



## Die Energiewende im Mikrochip

### Entwicklung alternativer energiesparender Computerchips

Die Arbeitsgruppe forscht gemeinsam mit der renommierten Purdue Universität in den USA an der Entwicklung alternativer, energiesparender Computerchips.

Der Notebook-Akku ist bereits nach wenigen Stunden leer? Das Handy muss nahezu täglich neu aufgeladen werden? Zwar werden heutige, mobile Geräte immer leistungsfähiger, allerdings steigt damit auch ihr Energieverbrauch. Konnten Handys vor einem Jahrzehnt durchaus eine Woche ohne Energiezufuhr verlässlich arbeiten, zehren kabelloses Internet, hochauflösende Displays und Funktionen wie GPS an den Batterien heutiger, mobiler Geräte. Neue Batterietechnologien und die Miniaturisierung von Computerchips leisten zwar derzeit noch Abhilfe, perspektivisch stoßen diese Verfahren in naher Zukunft aber an ihre Grenzen. Um weitere Leistungssteigerungen und trotzdem hohe Batterielaufzeiten zu gewährleisten, ist ein Umdenken im Aufbau heutiger Computerchips nötig.

#### Nutzung alternativer Technologien

Als eine vielversprechende Technologie erweisen sich hierbei reversible Schaltungen. Diese erlauben theoretisch Berechnungen mit minimalem Energieverbrauch, erfordern dafür allerdings, dass alle Operationen umgekehrt ausgeführt werden können. Bereits für einfache Operationen wie die Addition trifft dies nicht zu: So ist es zwar möglich, die Summe von zwei Zahlen zu bilden, umgekehrt aber zwei Summanden einer Summe zu berechnen führt zu mehreren möglichen Ergebnissen. Damit ist die Berechnung nicht eindeutig. Soll die Energiewende im Mikrochip gelingen, ist daher ein Paradigmenwechsel in der Art und Weise nötig, wie solche Berechnungen durchgeführt werden sollen.

#### Internationale Kooperation über den DAAD

Bereits seit vielen Jahren arbeitet die Arbeitsgruppe an der Entwicklung entsprechender Modelle und Methoden, um diesen Paradigmenwechsel zu ermöglichen und damit alternative, energiesparende Technologien zur Anwendung zu bringen. Seit Anfang 2013 erhält sie dabei Unterstützung durch die Kooperation mit Kollegen der renommierten Purdue Universität in den USA.

Im Rahmen eines Projektes, das durch den Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) für zwei Jahre gefördert wird, werden die technologischen Grundlagen dafür weiter verfeinert. Basierten reversible Schaltungen bisher eher auf theoretischen Modellen, sollen jetzt die technischen Grundlagen für einen Wechsel von konventionellen Schaltungen zu dieser neuen Technologie geschaffen werden. Dabei werden sowohl passende Entwurfsmethoden als auch Verfahren für die darauf folgende Technologieabbildung neu entwickelt.

#### Über die Purdue Universität

Die 1869 gegründete Purdue Universität liegt in West Lafayette, Indiana. Mit über 40.000 Studierenden zählt sie zu den großen Universitäten der USA. In der Forschung belegt die Purdue Universität regelmäßig Spitzenpositionen. Laut dem Academic Ranking of World Universities rangiert sie derzeit in den Fächern Ingenieurwissenschaften und Informatik auf Platz 10 der besten Universitäten weltweit.

## Willkommen



Liebe Leserinnen und Leser,

internationaler Austausch ist wichtig, um wissenschaftlich erfolgreich zu sein. Daher freuen wir uns besonders über die Zusammenarbeit mit namenhaften Universitäten aus den USA, über die wir in diesem Newsletter berichten. Aber auch industriell werden die Kontakte weiter ausgebaut. So wird die Kooperation mit der Siemens AG fortgesetzt. Glückwünsche richten wir zudem an unsere Ausgründung „solvertec“, die sich im Gründerwettbewerb IKT Innovativ durchsetzen konnte und auf der CeBIT 2013 von Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler ausgezeichnet wurde.

Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre!

## Inhalt

- Die Energiewende im Mikrochip
- „Term Member“ Duke University
- Sonderausgabe Reversible Computation
- Auftaktveranstaltung SyDe
- GESy | Kooperation mit Siemens
- Lehrangebot Sommersemester 2013
- Abschlussarbeiten | 3 Einblicke
- Gewinner Gründerwettbewerb
- IT-Hacking mit Tobias Schrödel
- Neu im Team
- Kurz notiert



Universität Bremen

## Impressum

Redaktion & Herausgeber: AG Rechnerarchitektur  
Inhaltlich verantwortlich: Prof. Dr. Rolf Drechsler

Arbeitsgruppe Rechnerarchitektur  
Universität Bremen FB3  
Bibliothekstrasse 1 - MZH  
28359 Bremen

Telefon: +49 421 218 - 6 39 30 + 31  
Telefax: +49 421 218 - 5 98 59  
Email: sek-ra@informatik.uni-bremen.de

## Duke University: Rolf Drechsler wird „Term Member“



Um neue Testverfahren für Computerchips zu entwickeln, kooperiert die Arbeitsgruppe schon seit einiger Zeit mit der renommierten Duke University in North Carolina (USA). Die auch als „Harvard des Südens“ bezeichnete Privat-Universität zählt zu den besten Hochschulen der Welt. Jetzt hat sie Rolf Drechsler zum sogenannten „Term Member“ ihrer Graduiertenschule „Electrical and Computer Engineering“ ernannt. Diesen Titel – der an deutschen Universitäten einem außerordentlichen Professor entspricht – vergibt die Privat-Universität nur an internationale Spitzenwissenschaftler. Ziel ist es, gemeinsame Forschungsprojekte voranzutreiben und damit die Zusammenarbeit zu intensivieren. Bis September 2015 wird der Leiter der Arbeitsgruppe zeitweise in die USA reisen, um an der Duke University zu arbeiten. Als „Term Member“ ist er zudem prüfungsberechtigt. Auf diese Weise wird Rolf Drechsler auf beiden Seiten des Atlantiks forschen und die daraus resultierenden Synergien bestmöglich nutzen.

Mehr Informationen: <http://www.duke.edu>  
<http://www.ee.duke.edu>

## Sonderausgabe über Reversible Computation

Zukünftige Rechner werden sich deutlich von heutigen Computern unterscheiden. Damit der Entwurf neuer aufkommender Technologien auch reibungslos funktioniert, wird bereits heute an entsprechenden Methoden und Verfahren z.B. für die Synthese oder die Verifikation gearbeitet. Die wissenschaftliche Community tauscht sich dabei unter anderem durch Zeitschriftenartikel aus, welche neueste, wissenschaftliche Ergebnisse publizieren. Besonders renommiert ist dabei das *ACM Journal on Emerging Technologies in Computing Systems*. Für diese Zeitschrift bereitet die Arbeitsgruppe derzeit zusammen mit Prof. Tahoori vom Karlsruhe Institute of Technology (KIT) eine Sonderausgabe zum Thema „Reversible Computation“ vor. Dabei handelt es sich um eine alternative Form der Berechnung, welche auch umkehrbare Operationen zulässt (siehe auch Seite 1). Neben Anwendungen im Low-Power Design sind diese aber auch für weitere, vielversprechende Anwendungen wie z.B. dem Quantum Computing, für adiabatische Schaltungen, den Entwurf von Kodierern und Dekodierern oder der Program Inversion von Bedeutung. In der Sonderausgabe werden neueste Erkenntnisse aus diesen Bereichen vorgestellt werden. Einreichungen sind bis zum September unter folgendem Link möglich.

Mehr Informationen: [http://jetc.acm.org/cfp\\_jetc\\_reversible\\_computation.pdf](http://jetc.acm.org/cfp_jetc_reversible_computation.pdf)

## Feierlicher Start der Graduiertenschule „System Design“



Am Freitag, den 25. Januar 2013, wurde das neue Graduiertenkolleg „System Design“ (SyDe) feierlich gestartet. Seit dem 1. November 2012 bietet SyDe ein strukturiertes und forschungsintensives Ausbildungsprogramm für Doktorandinnen und Doktoranden. Das Kolleg wird durch Mittel der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder finanziert und ist eine Kooperation der Universität Bremen mit dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Abgedeckt wird ein breites Spektrum an Forschungsthemen, welches von der Robotik über Raumfahrtssysteme bis hin zum Entwurf von stromsparender Mikrochips reicht.

Mehr Informationen: <http://www.informatik.uni-bremen.de/syde>

## Kooperation mit Siemens: Sicheres Bahnfahren bereits vor der Abfahrt garantieren



Foto: Harald Rehling

Die Siemens AG unterstützt auch weiterhin das Graduiertenkolleg Eingebettete Systeme (GESy), an dem die Arbeitsgruppe beteiligt ist. In den kommenden drei Jahren werden zwei weitere Stipendien finan-

ziert, durch die Fragestellungen aus dem Entwurf von Bahnsteuerungssystemen.

Bereits in der Vergangenheit hat die Arbeitsgruppe zusammen mit der Siemens AG in diesem Bereich kooperiert. Dabei wurde unter anderem die Korrektheit von einzelnen Komponenten wie zum Beispiel Achszählern nachgewiesen. Diese stellen einen wesentlichen Bestandteil heutiger Bahnsicherungsanlagen dar und prüfen, ob Gleisabschnitte belegt sind oder nicht.

Eine große Herausforderung bleibt aber die stetig steigende Komplexität. So bestehen Steuerungsanlagen heutzutage aus einem komplizierten Geflecht aus Gleisen, Signalen, Weichen und vielem mehr. Die korrekte Interaktion all dieser Komponenten wurde dabei bisher erst in recht späten Entwurfsphasen überprüft, nämlich meist erst dann, wenn die jeweiligen Systeme bereits in einer ersten Implementierung vorlagen. Wurden hier Fehler entdeckt, mussten Komponenten

mitunter noch einmal komplett neu umgesetzt werden. Um dies zu ändern, wird die Kooperation der Siemens AG mit der Universität Bremen nun weitergeführt und ausgebaut. In den kommenden Jahren sollen neue Methoden entwickelt werden, welche bereits in frühen Entwurfsstadien Anwendung finden. Konkret soll mit sogenannten Modellierungssprachen das Gesamtsystem entworfen und bereits auf hoher Ebene auf Korrektheit überprüft werden - ohne die Notwendigkeit einer konkreten Implementierung der einzelnen Komponenten. Auf diese Weise soll das Zusammenspiel geprüft werden, noch bevor überhaupt ein einzelnes Abfahrtsignal konkret gegeben wurde. Die Kooperation mit der Siemens Bahntechnik ist damit die am längsten währende des Bremer Kollegs. Über die gesamte Laufzeit des Kollegs gesehen ist schon eine Summe von über einer halben Million Euro in den wissenschaftlichen Nachwuchs investiert worden.

## Sommersemester 2013

### Technische Informatik 1 (V+Ü) 03-BA-700.11

In der Lehrveranstaltung werden der prinzipielle Aufbau eines Rechners sowie der darunterliegenden Hardware-Konzepte eingeführt.

### Qualitätsorientierter Systementwurf (V+Ü) 03-MB-701.03

Die Vorlesung gibt eine Einführung in den computergestützten Schaltkreisentwurf unter besonderer Berücksichtigung von Qualitätsaspekten.

### Quantencomputer und Reversible Logik (V+Ü) 03-ME-701.11

In der Vorlesung werden die grundlegenden Konzepte von Quantencomputern und reversibler Logik eingeführt.

### Informatik für den Satellitenbau und On-board Data Handling (V) 04-326-LuR-009

Die Vorlesung führt in die Besonderheiten des Systementwurfes für Anwendungen im Welt-raum ein.

### Neue Aspekte der Heuristischen Optimierung (S) 03-ME-701.99

Das Seminar gibt einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der Forschung der Mehrzieloptimierung unter Verwendung Evolutionärer Algorithmen.



### Projekt Chip4U (P) 03-BP-904.01

In diesem Projekt wird ein eigenes eingebettetes System entworfen und realisiert. Dabei wird am konkreten Beispiel betrachtet, wie heutzutage eingebettete Systeme entstehen.

### Projekt iTac (P) 03-BP-902.08

In diesem Projekt wird der Entwurf von Systemen ausgehend von textuellen Beschreibungen mit Hilfe von Natural Language Processing-Techniken untersucht.

#### Legende:

(V+Ü) Vorlesung+Übung,  
(S) Seminar, (P) Projekt

Mehr Informationen: <http://www.informatik.uni-bremen.de/agra/ger/lehrrmat.php>

## Abschlussarbeiten

Abschlussarbeiten stellen den Höhepunkt des Studiums dar. An dieser Stelle präsentieren wir Einblicke in ausgewählte Arbeiten. Studierende auf der Suche nach Themen für ihre Abschlussarbeit sind stets willkommen.

### Nils Przigoda

Algorithmen von Quantencomputern und Anwendung von Boolescher Erfüllbarkeit im Entwurf



Quantencomputer stellen eine viel versprechende alternative Technologie dar, die heutige Rechner in Zukunft ersetzen oder zumindest wesentlich ergänzen können. In seiner Diplomarbeit befasste sich Nils Przigoda mit den mathematischen Modellen von Quantencomputern und zeigt die Vorteile der neuen Algorithmen gegenüber konventionellen Methoden. Weiter wurde für den Entwurfsablauf eine strukturelle Analyse entwickelt, mit welcher die potentiell unendlichen vielen Quantenzustände auf eine endliche Anzahl reduziert werden kann. Mit den Informationen dieser Analyse konnte erstmalig für praktisch relevante Quantenschaltkreise eine SAT-Kodierung formuliert werden, mit deren Hilfe wichtige Entwurfsaufgaben wie z.B. der Äquivalenzvergleich oder die automatische Erzeugung von Testmustern effizient durchgeführt werden können.

Diplom

### Eugen Kuksa

Generierung von OCL-Ausdrücken aus eingeschränkt natürlichsprachlichen Beschreibungen



Der klassische Systementwurf beginnt in der Regel mit einer Spezifikation in natürlicher Sprache. Diese muss anschließend in ein formales Modell übersetzt werden, das wiederum die Grundlage für die Implementierung bildet. Bisher geschieht diese Übersetzung aber überwiegend manuell und ist entsprechend zeitaufwändig und fehleranfällig. Wie sich dieser Prozess zumindest teilweise automatisieren lässt, untersuchte Eugen Kuksa in seiner Bachelorarbeit. Er beschreibt einen Ansatz zur benutzergestützten Generierung einer formalen Spezifikation in OCL aus englischen Sätzen und einem SysML-Klassendiagramm. Dabei werden existierende Werkzeuge der natürlichen Sprachverarbeitung genutzt. Eine Fallstudie zeigt, dass sich damit bestimmte Eigenschaften aus Spezifikationen bereits sehr gut (halb-)automatisch formalisieren lassen.

Bachelor

### Vladimir Herdt

Nachweis von Zusicherungen für SystemC Modelle mithilfe symbolischer Simulation



Um die aufkommende Komplexität elektronischer Systeme zu bewältigen, werden zunehmend Systembeschreibungen in SystemC eingesetzt. Sie ermöglichen die Simulation und Verifikation in frühen Entwurfsstadien, in denen z.B. eine konkrete Aufteilung in Hardware- und Software-Komponenten noch nicht erfolgt. Um die Verifikation solcher Beschreibungen zu verbessern, stellte Vladimir Herdt in seiner Bachelorarbeit einen neuartigen Ansatz zur symbolischen Simulation von SystemC Programmen vor. Der entwickelte Simulator führt Programme in einer eigens definierten kompakten Zwischensprache symbolisch aus. Eine vollständige Suchraumexploration erlaubt es ihm Fehlerfreiheit zu garantieren. Dabei integriert er verschiedene Such- und Optimierungsstrategien zur Performanzsteigerung. Experimentelle Ergebnisse belegen die Verbesserung des Verfahrens gegenüber bisherigen Ansätzen.

Bachelor

# AGRA Newsletter

Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler verleiht Auszeichnung auf der CeBIT

## Ausgründung „solvertec“ gewinnt im Gründerwettbewerb IKT Innovativ



Foto: Copyright „Gründerwettbewerb - IKT Innovativ“ / FotografIn Iris Klöpfer

Automated Debugging for Chip Design – mit diesem innovativen Ansatz verschaffte sich die frisch gegründete solvertec GmbH Gehör bei der Jury des renommierten Businessplan-Wettbewerbs IKT Innovativ. Das fünfköpfige Gründerteam um die Geschäftsführer Dr. Daniel Große und Jan Wessels wurde im März 2013 auf der CeBIT für die herausragende Qualität der Gründungsplanung durch Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler mit einem Hauptpreis über 30.000 Euro ausgezeichnet.

Der Ansatz von solvertec lässt auf breitenwirksame Impulse für Mensch und Wirtschaft hoffen. Ob Handy, Auto, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik oder Energiesektor: Überall sind intelligente Systeme im Einsatz, die auf Chips basieren. Die Entwicklung von Chip-Entwürfen ist ein sehr komplexer Vorgang. In der Regel müssen Hunderttausende Codezeilen in einem hochgradig arbeitsteiligen und kreativen Prozess programmiert werden. Der Mensch stößt dabei an Grenzen, Programmierfehler werden immer häufiger. Das Finden und Beheben dieser Feh-

lerstellen ist heute einer der größten Engpässe, der im Durchschnitt ungefähr ein Drittel der Gesamtentwicklungszeit in Anspruch nimmt. Hinzu kommt, dass die Zeit für die Entwicklung neuer Chips immer schwerer zu planen ist, da das Beheben von zunehmend komplexeren Fehlern immer unkalkulierbarer wird. Das Unternehmen hat nun mit DebugIt für dieses Problem eine Lösung entwickelt, mit der Endprodukte schneller an den Markt kommen können.

Mit der Software können mit wenigen Klicks Fehlerursachen im Code aufgezeigt und behoben werden. Weiterhin

kann die Abarbeitung der Fehler direkt einem zuständigen Teammitglied übertragen werden. Somit werden unnötige Iterationen im Team minimiert. DebugIt kann für sehr große Schaltkreise eingesetzt werden und macht damit die Entwicklung von Chips der nächsten Generation möglich.

Der Produktentwicklung ging jahrelange Forschung zu Methoden für die Automatisierung des Debugging in der Arbeitsgruppe voraus. Die im Februar 2013 erfolgte Gründung der solvertec GmbH wurde im Rahmen des ersten EXIST-Forschungstransfer-Projekts der Universität Bremen „SolVerTec – Solution Verification Technologies“ durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert. Mit diesem Programm werden gezielt technische Weiterentwicklungen aus Hochschulen unterstützt, die in konkrete Unternehmensgründungen münden. Unterstützung erhielten die Gründer in der Vorgründungsphase durch einen Business-Coach, den Bremer Senior Service e.V. sowie durch UniTransfer und BRIDGE.

## Kurz notiert



Zum dritten Mal in Folge war die Arbeitsgruppe auch dieses Jahr wieder bei der **CeBIT, der weltweit größten Messe für Büro- und Informationstechnik**, vertreten. Auf dem **Stand der Universität Bremen** wurden dabei aktuelle Entwicklungen anhand von Demonstratoren dem Fachpublikum sowie der breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Auch Besucher aus Politik und Wirtschaft konnten wir mit unseren Themen begeistern. So besuchte zum Beispiel der Wirtschaftsminister des Landes Bremens, Martin Günthner, unseren Stand.



**Hoang Le erhält erneut eine Auszeichnung** für sein Dissertationsprojekt. Nachdem er bereits 2012 auf der Asia and South Pacific

Design Automation Conference (ASP-DAC) einen Preis erhalten hat, zeichnete ihn nun auch die EDAA General Assembly und die ACM SIGDA auf der **Design, Automation and Test in Europe Conference (DATE)** aus. Hoang Le schlägt in seiner Arbeit einen neuartigen Zugang zum Systementwurf auf Basis der Systembeschreibungssprache **SystemC** vor.

**Design for Testability** spielt nicht nur in heutigen Entwürfen eine wichtige Rolle. Auch zukünftige Schaltungen werden entsprechende Unterstützung benötigen. **Debesh Das von der Jadavpur University in Indien** arbeitet seit mehreren Jahren auf diesem Gebiet. Seine letzten Forschungsergebnisse hat er bei einem **Besuch in der Arbeitsgruppe** im September vorgestellt.



Nach einer fünfjährigen Amtszeit übergibt Rolf Drechsler sein Amt als **Konrektor für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs** der Universität

Bremen an seinen Nachfolger Kuroschi Rezwan. Seit April 2008 hat er dabei die Universität in Forschungsbelangen vertreten. In seine Amtszeit fiel unter anderem der Erfolg bei der **Exzellenzinitiative**.

Rund um die AG

IT-Security aus einer anderen Perspektive

## IT-Hacking mit Tobias Schrödel



Die Technik, die uns heute überschwemmt, lässt uns gar keine Chance mehr, alles so abzusichern, dass wir auch wirklich sicher sind. In einem Live-Hacking-Event mit IT-Sicherheitsexperte und Deutschlands erstem Comedy-Hacker Tobias Schrödel wurde dieses ernste Thema auf eine witzige aber trotzdem ernstzunehmende Art und Weise präsentiert. Die Veranstaltung wurde von der Arbeitsgruppe zusammen mit der Ferchau GmbH veranstaltet und sorgte für einen vollen Hörsaal.

Mehr Informationen: <http://www.ferchau.de/>

## Neu im Team

Wir heißen die neue Mitarbeiterin und die neuen Mitarbeiter in der Gruppe herzlich willkommen.



Amr Sayed Ahumed



Gökce Aydos



Oliver Keszöcze



Judith Peters



Nils Przigoda



Niels Thole