von Zugvögeln (die Roboter werden dann zu Vögeln). Evolution von Netzen wird aber auch dazu verwendet, um komplexe Spiele möglichst gut zu spielen. Aktuelles Forschungsthema ist hier das asiatische Brettspiel Go, dessen Komplexität auch fuer heutige Rechner eine sehr hohe Herausforderung darstellt. Weiters beschäftigen wir uns auch mit der Simulation von Blutströmungen mit Finite-Element-Methoden. All diese Forschungen erfordern sehr hohe Computerleistung, und auch mit dieser laufen manche Experimente viele Wochen bis ein Ergebnis feststeht. Daher sind wir stark auf Computer sehr hoher Leistungsfähigkeit angewiesen. ■

Weitere Informationen zum High Performance Computing Salzburg:

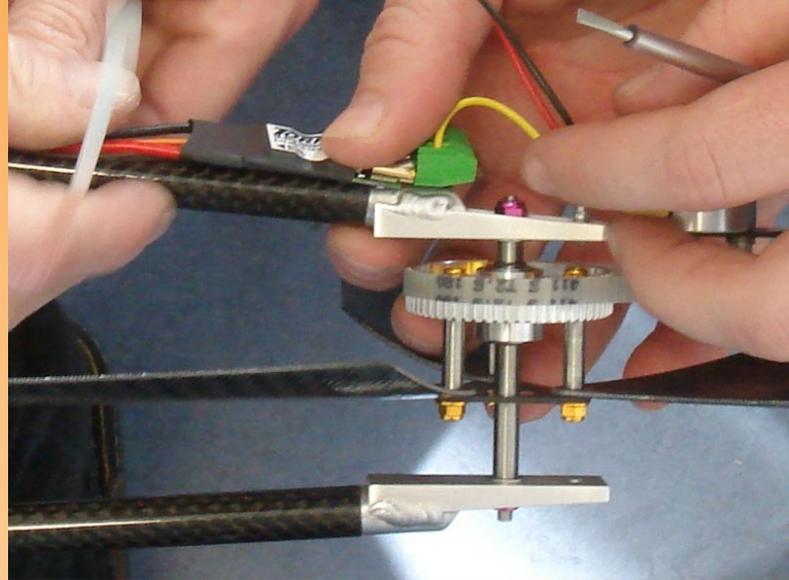
<http://hpc.sbg.ac.at/>



*Der PS3-Cluster besteht aus 8 PS3-Konsolen, welche unter YellowDog-Linux betrieben werden. Die Maschinen sind mittels Gigabit-Ethernet vernetzt und können von einem eigenen Portalrechner weitere Ressourcen (disk space) anfordern. Applikationen können damit mit bis zu 48 Synergistic Processing Units (SPUs) operieren, denen 2 GB schnelles RamBus-RAM und weitere 8 GB DDR2-RAM zur Verfügung stehen. Der Cell-Chip der PS3 verbindet MIMD- und SIMD-Technik, indem er bis zu 6 parallele Ablaufstränge erlaubt, die jeweils in der Lage sind, zwischen 2 und 16 gleichartige Operationen (SIMD) pro Zeittakt auszuführen. In Verbindung mit dem gut 200 GB/s schnellen Element Interconnect Bus erreicht der Cell-Chip der PS3 eine Spitzenleistung von ca. 150 Gflops, was eine Größenordnung über herkömmlichen CPUs liegt. Das Gesamtsystem durchbricht damit als erstes HPC-System der Universität Salzburg die Schallmauer von einem TeraFlop/s, leistet also über 1000 Milliarden Gleitkommaoperationen pro Sekunde.*

## Computational Systems

Die Arbeitsgruppe Computational Systems unter der Leitung von O. Univ.-Prof. Dr. Christoph Kirsch beschäftigt sich mit Methoden zur Entwicklung von Software für eingebettete Systeme. Unter eingebetteten Systemen versteht man Computer, die in etwas anderem als einem Computer eingebettet sind, also zum Beispiel so unterschiedliche Dinge wie Mobiltelefone und Waschmaschinen, aber auch Autos und Flugzeuge. So unterschiedlich diese Systeme auch sind haben sie doch alle gemeinsam in einem mehr oder weniger engen Zusammenspiel mit ihrer Umgebung zu stehen. Mobiltelefone müssen Sprache mit einer bestimmten Frequenz übertragen, Flugzeuge können nur ab einer bestimmten Geschwindigkeit abheben, und so weiter. Anders als herkömmliche Computer kann ein eingebettetes System seine Umgebung keinesfalls warten lassen. Die Software für solche Systeme muss deshalb besonderen Anforderungen an ihr Zeitverhalten genügen. Ihre Entwicklung ist aus diesem Grund oft ausgesprochen anspruchsvoll und erfordert neue, meist unkonventionelle Methoden. Zu Test- und Demonstrationszwecken wurde in der Arbeitsgruppe der JAviator entwickelt: ein vierrotoriger Modellhubschrauber mit circa 1.3 Meter Durchmesser, der als eine Art fliegendes Softwarelabor dient. Der JAviator ist äusserst agil und kann deshalb nur mit Computerunterstützung geflogen werden. Die dazu benötigte Software wurde mit den in der



ändert bleibt. Das JAviator Projekt wurde im Jahr 2007 mit einem IBM Faculty Award ausgezeichnet und heuer bei einer der wichtigsten internationalen Konferenzen fuer Aeronautik vorgestellt (AIAA GNC 2008 in Honolulu, Hawaii).

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeitsgruppe ist das Tiptoe Projekt: die Entwicklung eines Betriebssystems für eingebettete Systeme. Tiptoe soll eine bisher nicht erreichte Präzision im Zeitverhalten von Software ermöglichen. Ein erstes wissenschaftliches Resultat des Projekts im Bereich Speicherverwaltung wurde neben einem Resultat aus der Schweiz als einziger Beitrag aus Kontinentaleuropa bei einer der wichtigsten internationalen Konferenzen für Betriebssysteme zur Veröffentlichung akzeptiert (USENIX 2008 in Boston, Massachusetts).



Arbeitsgruppe entwickelten Methoden konstruiert. Bei einem Hubschrauber steht wie bei vielen anderen eingebetteten Systemen die Reaktionsfähigkeit der Steuerungssoftware im Vordergrund. Sie beträgt beim JAviator circa 20 Millisekunden. Im Vergleich dazu kann ein Mensch nur innerhalb mehrerer 100 Millisekunden reagieren. Ein zentrales Problem auf dem Gebiet der eingebetteten Systeme ist ausserdem die Robustheit der Software. Die in der Arbeitsgruppe entwickelten Methoden erlauben es Software zu konstruieren, deren Zeitverhalten auf verschiedenen Computern und unter wechselnder Belastung unver-

Zur Zeit umfasst die Arbeitsgruppe eine promovierte Mitarbeiterin, vier Dissertanten, und eine Reihe von Studenten im Magisterstudium.

Ausserdem werden noch zwei externe Dissertanten

Informationen zu den Projekten der Computational System Group:

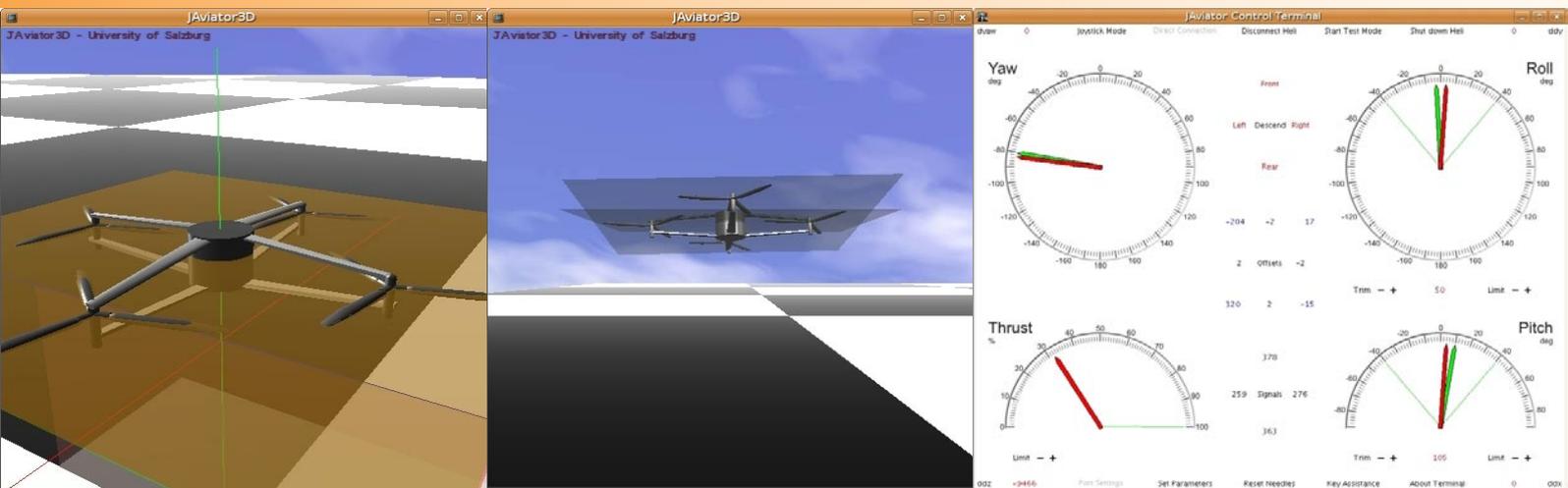
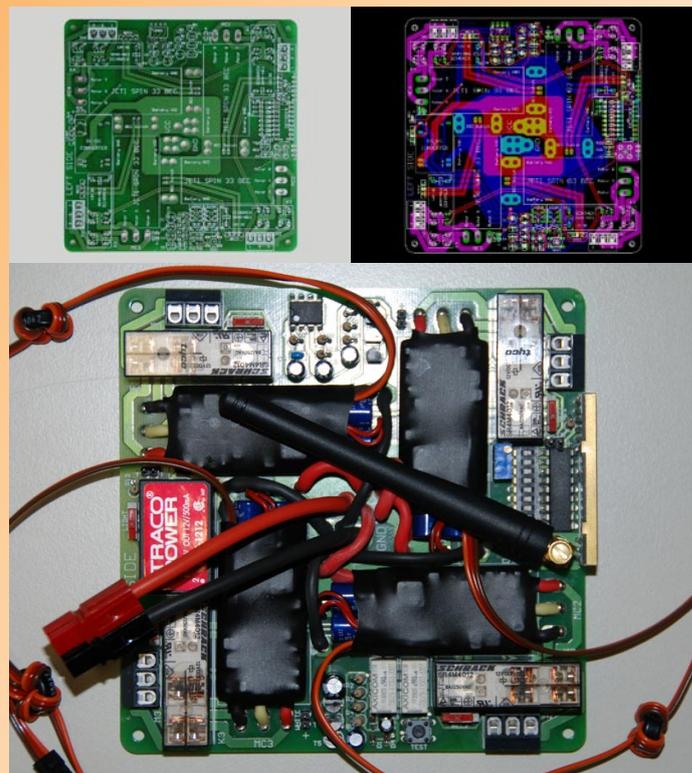
<http://cs.uni-salzburg.at/~ck/group/>

<http://javiator.cs.uni-salzburg.at/>

<http://tiptoe.cs.uni-salzburg.at/>

von der technischen Universität Temeswar in Rumänien und der Universität Porto in Portugal betreut. Weitere internationale Kooperationen bestehen mit Universitäten in der Schweiz (EPFL in Lausanne) und den USA (UC Berkeley in Kalifornien) sowie firmeneigenen Forschungs- und Entwicklungslabors in den USA (IBM Research in New York, Sun Microsystems und Hitachi in Kalifornien). Die Arbeitsgruppe ist Teil des Network of Excellence on Embedded Systems Design der europäischen Union und wird vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) in Österreich unterstützt.

Salzburg war 2007, nach New York und Seoul, Veranstaltungsort der Embedded Systems Week (ESWEEK) unter organisatorischer Leitung von Professor Kirsch. Die ESWEEK ist weltweit einer der wichtigsten wissenschaftlichen Kongresse auf dem Gebiet der eingebetteten Systeme und umfasst eine Reihe von wissenschaftlichen Konferenzen, Workshops und Tutorials. Die Arbeitsgruppe Computational Systems war federführend an der Durchführung der ESWEEK beteiligt und konnte damit einen wichtigen Beitrag leisten den Standort Salzburg in der Scientific Community international sichtbar zu machen. ■



Der JAviator wurde entworfen und gebaut, da kommerzielle Alternativen zu teuer oder zu wenig leistungsfähig waren. Am Anfang nur eine Idee, wurde am Fachbereich ein Raum, Werkzeug und die nötigen finanziellen Mittel zur Verfügung gestellt. Unter der Leitung von Prof. Christoph Kirsch wurde von den Konstruktionszeichnungen, über die Schaltpläne und Simulationssoftware bis hin zur eigentlichen Steuerungssoftware (in Kooperation mit IBM Research) alles am Fachbereich in Eigenregie entwickelt. In weniger als drei Jahren entstand so aus einer Idee ein in seinem Design einzigartiger Quadroter-Helikopter, der bereits in einer Kleinserie von fünf Exemplaren gefertigt wurde. Diese dienen den Forschern am Fachbereich, sowie deren Kooperationspartnern in den USA, als „fliegende Softwarelaboratorien“, primär zur Verifizierung ihrer Softwareentwicklungen. Die Konstruktion verbindet modernste Materialien wie ultraleichtes Karbon, Flugzeugaluminium und medizinisches Titan.

Der JAviator ist vergleichbaren, kommerziellen Modellen in verschiedenen Aspekten überlegen: Er kann mehr als sein Eigengewicht von 2,2 Kilogramm an Nutzlast heben, erzielt eine autonome Flugdauer von bis zu 40 Minuten (ohne Nutzlast) und würde in der Massenproduktion nur zirka 6.000 Euro kosten. Das JAviator Projekt ist ein gutes Beispiel dafür, was für interessierte Studenten an kreativer Entfaltung möglich ist.

## WaveLab

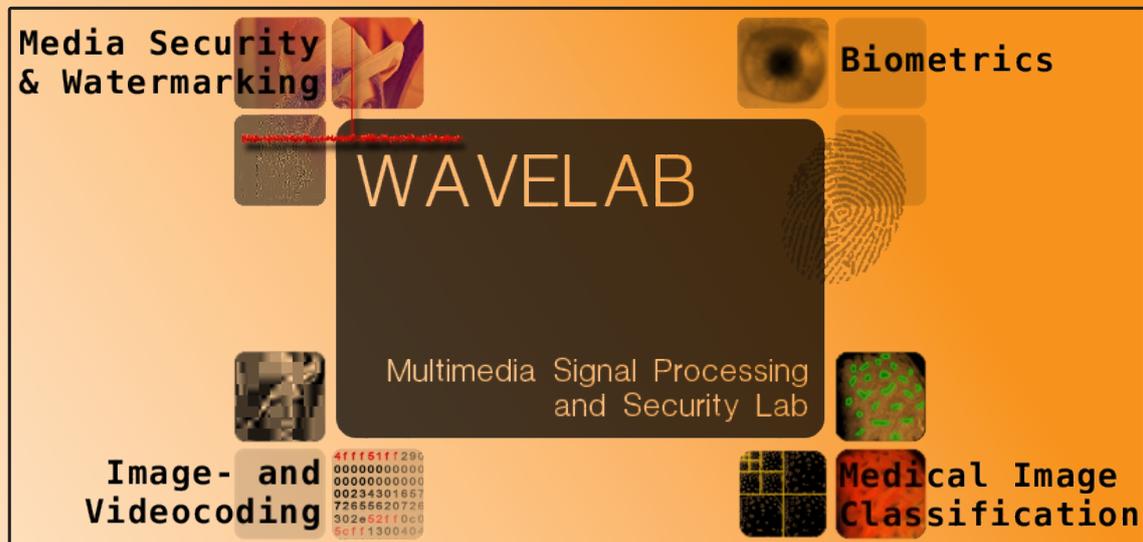
WaveLab ist ein Teil der Arbeitsgruppe „Visual Computing and Multimedia“ unter der Leitung von Ao.Univ.Prof. Dr. Andreas Uhl. Wie die Kurzbezeichnung bereits suggeriert, liegt ein methodischer Schwerpunkt im Einsatz von „Wavelets“ (kleinen Wellen, franz. ondelettes) im Bereich der Bild- und Videoverarbeitung. Die Gruppe kann 15 Jahre Erfahrung in diesem Bereich vorweisen, gegenwärtig umfasst das Team 7 Doktoranden und 5 Diplomanden.

Aktuelle Arbeits- und Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Mediensicherheit (Watermarking, Bild- und Videoverschlüsselung), Bild- und Videokompression (intensive Beschäftigung mit den Standards JPEG2000 und MPEG-4 AVC / H.264), Klassifikation von Medizinischen Bildern und Biometrischen Verfahren. Die Mitarbeiter der Arbeitsgruppe werden aus verschiedenen Drittmittelprojekten bezahlt, von denen im Folgenden einige beschrieben werden sollen.

Im Bereich der Klassifikation von Medizinischen Bildern gibt es zwei kooperierende Institutionen in Wien: einerseits die medizinische Universität Wien - AKH, andererseits das St. Anna Kinderspital. In der Kooperation mit der MedUni Wien wird ein System zur computerunterstützten Diagnose von Dickdarmkrebs entwickelt. Dabei werden digitale Bilder, die bei einer endoskopischen Untersuchung des Enddarms gewonnen werden, mit Hilfe von automatischen Methoden durch den Computer analysiert (hier kommen auch die oben erwähnten Wavelets ins Spiel) und dem behandelnden Arzt eine Diagnose vorgeschlagen.



Dadurch kann unter Umständen eine zweite Endoskopie vermieden werden (wenn z.B. etwa schon während der Untersuchung klar wird, dass eventuelle Polypen entfernt werden müssen) was kostengünstiger und für den Patienten angenehmer und schonender ist. Dieses Projekt wird vom FWF und der National-



bank (Jubiläumsfonds) finanziert. In der Kooperation mit dem St. Anna Kinderspital ist das Ziel wieder eine computerunterstützte Diagnosehilfe, allerdings hier bezogen auf die Diagnose der Zöliakie (Glutenunverträglichkeit). Da die Diagnose der Zöliakie im Allgemeinen schwierig und aufwändig ist, würde ein Erfolg grossen Fortschritt in der Diagnostik bedeuten. Dieses Projekt wird von der Nationalbank (Jubiläumsfonds) finanziert.

Im Bereich der Mediensicherheit sind gegenwärtig zwei Forschungsthemen aktuell. Einerseits wird an Watermarking-Verfahren gearbeitet, die sich für sogenannte „skalierbare Medienströme“ eignen (das sind beispielsweise Videos, die von unterschiedlichen Videoplayern mit verschiedener Qualität abgespielt werden können, ohne dass der Videostrom bearbeitet werden muss: es sind also bereits unterschiedliche Qualitäten im Videostrom vorhanden). Watermarks werden eingebettet, um Copyright-Informationen oder Kopierrechte untrennbar mit dem Medium zu verbinden, ohne die Qualität des Mediums spürbar



Informationen zu den Projekten des Wave-Labs:  
<http://www.wavelab.at>



## Ausgewählte Publikationen und Preise

Michael Häfner, Roland Kwitt, Andreas Uhl, Alfred Gangl, Friedrich Wrba and Andreas Vécsei.

Feature extraction from multi-directional multi-resolution image transformations for the classification of zoom-endoscopy images. *Pattern Analysis and Applications*, 2008. DOI 10.1007/s10044-008-0136-8.

Michael Häfner, Roland Kwitt, Andreas Uhl, Alfred Gangl, Friedrich Wrba and Andreas Vécsei.

Computer-assisted pit-pattern classification in different wavelet domains for supporting dignity assessment of colonic polyps. *Pattern Recognition*, 2008, DOI 10.1016/j.patcog.2008.07.012.

Dominik Engel, Elias Pschernig and Andreas Uhl.

An Analysis of Lightweight Encryption Schemes for Fingerprint Images.

*IEEE Transactions on Information Forensics and Security* 3(2): 173-182, 2008.

Dominik Engel, Thomas Stütz and Andreas Uhl.

Format-compliant JPEG2000 Encryption in JPSEC: Security, Applicability and the Impact of Compression Parameters.

*EURASIP Journal on Information Security* 2007, DOI 10.1155/2007/94565.

Michael Gschwandtner, Andreas Uhl and Peter Wild.

Transmission error and compression robustness of 2D Chaotic Map image encryption schemes.

*EURASIP Journal on Information Security* 2007, DOI 10.1155/2007/48179.

Andreas Uhl and Peter Wild.

Footprint-based biometric verification.

*Journal of Electronic Imaging* 17 (2008), DOI 10.1117/1.2892674.

Gerold Laimer and Andreas Uhl.

Key Dependent JPEG2000-Based Robust Hashing for Secure Image Authentication.

*EURASIP Journal on Information Security* 2007, DOI 10.1155/2008/895174.

Heinz-Zemanek Preis der Österreichischen Computergesellschaft (2002) (A. Uhl)

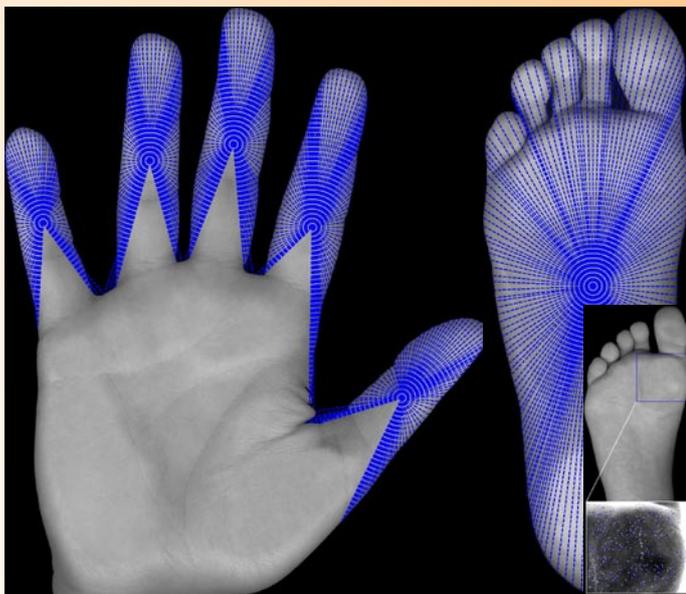
Talentförderungsprämie der Landes OÖ für Naturwissenschaften (2002) (A. Uhl)

Christian Doppler Preis (2004) (A. Uhl)

Christian Doppler Preis (2000) (Th. Schell)

DOC-Stipendium der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (2005) (D. Engel)

zu verringern - diese Anwendungen von Watermarks sind als „second line of defence“ im „digital rights management“ bekannt und bei vielen Anwendern äußerst unbeliebt. Desgleichen gilt für Verfahren zum Verschlüsseln von Videos (der „first line of defence“), wo es darum geht, Videoinhalte vor nicht-legitimierten Benutzern zu schützen. Diese Forschungsthemen werden finanziell gefördert vom FWF (in einem Kooperationsprojekt mit der Uni Klagenfurt) und dem Austrian Grid Project (BMWF Förderung).



Biometrie ist das jüngste Forschungsfeld im WaveLab. Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf Hand/Fussbiometrie und Iriserkennung. Im Zusammenhang mit diesen Modalitäten werden Fragen der Kompression der Sensordaten, Fusionsstrategien bei der Verwendung von mehreren biometrischen Merkmalen (Multi-biometrie) und Sicherheitsfragen von biometrischen Verfahren untersucht.

Die Abhaltung und Organisation von einschlägigen wissenschaftlichen Tagungen erfolgt in regelmässigen zeitlichen Abständen: 2005 wurde die Tagung „Communications and Multimedia Security (CMS 2005)“ in Salzburg organisiert, anschliessend eine EU-IST NoE „ECRYPT Summerschool on Multimedia Security“ abgehalten. Im Herbst 2007 wurde anlässlich der Projektstarts (s.o.) der „First Workshop on Endoscopic Image Processing and Analysis (EIPA 2007)“ in Salzburg abgehalten. Im September 2009 wird WaveLab das „6th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis (ISPA 2009)“ organisieren. ■

## Human Computer Interaction & Usability

Die Arbeitsgruppe Human-Computer Interaction & Usability beschäftigt sich mit speziellen Fragen der Analyse, des Designs, der Evaluation bzw. der Entwicklung von existierenden und zukünftigen Formen von Interaktion und Interaktionsumgebungen.

Speziell widmet sich die Arbeitsgruppe der Untersuchung und Entwicklung erweiterter Formen von User Experience der Untersuchung und Entwicklung neuer Interaktionsparadigmen der Anwendung und der Weiterentwicklung interdisziplinärer Methoden und Werkzeugen hinsichtlich „Experience Centred Design“ der Untersuchung spezieller Interaktionskontexte und deren Erweiterung durch optimierte User Experiences.

Die MitarbeiterInnen der Arbeitsgruppe (zur Zeit 20 MitarbeiterInnen, die Mehrzahl basierend auf Projekten) verfügen über unterschiedliche disziplinäre Hintergründe (neben Informatik auch aus den Gebieten Psychologie, Soziologie, Design und Kommunikationswissenschaften). Die Arbeitsgruppe ist ein integraler Bestandteil des ICT&S Centers (Center for Advanced Studies and Research in Information and Communication Technologies & Society), welches als Schwerpunkt an der Universität Salzburg eingerichtet ist.

Basierend auf den oben genannten Zielsetzungen wird speziell an folgenden Themen gearbeitet:

- Mobile Interfaces mit dem Fokus auf Mobile User Experiences (z.B. die emotionale Bindung zu mobilen Services), Mobile Interaktionsalternativen, Methoden und Werkzeuge für die Untersuchung Mobiler Interaktion.
- Ambient Interfaces mit dem Fokus auf den Einsatz von Ambient Technologien in speziellen Anwendungskontexten (z.B. „Ambient Shopping“ oder „Ambient Assisted Living“), Ambient Persuasion zur Nutzung von Ambient Technologien zur nachhaltigen positiven Verhaltensänderung von Personen durch entsprechende Interfacestrategien, Methoden für die Untersuchung von Ambient Interfaces in speziellen Kontexten.
- Emotionale Interfaces mit dem Fokus auf der Erkennung von Emotionen und dessen Nutzung in zukünftigen Formen der Interaktion (z.B. durch Gesichtserkennung) bzw. der Umsetzung von emotionalen Aspekten im Interface.
- Soziale Interfaces mit dem Fokus auf Human-Robot Interaktion bzw. User Experience von User Generated Content.



von Labor Technologien und Labor Werkzeugen definiert eine weiteres Arbeitsfeld der Arbeitsgruppe.

Seit dem Entstehen der Arbeitsgruppe wurden und werden eine Reihe von Forschungs- und Kooperationsprojekten durchgeführt. So ist die Arbeitsgruppe zur Zeit an zwei EU Projekten in den Themenbereichen User Generated Content (CITIZEN MEDIA) bzw. Human-Robot Interaction (ROBOT@CWE) maßgeblich beteiligt. Weiters gibt es eine Reihe von Industriekooperationen wie etwa mit RIM (Research in Motion) zur Untersuchung

der Emotionalen Bindung bei mobilen Geräten und Services, mit der Firma Ruwido zur Untersuchung von Interaktion und User Experience im Kontext Home oder mit Infineon Österreich zur Untersuchung von Interaktionsaspekten im Kontext Fabrik.

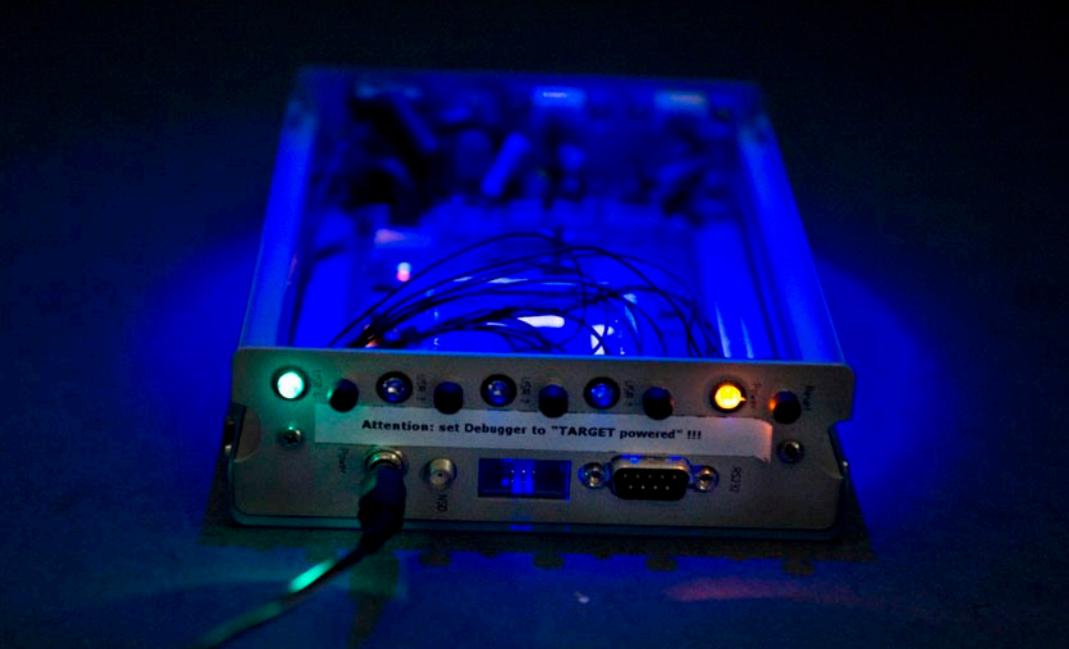
Neben den diversen Forschungsaktivitäten wurden bisher drei internationale Konferenzen von der Arbeitsgruppe organisiert. 2005 fand die MobileHCI (International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services) in Salzburg statt. 2007 wurde die ACE (International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology) veranstaltet und 2008 fand die EuroITV (European Interactive TV Conference) in Salzburg statt. Weitere internationale Konferenzen für die nächsten Jahre sind bereits in Planung. ■

- Untersuchung spezieller Interaktionskontexte („Contextual Interfaces“) und deren Kontextparameter, speziell der Zusammenhang mit User Experience bzw. User Experience Faktoren bzw. Interaktionsalternativen in verschiedenen Kontexten (z.B. alternative Ansätze von Fernbedienungen).
- Methoden zur Untersuchung von Kontexten zur Identifikation von Benutzerwünschen und Bedürfnissen, Methoden des partizipativen Designs bzw. Evaluationsmethodiken in den jeweiligen Kontexten selbst.

Die Arbeitsgruppe verfügt über ein modern ausgestattetes Usability & User Experience Labor (z.B. mit Eye-Tracking, Physiologischen Messeinrichtungen) bzw. dient ein Experimental Lab dem „Experience Prototyping“ unterschiedlicher Interaktionssituationen. Zusätzlich findet ein mobiles Labor in Felduntersuchungen seine Verwendung. Die Weiterentwicklung



„ICT&S“ (Center for Advanced Studies and Research in Information and Communication Technologies & Society) ist einer der vier Schwerpunkte der Universität Salzburg. Informationen zu den Projekten und Aktivitäten sowie zu angebotenen Kursen und Lehrveranstaltungen stehen auf <http://www.uni-salzburg.at/icts> online.



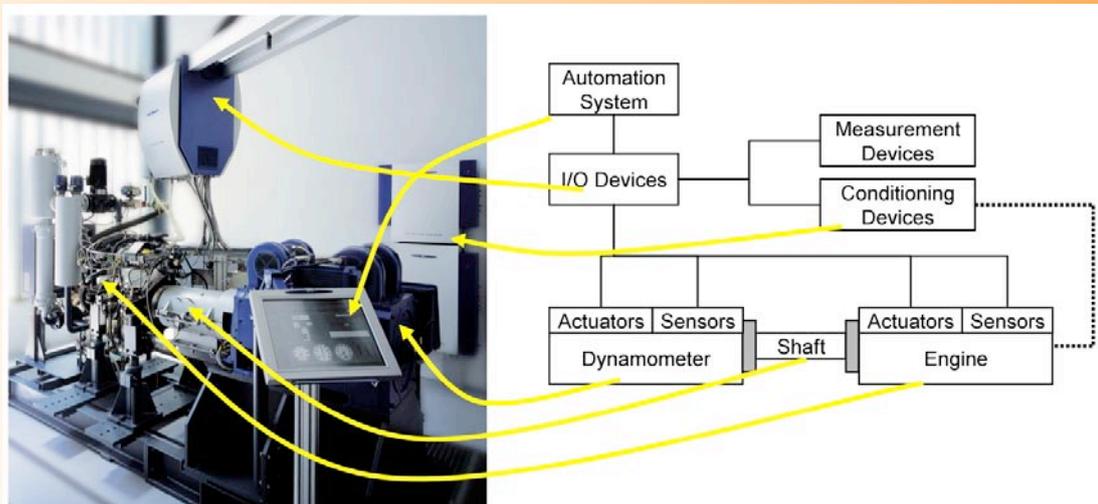
ausgezeichnet. Drei Jahre später wurde das CD-Labor „Embedded Software Systems“ mit der AVL als Industriepartner vorbereitet und 2007 schließlich eingerichtet. Aufgrund der ausgezeichneten Forschungsergebnisse hat sich die AVL entschieden, die Zusammenarbeit langfristig zu etablieren, indem sie in Salzburg ein Software-Innovationszentrum in enger Kooperation mit uns aufbaut. Die Arbeitsgruppe Software Engineering versucht, den Spagat zwischen Grundlagenforschung

## Software Engineering und Christian-Doppler (CD)-Labor „Embedded Software Systems“

Die Arbeitsgruppe unter der Leitung von O. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Pree erforscht Konzepte, Methoden und Werkzeuge zur Konstruktion von zuverlässiger Software. Der Anwendungsbereich konzentriert sich aktuell auf sogenannte Embedded Systems. Diese sind im Alltag versteckt, ohne dass wir bewusst daran denken: Im Mobiltelefon zum Beispiel, oder im MP3-Spieler. Niemand weiß, wenn er im Auto sitzt, welche Computer was machen. Das Auto muss nur fahren. Es gibt viele Beispiele dafür, wie die Computertechnologie in unser Alltagsleben einsickert und dabei eigentlich keine Besonderheit mehr darstellt. Es fällt nur dann auf, wenn etwas nicht funktioniert. Oft ist die mangelhafte Software die Wurzel des Übels.

Der Industrie-Partner des CD-Labors „Embedded Software Systems“ ist die AVL List GmbH (AVL.com), der weltweit größte unabhängige Entwickler von Antriebssystemen sowie von Simulations- und Testsystemen für die Fahrzeugindustrie. Die erfolgreiche Kooperation der AVL mit Wolfgang Pree an der Universität Salzburg hat bereits eine langjährige Geschichte: Im Jahr 2003 wurde ein gemeinsames Forschungsvorhaben, bei dem auch MagnaSteyr-Fahrzeugtechnik und die Technische Universität Wien beteiligt waren, durch eine internationale Gutachtergruppe als bestes Projekt

und angewandter Forschung zu schaffen. Bei Embedded Software lassen sich die Grundlagenforschung und angewandte Forschung tatsächlich gut verbinden: Wenn es um mehr Effizienz oder auch mehr Sicherheit geht, sind das natürlich Wirtschaftsparemeter und Themen, die die Industrie beschäftigen. Um das zu erreichen, ist solide Grundlagenforschung nötig: Bisher schrieb man Embedded Software für bestimmte Prozessoren und Computerplattformen. Eine Änderung der Plattform bedeutet, dass die Software neu geschrieben und getestet werden muss. Das ist teuer und fehleranfällig. Ein Ziel der Grundlagenforschung der Arbeitsgruppe ist es, die Portabilität von



Embedded Software zwischen Hardware-Plattformen zu erreichen und zu garantieren, dass die Software 100% sicher funktioniert. Das würde visionäre Szenarien erlauben. Zum Beispiel könnten für ein Fahrzeug neue oder verbesserte Funktionen, wie Hinderniserkennung oder automatisches Abstandhalten, über das Internet heruntergeladen und auf das Auto übertragen werden, ohne das Verhalten der anderen Software-Komponenten zu beeinflussen. Ein weiteres Anwendungsgebiet für sichere Embed-

ded Software sind Motorenprüfstände, die von AVL unter anderem zur Entwicklung schadstoffarmer, effizienter Motoren verkauft werden. Im CD-Labor wird die wissenschaftliche Basis gelegt, um Motorenprüfstände zu virtualisieren. Das erfordert eine detaillierte Beschreibung der gesamten Hardware und Software: Welche Sensoren messen welche Werte? Mit welchen Kabeln sind diese mit den Rechnern verbunden, die die Werte erfassen? Welche Regler-Software steuert das System? Durch ein geeignetes Software-Komponenten-Modell, das durch Adaptierung objektorientierter Konzepte auf den Anwendungsbereich der Automatisierungssysteme entstanden ist, wurde eine solche Beschreibung erst möglich. Die Vorteile sind vielfältig: es werden die AVL-internen Prozesse, die Inbetriebnahme und die Bedienung signifikant vereinfacht. Die Grenze zwischen virtuellem Prüfstand und dem in der realen Welt wird unscharf. ■



Informationen zum CD-Labor „Embedded Software Systems“ stehen unter <http://www.uni-salzburg.at/SRC> online.

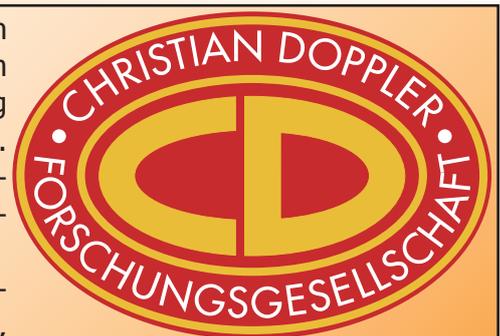
**Christian Doppler Laboratorien** entstehen im Rahmen von Kooperationen zwischen Industrie und Universitäten. Sie arbeiten im Bereich anwendungsorientierter Grundlagenforschung an der Lösung industrieller Probleme, und werden auf maximal 7 Jahre eingerichtet. Voraussetzung für die Einrichtung eines CD-Labors ist ein Unternehmen mit konkretem Bedarf für Wissen und Know-how aus der Grundlagenforschung.

Schirmherrin über alle 55 CD-Labore in den Fachgebieten Nanotechnologie, Werkstoff- und Oberflächentechnik, Chemie & Biotechnologie, Mathematik, Informatik, Elektronik, Medizin und Life Sciences, Metalle und Legierungen, Maschinen- und Instrumentenbau und Nichtmetallische Werkstoffe ist die Christian Doppler Forschungsgesellschaft unter dem Motto:

„Die Christian Doppler Forschungsgesellschaft ermöglicht der österreichischen Industrie den effektiven Zugang zu den Ergebnissen der modernen Naturwissenschaften.“

Weitere Informationen: <http://www.cdg.ac.at/>

**Christian Doppler** (1803-1853) war ein bedeutender salzburger Mathematiker und Physiker. Er lieferte die theoretischen Grundlagen für den nach ihm benannten Welleneffekt, der heute in Medizin, Astronomie und vielen weiteren Fachgebieten eine wichtige Rolle spielt.



# Studium der Angewandten Informatik

## Bachelorstudium

Die Informatik beschäftigt sich mit komplexen, künstlichen Systemen für Anwendungen in nahezu allen Bereichen. Dabei werden ingenieurwissenschaftliche Methoden verwendet, um diese Systeme zu beherrschen, das heißt sie zu erstellen, zu warten und weiterzuentwickeln.

Das Bachelorstudium vermittelt die dafür nötigen Grundlagen und Fähigkeiten basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen. Die Kombination von formalen Methoden mit aktuellen Verfahren und Werkzeugen der Kernfächer der Informationstechnologie bildet für Absolventinnen und Absolventen eine solide Basis für berufliche Tätigkeiten. Die inkludierte Einführung in Spezialbereiche verschafft einen zusätzlichen Überblick über verschiedene Anwendungsgebiete. Weitere Qualifikationen wie etwa Kommunikationsfähigkeit, Problemlösungskompetenz und selbständiges kreatives Arbeiten werden in prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen erlernt und gefördert.

Hierbei entstehen auch die nötigen Voraussetzungen für eigenständige fachliche Weiterbildung, welche dieses Fach verstärkt fordert. Bearbeitung von Aufgaben in Gruppen soll die Teamfähigkeit schulen, welche bei IT-Berufen von großer Bedeutung ist. Dazu gehört auch die Förderung von Kommunikationskompetenz, Konflikt- und Kritikfähigkeit.

Im Rahmen der beiden zu absolvierenden Praktika (Software- und Bachelorpraktikum) sind größere Aufgaben abzuwickeln. Dabei stehen Teamarbeit und möglichst der Realität des Berufslebens entsprechende Vorgangsweisen im Mittelpunkt. Gemeinsam mit der in einer Firma oder außeruniversitären Institution durchzuführenden Praxis und zusätzlichen Lehrveranstaltungen wie etwa aus den Bereichen rechtliche Grundlagen oder Betriebswirtschaftslehre ist eine umfassende Vorbereitung auf berufliche Tätigkeiten gewährleistet.

Absolventinnen und Absolventen dieses Bachelorstudiums eröffnet sich ein breites Betätigungsfeld im Bereich der Informationstechnologie. ■



## Masterstudium

Das Masterstudium dient der Ergänzung und Vertiefung der wissenschaftlichen Berufsvorbildung. Aufbauend auf einem einschlägigen Bachelorstudium erfolgt eine vertiefende und spezialisierende Fachausbildung, basierend auf forschungsgeleiteter Lehre. Diese umfasst weiterführende Themen aus Kernfächern der Informatik kombiniert mit Wahl- und Anwendungsgebieten. Die dabei erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten ermöglichen den Absolventinnen und Absolventen einen flexiblen Einsatz in ihren beruflichen Tätigkeiten und fördern damit speziell die Innovationen in der Informatik. Die Erstellung einer Masterarbeit dient dem Nachweis, dass wissenschaftliche Themen selbständig, inhaltlich und methodisch korrekt bearbeitet werden können. Insgesamt ist damit auch die Qualifikation für weiterführende wissenschaftliche Arbeit und Forschung gegeben. ■

Die Curricula für das Bachelor- und Masterstudium „Angewandte Informatik“, das Lehramtsstudium „Informatik und Informatikmanagement“ sowie für das technische Doktoratsstudium stehen auf <http://infstudium.cosy.sbg.ac.at> zum Download bereit.



## Lehramtsstudium Informatik und Informatikmanagement

Das Lehramtsstudium qualifiziert für Unterrichtstätigkeit im Fach Informatik und verwandten Fächern an AHS und BHS.

Neben der Universität Wien war die Uni Salzburg der erste Standort, an dem das Lehramtsstudium Informatik und Informatikmanagement eingerichtet wurde. Grosser Wert wurde von Beginn an auf eine umfassende fachdidaktische Ausbildung („wie unterrichtet man Informatik konkret in der Schule“) und die Beschränkung der rein formalen Inhalte gelegt (geringer Mathematikanteil).

Diese Bestrebungen waren auch der Grund für die frühe Genehmigung am Standort Salzburg.

Wie jedes Lehramtsstudium ist diese Ausbildung kombinationspflichtig, d.h. ein weiteres Fach muss zusätzlich zur Informatik gewählt werden. Dabei kommt jedes in Salzburg studierbare Unterrichtsfach in Frage - neben häufigen Kombinationsvarianten wie Mathematik und Geographie auch z.B. Religionspädagogik, textiles Werken, bildnerische Erziehung oder Sprachen. Um eine praxisnahe Berufsqualifikation zu erreichen, wird das Lehramtsstudium neben der fachlichen Ausbildung in den beiden Fächern ergänzt durch eine umfassende Ausbildung in den Bereichen der Informatik Fachdidaktik (s.o.), Erziehungswissenschaften und Pädagogik (Grundprinzipien des Lehren und Lernens) und der schulpraktischen Ausbildung (geleitete Praktika in Schulen mit Betreuungslehrern).

Inhaltlich bietet das Studium eine breite Ausbildung in den Grundlagen der Informatik (z.B. Programmierung, Software Engineering, Datenbanken, Computerhardware, Computernetzwerke), die teilweise gemeinsam mit den Informatik-Fachstudierenden, teilweise in lehramtspezifischen Lehrveranstaltungen durchgeführt wird. Daneben fokussiert die Ausbildung auch auf planerische und Management-Fähigkeiten um optimal auf ein eventuelles späteres EDV-Kustodiat der Studierenden vorzubereiten. Abgerundet wird das Studium durch Lehrveranstaltungen über gesellschaftsrelevante Auswirkungen der Informatik, rechtliche Aspekte und den Einsatz von IT-Systemen in anderen Unterrichtsfächern und in der Arbeitswelt und Industrie. ■

## Technisches Doktorat

Das Doktoratsstudium ist die letzte und höchste Stufe der akademischen Ausbildung. Zentraler Punkt dieses Studiums ist die Anfertigung der Dissertation, die nachweisen soll, dass die Verfasserin oder der Verfasser die Befähigung hat, wissenschaftliche Fragestellungen selbständig zu bearbeiten. Die Arbeit an der Dissertation findet oft im Rahmen von wissenschaftlichen Projekten an der Universität (vereinzelt auch in der Industrie) statt, es besteht aber auch die Möglichkeit einer Einzelarbeit.

Im Rahmen des Doktoratsstudiums müssen auch noch Dissertantenseminare und Lehrveranstaltungen besucht und Sonderleistungen (z.B. Publikationen) erbracht werden. Den Abschluss des Doktoratsstudiums bildet die Dissertationsverteidigung, bei der die Kandidatin oder der Kandidat von einer Kommission zum Inhalt der Dissertation kritisch befragt wird.

Das Doktoratsstudium ist die Voraussetzung für eine Karriere an einer Universität oder anderen Forschungseinrichtungen, aber auch in Industriebetrieben mit eigenen Forschungsabteilungen. ■

Im Wintersemester 1988/89 inskribierten 201 Studenten und Studentinnen den Studienversuch „Computerwissenschaften und Systemanalyse“. Der erste Absolvent war Mag. Lydia Würfl (1993), der erste Dokortitel wurde 1998 an Dr. Bernhard Collini-Nocker vergeben.



### BCCS Award 2007

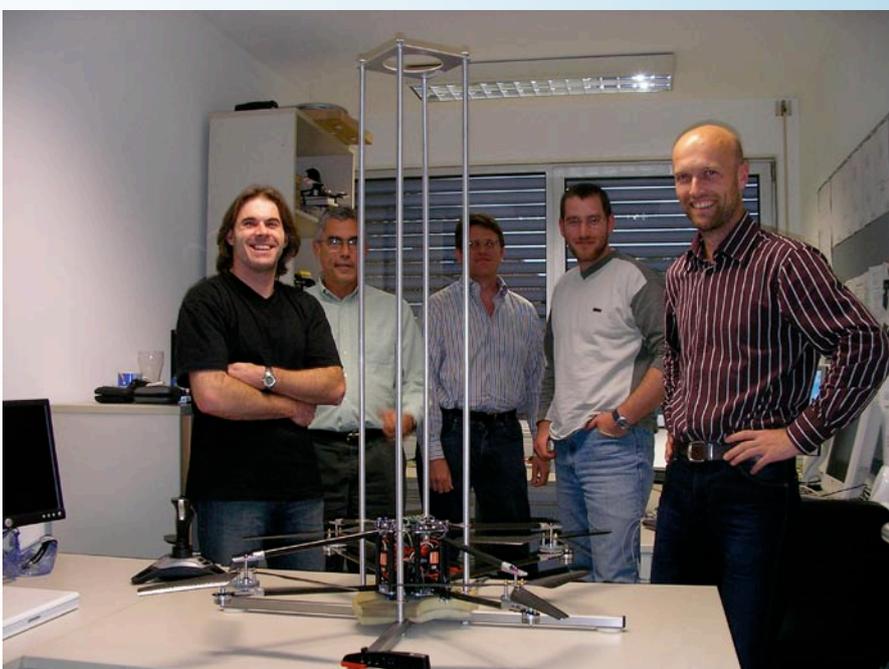
Preisträger DI Gerhard Mitterlechner (6. v. re.) (2. Platz, Betreuer Prof. Helmut Mayer) und DI Roland Hufnagel (3. v. re.) (3. Platz, Betreuer Prof. Martin Held).

### BCCS Award 2006

Preisträger: DI Martin Heimlich (1. Platz, Betreuer Prof. Martin Held).

Informationen zum Business Creation Center Salzburg (BCCS):

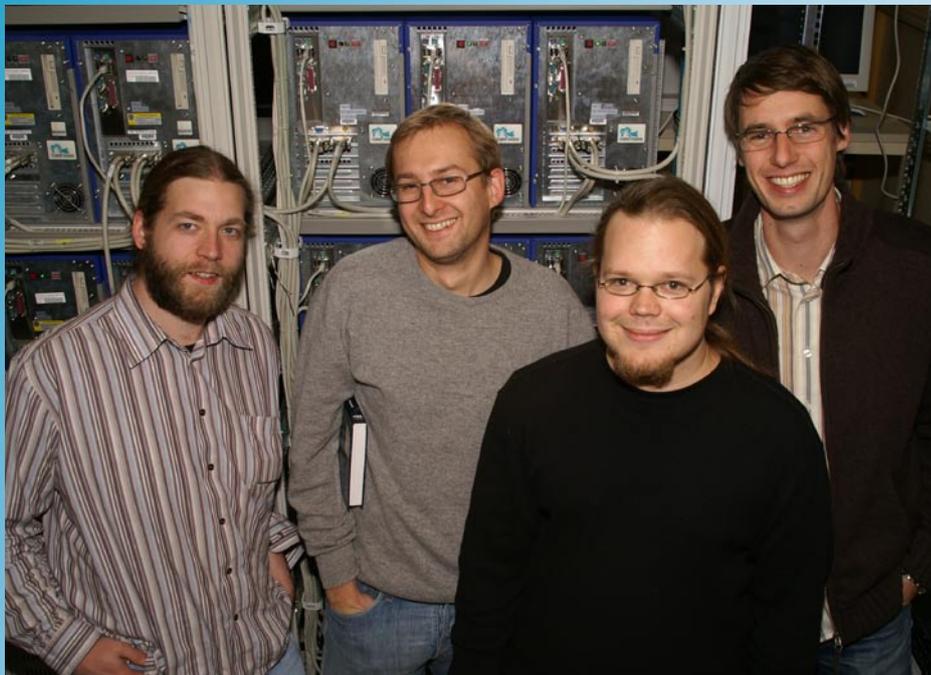
<http://www.bccs.at>



Die Gruppe um Prof. Kirsch gewann mit ihrem JAviator den IBM Faculty Award 2007. Am Foto: Das JAviator-Team nach dem ersten reinen Java-Flug des vierrotorigen Modell-Helikopters. V.l.n.r: Rainer Trummer (Uni Salzburg), Joshua Auerbach (IBM Research), David Bacon (IBM Research), Harald Röck (Uni Salzburg), Christoph Kirsch (Uni Salzburg).

Heinz Hofbauer, Peter Meerwald, Thomas Stütz und Dominik Engel (v.l.n.r.) von der Arbeitsgruppe „Visual Computing und Multimedia“ erzielten beim internationalen Forschungswettbewerb BOWS2 den hervorragenden zweiten Platz.

<http://bows2.gipsa-lab.inpg.fr/>



Best Paper Award an August Mayer, Fausto Vieira, Bernhard Collini-Nocker, Maria-Angeles Vazques Castro, Lei Jiang für „Analytical and Experimental IP Encapsulation Efficiency Comparison of GSE, MPE, and ULE over DVB-S2“ im Rahmen des International Workshop of Satellite and Space Communication 2007.

DI Gerald Stieglbauer erhielt den 1. Preis des weltweit ausgeschriebenen Scientific Awards der BMW Group für seine bei Prof. Wolfgang Pree angefertigte Diplomarbeit „Model-based Development of Embedded Control Systems with Giotto and Simulink“.

<http://www.bmwgroup.com/scientific-award/>





Der Fachbereich möchte seinen nichtwissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern seinen Dank aussprechen:

*Links: Stefan Jenisch, Stefan Lukesch, Daniel Hofer, York Keyser (v.l.n.r.) und Nicola Yousefi vom technischen Staff.*

*Rechts: Petra Kirchweger, Mag. Helma Schöndorfer, Mag. Elisabeth Streibl, Dr. Gertrud Marotz, Susanne Stadler (v.l.n.r.) und Adriana Pratter (CD-Labor) vom Sekretariat.*

Der reibungslose Ablauf des Forschungs- und Lehrbetriebes am Fachbereich wäre ohne die wertvolle Unterstützung dieser beiden Teams nicht möglich.

## Impressum

Herausgeber, Verleger:  
Paris Lodron Universität Salzburg  
Fachbereich Computerwissenschaften  
Jakob Haringer Str. 2  
5020 Salzburg

Redaktion:  
Florian Krisch, Susanne Stadler

Gestaltung:  
Florian Krisch

Fotos und Grafiken:  
Fachbereich Computerwissenschaften, CD-Labor, ICT&S  
Wolfgang Stadler (S. 25)  
BCCS (S. 26)  
Christian Doppler Forschungsgesellschaft (S. 23)  
Zeitungsausschnitte: a3-volt (9. 11. 88)  
Salzburger Wirtschaft (9. 2. 89)

Für den Inhalt verantwortlich:  
Fachbereich Computerwissenschaften

Druck:  
Samson Druck  
[www.samsondruck.at](http://www.samsondruck.at)

Salzburg, im Herbst 2008



