

# Traditio et Innovation



Forschungsmagazin der Universität Rostock

17. Jahrgang | Heft 2 | 2012 | ISSN 1432-1513 | 4,50 Euro



## Das DFG- Graduiertenkolleg 1505/1 *welisa*

Analyse und Simulation elektrischer  
Wechselwirkungen zwischen Implantaten  
und Biosystemen

Seite 6 bis 25

## Unser Forschungsmagazin im WorldWideWeb

Alle Ausgaben sind auch als PDF im Internet zu finden



[www.uni-rostock.de/aktuelles/magazine/archiv-t-i/](http://www.uni-rostock.de/aktuelles/magazine/archiv-t-i/)

# Stadtvillen Doppelhäuser

## Einfamilienhäuser Bungalows

Häuser neue  
Formen



Bauen mit hohen  
Standards!

[www.massivbiohaus.de](http://www.massivbiohaus.de)

MBH Projekt & Handels GmbH  
Lilienthalstr. 3 - 18211 Bargeschagen  
☎ 038203 61660

**MassivBioHaus**  
Ihr Leben, Ihre Zukunft, Ihr Haus...



**GEBOREN  
AM**  
31.07.1947

SCHENKE LEBEN, SPENDE BLUT.

**SPENDE  
BLUT** 

BEIM ROTEN KREUZ [www.DRK.de](http://www.DRK.de) 0800 11 949 11



**NEU  
GEBOREN  
AM**  
22.01.2010

Sie möchten in den  
Publikationen der  
Universität Rostock  
werben, dann  
kontaktieren Sie bitte  
unseren Vermarktungs-  
partner.

**novus Marketing**  
Steinstraße 6  
18055 Rostock  
Tel.: +49 381 440 339 30  
Fax: +49 381 440 339 31  
Mail: [info@novus-marketing.de](mailto:info@novus-marketing.de)  
Web: [www.novus-marketing.de](http://www.novus-marketing.de)



Foto: Steven Bemelman

## Impressum

**Herausgeber:**  
Der Rektor der Universität

**Redaktionsleitung:**  
Dr. Kristin Nölting

**Redaktion dieser Ausgabe:**  
Dr. Ulrich Vetter (V.i.S.d.P.)

**Universität Rostock**  
Presse- und Kommunikationsstelle  
Ulmenstraße 69, 18057 Rostock  
Fon +49 381 498-1012  
Mail [pressestelle@uni-rostock.de](mailto:pressestelle@uni-rostock.de)

**Titelbild:** Felddiagramm im Simulationsmodell der Hüfte mit elektrostimulierender Revisionsendoprothese

**Foto:** wenn nicht anders angegeben, IT- und Medienzentrums, Medienservice der Universität Rostock

**Layout:** Hinstorff Media, Matthias Timm

**Druck:** ODR GmbH

**Auflage:** 3.000 Exemplare

ISSN 1432-1513

Die Rechte der veröffentlichten Beiträge einschließlich der Abbildungen, soweit nicht anders gekennzeichnet, liegen bei der Universität Rostock. Copyright nur bei vorheriger Anfrage in der Redaktion und mit Angabe der Quelle.

Universität  
Rostock



Traditio et Innovatio

## Liebe Leserin, lieber Leser,

einen Schwerpunkt in dieser Ausgabe unseres Forschungsmagazins stellt das Graduiertenkolleg 1505/1 „Analyse und Simulation elektrischer Wechselwirkungen zwischen Implantaten und Biosystemen“ *welisa* dar. Es wird seit Oktober 2008 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert. Im Fokus dieses interdisziplinären Vorhabens stehen die Wechselwirkungen an der Grenzfläche zwischen Implantaten und dem umgebenden Gewebe. Lesen Sie, welche neuen Konzepte entstanden sind und welche Forschungsergebnisse in Zusammenhang mit der Tiefen Hirnsimulation, den Hörschnecken-Implantaten und elektrostimulativen Implantaten zur Regeneration von Knochendefekten erreicht werden konnten.

Über die Wissenschaftsgebiete, die an diesem Kolleg beteiligt sind, hinaus, erhalten Sie einen Einblick in aktuelle Forschungsthemen aus anderen Fakultäten unserer Universität. Mit dieser Ausgabe wollen wir uns von den bisherigen monothematischen Heften verabschieden und vielmehr immer einen Einblick in ausgewählte Themen aus der Forschungsvielfalt der Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaften sowie der Medizin geben. Die Breite der Themen trägt somit dazu bei, dass jede Ausgabe wissenschaftliche Beiträge nicht nur für Interessenten eines eingegrenzten Wissenschaftsgebiets bereithält.

Ich würde mich freuen, wenn diese Neuerung auf Ihre Zustimmung stößt, und wünsche Ihnen eine gute und anregende Lektüre.

Ihr

Prof. Dr. Wolfgang Schareck  
Rektor



Vorwort

**Vorwort des Rektors**

Prof. Dr. Wolfgang Schareck

3

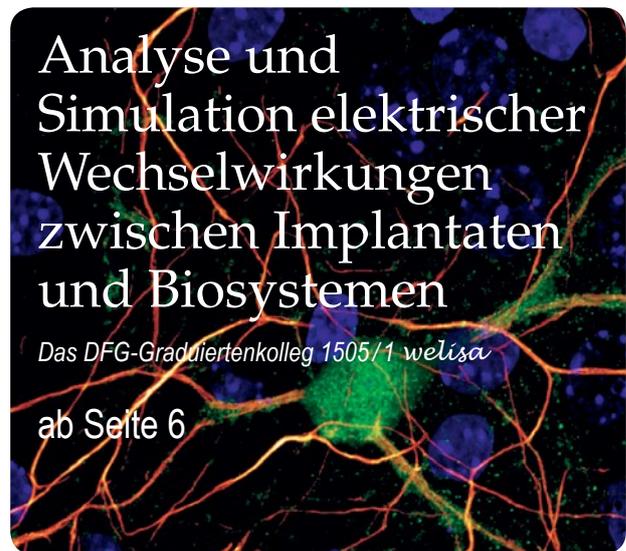
welisa

**Analyse und Simulation elektrischer Wechselwirkungen zwischen Implantaten und Biosystemen**

6

Das DFG-Graduiertenkolleg 1505/1 *welisa*

Ursula van Rienen, Wolfram Mittelmeier, Jan Gimsa



**Implantate für die elektromagnetische Stimulation der Knochenregeneration**

11

Philip Grunert, Yvonne Haba, Yukun Su, Robert Souffrant, Ulf Zimmermann, Rainer Bader, Eberhard Burkel, Wolfram Mittelmeier, Ursula van Rienen

**Wie wachsen Zellen auf Implantaten?**

14

Harald Birkholz, Andreas Körtge, Bing Liu, Claudia Matschegewski, Thomas Weihe, Ulrich Beck, Patrick Elter, Konrad Engel, Jan Gimsa, Friedrich Liese, Barbara Nebe

**Implantate zur Stimulation des Hörnervs und des tiefen Hirns**

19

Revathi Appali, Kathrin Badstübner, Annekathrin Grünbaum, Thomas Kröger, Matthias Nissen, Tom Reimer, Christian Schmidt, Ralf Warmuth, Werner Baumann, Reiner Benecke, Jan Gimsa, Ulrike Gimsa, Eilhard Mix, Hans-Wilhelm Pau, Ursula van Rienen, Ralf Salomon, Immo Weber

Aus den Fakultäten

**Der Alleskönner der Nahrungsgüterwirtschaft**

26

Warum die Blaue Süßlupine Wissenschaftler wie Prof. Leinweber ins Schwärmen geraten lässt

Ulrich Vetter



„Ich habe keinen Namen mehr, den ich unterschreiben mag.“

Kristin Nölting

Seite 32



Sicherer Transport auf dem Wasser

Kristin Nölting

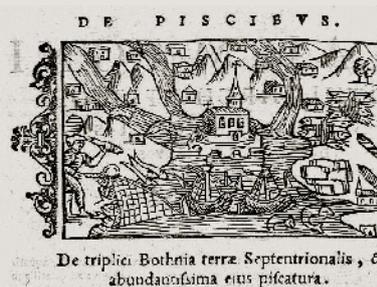
Seite 38



Kultur und Geschichte Nordeuropas im 16. Jahrhundert

Kersten Krüger

Seite 44



**Das Verbundprojekt BAAL**

29

Altersgerechte Assistenzsysteme erobern den Weiterbildungsmarkt

Ulrich Vetter

**„Ich habe keinen Namen mehr, den ich unterschreiben mag.“**

32

Zu den Botschaften von literarischen Namen im Werk von Hans Fallada

Kristin Nölting

**Ratings und der menschliche Faktor**

35

Warum Ratings in Krisenzeiten stabilisierend wirken und wie einfache Modelle Insolvenzen besser vorhersehbar machen

Ulrich Vetter

**Sicherer Transport auf dem Wasser**

38

Forschen für eine Methode zur effizienten Traglastberechnung von Schiffen

Kristin Nölting

**Good Governance – eine Revolution der Denkungsart**

41

Wenn Juristen ihre Ausbildung infrage stellen, beginnt ein Dogma zu wanken und tun sich neue Horizonte auf

Ulrich Vetter

**Universitätsgeschichte**

**Kultur und Geschichte Nordeuropas im 16. Jahrhundert**

44

Alumnus Olaus Magnus verfasste einzigartiges Fachbuch „Historia de gentibus septentrionalibus“

Kersten Krüger

**Ausgewählte Workshops, Tagungen und Kongresse**

48

**Ringvorlesungen**

48

# Analyse und Simulation elektrischer Wechselwirkungen zwischen Implantaten und Biosystemen

Das DFG-Graduiertenkolleg 1505/1 *welisa*

Ursula van Rienen, Wolfram Mittelmeier, Jan Gimsa

Seit Oktober 2008 fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) für zunächst 4,5 Jahre das Graduiertenkolleg (GRK) 1505/1 „Analyse und Simulation elektrischer Wechselwirkungen zwischen Implantaten und Biosystemen“ an der Universität Rostock mit ca. 3,3 Millionen Euro. Die besonders hervorgehobenen Buchstaben ergeben das Akronym *welisa*, mit dem sich das GRK kurz bezeichnet.

## Forschen an neuartigen Implantaten

### Weshalb ist die elektrische Wechselwirkung zwischen Implantaten und Biosystemen interessant?

Es gibt bereits zahlreiche Erfolge mit implantierten technischen Systemen zur Unterstützung von Körperfunktionen, die durch Krankheit, Unfall oder Alter eingeschränkt wurden. Dies hat den Forschungsbedarf jedoch nicht verringert, sondern die bereits erreichten verbesserten Funktionen, die höhere Verträglichkeit und längere Haltbarkeit von Implantaten spornen im Gegenteil zu neuer Forschung an.

Ein erheblicher Teil der daraus entstehenden Fragestellungen ist direkt mit einem möglichst tiefgehenden Verständnis der Prozesse an der Grenzfläche zwischen Implantat und dem umgebenden Gewebe verbunden. Insbesondere wenn die Implantate elektrisch aktiv sind, ist eine detaillierte Kenntnis der dort stattfindenden elektrochemischen Vorgänge erforderlich. Darüber hinaus müssen natürlich die durch die Implantate im Gewebe erzeugten elektromagnetischen Felder in die Betrachtungen einbezogen werden.

### Wie wird die Wechselwirkung untersucht?

Das Ziel ist eine möglichst präzise modellhafte Beschreibung der elektrochemischen Vorgänge an den Grenzflächen der Implantate sowie der elektrophysiologischen Vorgänge im angrenzenden Gewebe. Diese Modelle sollen das biologisch-medizinische, physikochemische und das physikalisch-elektrotechnische Verständnis der Grenzflächenprozesse umfassen. Durch Experimente werden z. B. die material- und oberflächenabhängige Zellanhaftung von Knochenvorläuferzellen (Osteoblasten) und die

elektrische Kopplung von Nervenzellnetzwerken mit Sensorchips untersucht. Die Ergebnisse der Experimente gehen in mathematische Modelle ein, die elektromagnetische Feldberechnungen auf unterschiedlichen Größenskalen und funktionale Modelle der Zellphysiologie erlauben.

### Welche praktische Bedeutung haben diese Studien?

Neue Konzepte werden in direktem Bezug zur Anwendung entwickelt und getestet: Implantate zur Tiefen Hirnstimulation, Hörschnecken-Implantate und elektrostimulative Implantate zur Regeneration von Knochendefekten sind die praktischen Anwendungen, auf die sich die Forschung in *welisa* richtet.

### Werden die Promovierenden bei dieser anspruchsvollen Thematik speziell gefördert?

Zur Durchführung des sehr interdisziplinären, stark vernetzten Forschungsprogramms ist das enge Zusammenwirken etlicher Disziplinen erforderlich. Daher werden die Doktorandinnen und Doktoranden sowohl in fachlicher wie in methodischer Sicht besonders auf die Zusam-

menarbeit mit anderen Fachrichtungen vorbereitet. Entsprechend ihres individuellen Qualifizierungsbedarfs wird es den Doktorandinnen und Doktoranden ermöglicht, Lehrveranstaltungen, teils in englischer Sprache, zu besuchen.

### Wie ordnet sich das GRK 1505/1 *welisa* in die Profillinien ein?

Das Graduiertenkolleg wirkt bei den beiden Profillinien „Leben, Licht und Materie“ und „Altern des Individuums und der Gesellschaft“ der Universität Rostock mit. Unsere hoch qualifizierten Absolventinnen und Absolventen sind besonders befähigt, um die regional wachsende medizinisch-technische Forschungs- und Wirtschaftsstruktur zu unterstützen.

## Die beteiligten Fachdisziplinen

Am GRK 1505/1 *welisa* sind Forscherinnen und Forscher aus drei Fakultäten als Projektleiter beteiligt:

- Fakultät für Informatik und Elektrotechnik (IEF)
  - Bioinformatik und Systembiologie – Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer
  - Grenzflächenanalytik – PD Dr. Ulrich Beck
  - Technische System- und Anwendersoftware – Prof. Dr. Ralf Salomon
  - Theoretische Elektrotechnik – Prof. Dr. Ursula van Rienen (Sprecherin)
- Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät (MNF)
  - Biophysik – Prof. Dr. Jan Gimsa (Stellvertretender Sprecher)
  - Mathematische Optimierung – Prof. Dr. Konrad Engel
  - Physik neuer Materialien – Prof. Dr. Eberhard Burkel

## Die Autoren



v. l. Prof. Dr. Jan Gimsa, Prof. Dr. Wolfram Mittelmeier und Prof. Dr. Ursula van Rienen

**Prof. Dr. rer. nat.  
Jan Gimsa**  
(Stellvertretender  
Sprecher des GRK)

**Universität Rostock**  
Mathematisch-Natur-  
wissenschaftliche Fakultät  
Institut für Biowissen-  
schaften

Mail [jan.gimsa@uni-rostock.de](mailto:jan.gimsa@uni-rostock.de)

**Prof. Dr. med.  
Wolfram Mittelmeier**  
(Stellvertretender  
Sprecher des GRK)

**Universität Rostock**  
Medizinische Fakultät  
Orthopädische Klinik und  
Poliklinik  
Lehrstuhl für Orthopädie

Mail [wolfram.mittelmeier@med.uni-rostock.de](mailto:wolfram.mittelmeier@med.uni-rostock.de)

**Prof. Dr. rer. nat.  
Ursula van Rienen**  
(Sprecherin  
des GRK)

**Universität Rostock**  
Fakultät für Informatik und  
Elektrotechnik  
Lehrstuhl für Theoretische  
Elektrotechnik

Mail [ursula.van-rienen@uni-rostock.de](mailto:ursula.van-rienen@uni-rostock.de)

- Medizinische Fakultät (MEF)
  - Hals-Nasen-Ohrenheilkunde – Prof. Dr. Hans-Wilhelm Pau
  - Neurologie – Prof. Dr. Reiner Benecke
  - Orthopädie – Prof. Dr. Wolfram Mittelmeier (Stellvertretender Sprecher)
  - Zellbiologie – Prof. Dr. Barbara Nebe

Ebenfalls an der Betreuung von Doktorandinnen und Doktoranden in *welisa* beteiligt sind: Prof. Dr. Rainer Bader (MEF, Implantattechnologie), Dr. Eilhard Mix (MEF, Neurobiologie), Prof. Dr. Friedrich Liese (MNF, Mathematische

Statistik). Darüber hinaus wird das GRK in der Forschung und Weiterqualifikation der Doktorandinnen und Doktoranden besonders durch Dr. Werner Baumann (MNF, Biophysik), Prof. Dr.-Ing. Detlef Behrend (MEF, Nichtmetallische Konstruktionswerkstoffe und Biomaterialien), Prof. Dr. Hartmut Ewald (IEF, Technische Elektronik und Sensorik), PD Dr. Ulrike Gimsa (Leibniz-Institut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere Dummerstorf, Neurodegenerative Erkrankungen), Prof. Dr. Brigitte Müller-Hilke (MEF, Klinische Immunologie) und PD Dr. Gerd-Uwe Flechsig (MNF, Elektrochemie) unterstützt. Es handelt sich also um ein sehr interdisziplinäres Konsortium.



„Atomic Force Workshop“, Insel Poel, Mai 2011

## Das Betreuungskonzept

Zur Qualitätssicherung der Betreuung wurden im GRK *welisa* verschiedene Strukturen geschaffen. Es wurde ein Leitungsgremium gebildet, dem auch eine Sprecherin bzw. ein Sprecher der Promovierenden angehört. Dadurch sind die Promovierenden in die Mitgestaltung aller Prozesse eingebunden. Im gemeinsamen Best Practice-Wettbewerb der acatech, 4ING, TU9 und ARGE TU/TH zur Ingenieurpromotion wurden aus 28 Beiträgen elf „gelungene Beispiele zur Verbesserung der Ingenieurpromotion“ ausgewählt – darunter das GRK *welisa*. Unser Aufsatz im Tagungsband [1] gibt Details zum Betreuungskonzept. Wesentliche Eckpunkte sind u.a. eine Betreuungsvereinbarung, ein der Interdisziplinarität angemessenes Betreuungsteam aus mindestens zwei Hochschullehrern, die Erstellung eines Exposés, Fortschrittsberichte, Vorträge in den Kolloquien und Workshops des GRK.

Zur Stärkung der wissenschaftlichen Selbstständigkeit werden frühzeitig eigene Poster und kleinere Vorträge auf entsprechenden Tagungen ebenso wie erste Publikationen gemeinsam geplant und unterstützt.

Weiterhin wird die Möglichkeit angeboten, das eigene Wissen und Können durch ein- bis viermonatige Arbeitsaufenthalte bei kooperierenden Gruppen im Ausland zu erweitern. Fünf Promovierende nutzten bisher ein- oder mehrmals diese längeren Auslandsaufenthalte. Hinzu kamen kürzere Auslandsaufenthalte durch weitere Promovierende.

## Das Qualifizierungsprogramm

Das Qualifizierungsprogramm, zu dem selbstverständlich auch die Tagungsbesuche und Auslandsaufenthalte gehö-

ren, profitiert stark von spezifischen Mitteln im Rahmen der DFG-Finanzierung des GRK. Es bietet den Doktorandinnen und Doktoranden die Möglichkeit, ihr Wissen im Bereich der beteiligten Fachdisziplinen, aber auch bei allgemeinen Schlüsselqualifikationen zu erweitern und zu vertiefen.

Die Interdisziplinarität erfordert einen spezifischen Zuschnitt des Programms für die jeweiligen Stipendiaten. Die Angebote sind aufgrund der verschiedenen beteiligten Fachrichtungen sehr vielfältig.

## Es gibt drei wesentliche Säulen:

1. Vorlesungen,
2. Seminare und Kolloquien,
3. Veranstaltungen zum Erwerb praktischer und interdisziplinärer Kompetenz.

Die Teilnahme wird möglichst gleichmäßig auf die drei Säulen verteilt, wobei Vorlesungen nur zu Beginn einen größeren Raum einnehmen. Dies liefert einen Rahmen für die Entwicklung der Fähigkeiten und Kompetenzen, bietet aber auch genügend Raum für die Forschung und für die Arbeit an der Dissertation.

Die Auswahl der Vorlesungen und Seminare wird semesterweise gemeinsam von den Promovierenden und dem jeweiligen Betreuerteam getroffen. Beispiele für bisherige GRK-spezifische Lehrveranstaltungsthemen sind: „Biosystem-Material-Interaktion“ (Prof. Barbara Nebe), „Immunologie und Prothetik“ (Prof. Brigitte Müller-Hilke) oder auch „Erfolgreiches wissenschaftliches Publizieren“ (Prof. Olaf Wolkenhauer). Weitere Kurse zu Schlüsselqualifikationen, wie etwa Sprachkurse, Kommunikations- und Vortragstraining, Software-Training, wurden speziell angeboten.

Die Promovierenden nehmen aktiv an den Forschungsseminaren der entsprechenden Forschungsgruppen teil. Zusätzlich wird ein Forschungskolloquium des GRK durchgeführt, bei dem sowohl die Promovierenden über ihr eigenes Gebiet vortragen als auch insbesondere Gastwissenschaftler eingeladen werden. Die Promovierenden sind aktiv an

*Doktorandin  
Bing Liu, Inter-  
disziplinäre  
Ringvorlesung  
„Elektroimpulse &  
Implantate“,  
Wintersemester  
2011/12*



der Gestaltung beteiligt. Bisher wurden fast 40 Gastwissenschaftler aus dem In- und Ausland eingeladen.

In jedem Semester wird ein zweitägiger Workshop durchgeführt, bei dem die Promovierenden über den Stand ihrer Arbeiten berichten. Die Resonanz von anderen Promovierenden und allen Betreuern befördert die Initiierung weiterer Zusammenarbeit und die Integration in das GRK und in das Betreuerteam. Daneben werden immer auch einige Workshops und Winterschulen veranstaltet, zu denen themenspezifisch Gastredner eingeladen werden, so ein „Atomic Force Workshop“, eine Winterschule zu den klinischen Applikationen der Implantate mit Hospitation im OP und Spezialsprechstunden und eine Winterschule „Computational Bio-Electromagnetism“. Die Pro-

movierenden werden auch bei der Pflege von Industriekontakten zu lokalen, regionalen und überregionalen Unternehmen sowie zu einigen regionalen Forschungsinstitutionen aktiv unterstützt.

## Öffentlichkeitsarbeit

Öffentlichkeitswirksam war das gesamte GRK an mehreren größeren Veranstaltungen beteiligt bzw. hat die Veranstaltungen selbst durchgeführt, so etwa 2010 und 2011: Lange Nacht der Wissenschaften, 2011: Highlights der Physik und Wintersemester 2011/12: Interdisziplinäre Ringvorlesung in Zusammenarbeit mit dem IuK-Verbund „Elektroimpulse & Implantate“.

## Die Doktorandinnen und Doktoranden

Im Mittelpunkt stehen natürlich die ca. 30 Kollegiatinnen und Kollegiaten, von denen 18 durch das GRK *welisa* und die übrigen durch andere Stipendien, Drittmittelprojekte der DFG, der EU, des BMBF, der Industrie oder auch über Haushaltsstellen der Universität finanziert sind. In den folgenden drei Artikeln werden diese selbst ihre Forschung in der Medizin, an den Experi-



*Doktorand  
Tom Reimer,  
Interdisziplinäre  
Ringvorlesung  
„Elektroimpulse &  
Implantate“,  
Wintersemester  
2011/12*



vordere Reihe v.l.: Johannes Steffen, Azhar Syed, Kathrin Badstübner mit Sohn Franz, Ralf Warmuth, Dr. Eilhard Mix, Thomas Weihe, Prof. Dr. Ursula van Rienen, Revathi Appali mit Tochter Rasy; hintere Reihe v. l.: Tom Reimer, Claudia Matschegewski, Annekathrin Grünbaum, Christian Schmidt, Immo Weber, Prof. Dr. Ralf Salomon, Andreas Körtge, Matthias Nissen, Prof. Dr. Wolfram Mittelmeier, Petra Gefken, Prof. Dr. Jan Gimsa

menten und bei der Theorieentwicklung beschreiben.

Das GRK *welisa* freut sich, nicht nur Promovierende aus verschiedenen Fächern und Nationen unter einem Dach vereinen zu können, sondern auch erfreulich viele junge Frauen und junge Eltern unter den Promovierenden zu haben: Die derzeit in *welisa* Promovierenden kommen aus Deutschland, Mazedonien, Iran, China und Indien. Der Frauenanteil lag bisher für den MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) erfreulich hoch, zwischen 39 % und 44 %. Die sechs jungen Mütter und zwei jungen Väter unter den Promovierenden haben insgesamt 13 kleine Kinder zwischen kurz vor der Geburt stehend und acht Jahren.

Sehr positiv wird die Familienregelung der DFG für Stipendiatinnen und Stipendiaten mit Kindern angesehen, wie die folgenden Zitate deutlich machen:

Tom Reimer, Doktorand in *welisa* seit dem 15. Oktober 2008, zwei Kinder: „Die Familienförderung der DFG hilft bei der Finanzierung der Betreuung meiner Kinder während der Arbeitszeit und schafft Freiräume für gemeinsame Aktivitäten mit der Familie.“

Revathi Appali, Doktorandin in *welisa* seit 15. März 2009, eine Tochter geboren am 15.10.2011: „Die Flexibilisierung der Arbeitszeit und die Finanzierung durch die DFG sind eine große Hilfe für mich. Ich bin der DFG dankbar für die Unterstützung meiner Arbeit und Familie.“

Annekathrin Grünbaum, Doktorandin in *welisa* seit 1. Mai 2009, zwei Söhne, eine Tochter, das vierte Kind wird im April 2012 erwartet: „Mit der Verlängerung der Stipendiumslaufzeit werden mir flexible Arbeitszeiten und somit mehr gemeinsame Zeit mit meiner Familie ermöglicht.“

#### Literatur:

- [1] Hippler, Horst (Hg.) (2011): Ingenieurpromotion – Stärken und Qualitätssicherung. Beiträge eines gemeinsamen Symposiums von acatech, TU9, ARGE TU/TH und 4ING. Serie acatech Diskussion, Springer. – Auch verfügbar unter: [www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Publikationen/acatech\\_diskutiert/acatech\\_DISKUSSION\\_Ingenieurpromotion\\_WEB.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/acatech_diskutiert/acatech_DISKUSSION_Ingenieurpromotion_WEB.pdf)

# Implantate für die elektromagnetische Stimulation der Knochenregeneration

Philip Grunert, Yvonne Haba, Yukun Su, Robert Souffrant, Ulf Zimmermann, Rainer Bader, Eberhard Burkel, Wolfram Mittelmeier, Ursula van Rienen

Der Einsatz von Implantaten für therapeutische Zwecke gewinnt zunehmend an Bedeutung in der Medizin. Einsatzzweck, Implantationsort und Anwendungsdauer beeinflussen dabei die Biokompatibilität und somit die Langzeitfunktionalität des Implantats. Des Weiteren sind die chemischen und physikalischen Oberflächeneigenschaften des Implantats eine wesentliche Einflussgröße für die Biokompatibilität. Um ein frühzeitiges Implantatversagen zu vermeiden, müssen alle Implantate eine gute Verträglichkeit gegenüber dem umliegenden Gewebe aufweisen. Biokompatible Materialien rufen zwar keine Abwehrreaktionen im Körper hervor, führen allerdings auch nicht unweigerlich zur Integration in das Gewebe.

Implantate in der Orthopädischen Chirurgie dienen vor allem der Versorgung von Frakturen und Knochendefekten. Sie unterscheiden sich in temporäre und permanente Implantate. So werden beispielsweise Marknägel, Osteosyntheseplatten, Schrauben oder Fixateure temporär zur Versorgung unterschiedlicher Knochenbrüche (Frakturen) eingesetzt. Sie unterstützen den Knochen bei der Bruchheilung und werden meist nach der Genesung wieder aus dem Körper entfernt. Permanente Implantate verweilen dauerhaft im Körper des

Patienten. Sie kommen überall dort zum Einsatz, wo z. B. größere Gelenk- und Knochenschäden nur noch durch eine Endoprothese (künstlicher Gelenkersatz) versorgt werden können. Die häufigsten Indikationen sind Arthrose, Knocheninfekt oder -nekrose, aber auch bei Knochentumoren werden Implantate eingesetzt. Die moderne Orthopädische Chirurgie versorgt eine Vielzahl an geschädigten Gelenken, von Hüftgelenk über Knie-, Sprung- und Schultergelenk bis zu den Fingergelenken.

Im Hinblick auf die Reduzierung der aseptischen Lockerung sollten Dauerimplantate verschleiß- und korrosionsbeständig sein. Zu steife oder zu weiche Materialien können zu Unter- oder Über-

belastung des Knochenlagers (Stress-Shielding) führen. Um Stress-Shielding zu vermeiden, werden beispielsweise beim künstlichen Hüftgelenkersatz als Implantatmaterial für den Stiel und die Pfanne häufig Titanlegierungen eingesetzt. Durch hinreichende Festigkeit, vergleichsweise geringes Elastizitätsmodul (115 GPa), hohe Korrosionsbeständigkeit und sehr gute Biokompatibilität sind Titan-Legierungen wie TiAl6V4 oder TiAl6Nb7 besonders für dieses Einsatzgebiet geeignet. Um die eingesetzten Materialien biofunktional zu gestalten, werden ihre Oberflächen häufig modifiziert, z. B. durch mechanisches Bearbeiten wie Aufrauen oder Polieren, durch Beschichten oder durch spezielle Herstellungsverfahren.

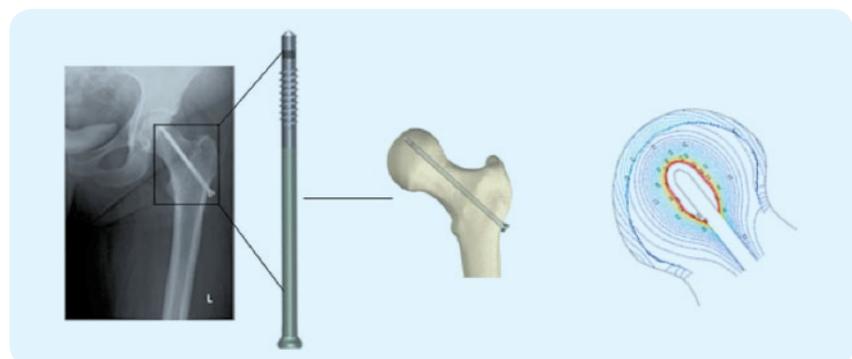


Abbildung 1: Implantat zur elektromagnetischen Stimulation in der Behandlung der aseptischen Hüftkopfnekrose mit einliegendem, elektrostimulierendem Implantat (links). Numerische Simulation mit Darstellung der elektrischen Feldverteilung im Hüftkopf (rechts).

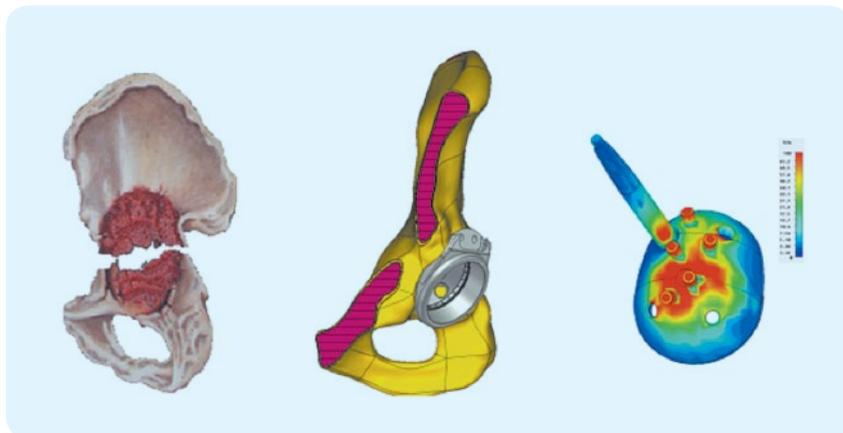


Abbildung 2: Implantat zur elektromagnetischen Stimulation (Mitte) in der Behandlung von Knochen-defekten (links) nach Lockerung der Primärpfanne. Numerische Simulation der elektrischen Feldverteilung an der Oberfläche der elektrodenbestückten Revisionspfanne (rechts)

Um das Einwachsen von permanenten Implantaten in den Knochen zu verbessern, müssen deren Oberflächen die Anhaftung (Adhäsion) sowie das Wachstum und die Vermehrung (Proliferation) von Knochenzellen (Osteoblasten) ebenso wie die mechanische Implantatverankerung im Knochenbereich unterstützen. Zur Stimulation der Implantat-Knochen-Verbindung können zusätzlich bioaktive Beschichtungen aufgebracht werden. Beispielsweise können Kalzium-Phosphat-Beschichtungen mit dem Mineral Hydroxylapatit zur Verbesserung der Verankerung (Fixation) durch Steigerung des Zellanzwachsens am Implantat und zur Regeneration des Knochens führen.

Bei Lockerungen von künstlichen Gelenken und in Folge von Frakturen, Infektionen, Tumoren und Nekrosen des Knochens können Knochendefekte entstehen. Die Behandlung zielt darauf ab, die Knochendefekte möglichst mit eigenem Knochen oder mittels Knochenersatzmaterialien auszufüllen und somit die Knochenregeneration zu ermöglichen. Dies kann durch die elektromagnetische Stimulation unterstützt werden. Die Elektrostimulation beruht dabei auf dem inversen piezoelektrischen Effekt, d. h. durch das Einwirken eines äußeren elektrischen Wechselfeldes kann eine

funktionelle Belastung des Knochens nachgeahmt werden. Daraus resultieren verschiedene Reaktionen des Knochengewebes auf zellulärer Ebene. In der klinischen Praxis wird heutzutage zum Beispiel die invasive elektromagnetische Stimulationstherapie eingesetzt. Dabei wird durch elektromagnetische Induktion von außen über eine implantierte Sekundärspule ein elektrisches Wirbelfeld als Stimulationsfeld auf den Knochen appliziert.

Unser Ziel ist es, bestehende Implantatsysteme in ihrer Wirksamkeit zu optimieren und neue elektromagnetische Stimulationssysteme für die patientenindividuelle Therapie von Knochendefekten zu entwickeln. Dazu werden mehrere Ansätze verfolgt. Osteostimulativ wirkende elektrische Implantate werden beispielsweise in die numerische Simulation integriert sowie die elektrischen Feldstärken und Stromdichten

im Knochenlager berechnet. In die Simulation fließen die mechanischen und elektrischen Materialparameter des Knochengewebes ein. Anhand von Patientendaten wird die Korrelation von Knochendichte und gewonnenen elektrischen bzw. mechanischen Materialparametern abgeleitet. Zudem werden in Zellversuchen mit humanen Osteoblasten die optimalen Stimulationsparameter evaluiert.

### Messung der Knochendichte sowie der mechanischen und elektrischen Eigenschaften

Hier wurden verschiedene Verfahren zur Knochendichtemessung betrachtet: DXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry), QCT (Quantitative Computer-Tomographie) und  $\mu$ CT (Mikro-Computer-

	Vier-Punkt-Impedanz	Zwei-Punkt-Impedanz	Zwei-Punkt-Impedanz
	20 Hz bei 20 °C	20 Hz bei 20 °C	20 Hz bei 37 °C
Artikuläre Schicht	0,17 ± 0,06	–	–
Kortikale Schicht	0,07 ± 0,04	–	–
Spongiose Schicht	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,03	0,05 ± 0,03

Tabelle: Gemessene Leitfähigkeit  $\sigma'$  [S/m] (Mittelwerte ± Standardabweichungen), ermittelt am humanen Hüftkopf mittels Zwei-Punkt- und Vier-Punkt-Impedanzverfahren

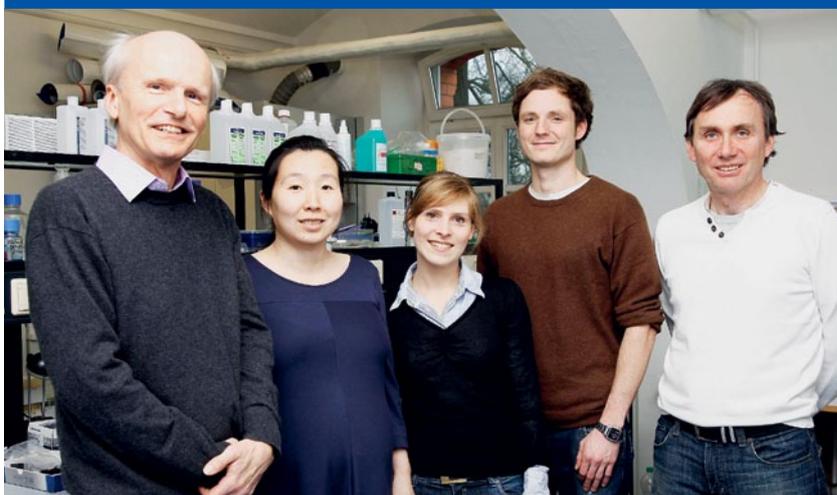
tomografie). Abschließend erfolgte die Ermittlung des Knochenmineralgehaltes durch Veraschung. Des Weiteren wurden im einachsigen Druckversuch an einer Universal-Prüfmaschine der Strukturmodul und die Bruchfestigkeit an den zylindrischen spongiösen (schwammartig porösen) Knochenproben aus dem humanen Hüftkopf ermittelt.

Eine Korrelation mit  $R = 0,76$  ( $p < 0,01$ ,  $n = 22$ ) wurde zwischen dem Strukturmodul und der Knochendichte aus der Veraschung ermittelt. Die höchste lineare Korrelation wurde mit  $R = 0,89$  ( $p < 0,01$ ,  $n = 22$ ) zwischen DXA und Veraschung gefunden. Eine Korrelation in Bezug zum Patientenalter konnte nicht ermittelt werden. Die Messung der elektrischen Materialparameter am humanen Hüftkopf beinhaltet die Zwei- und Vier-Punkt-Impedanzmessung. Es wurde die elektrische Impedanz bei einer Frequenz von 10 und 20 Hz im artikulären (knorpeligen) Areal sowie im kortikalen (äußeren Randbereich) und im spongiösen Bereich des Hüftkopfes gemessen und daraus die elektrische Leitfähigkeit ermittelt (siehe Tabelle).

## Numerische Feldsimulation

Die elektrischen Materialparameter (elektrische und dielektrische Leitfähigkeit) des humanen Knochens werden zur numerischen Simulation herangezogen und daraus die elektrische Feldverteilung im Knochenmodell für patientenindividuelle Anpassungen berechnet. Ziel ist die Erstellung eines möglichst realitätsnahen Modells für die Analyse der magnetisch induzierten Elektrostimulation zur Knochenregeneration. Abbildungen 1 und 2 zeigen zwei Anwendungsbeispiele. ■

## Die Autoren



v. l. n. r.: Prof. Dr. Eberhard Burkel, Yukun Su, Yvonne Haba, Philip Grunert, Prof. Dr. Rainer Bader

### Stipendiaten und Kollegiaten von welisa

#### M.Sc. Yukun Su

Studium des Communication Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou, Gansu, China, 1999 – 2003  
Studium des Computational Engineering an der Universität Rostock von 2008 bis 2010  
Promotionsthema: Electro-stimulating Implants for Bone Regeneration: Parameter Analysis and Design Optimization  
Mail yukun.su@med.uni-rostock.de

Promotionsthema: Einfluss der Knochenstruktur auf die peri-implantäre elektrische Feldverteilung bei der elektrostimulativen Therapie der avaskulären Hüftkopfnekrose  
Mail yvonne.haba@med.uni-rostock.de

#### Robert Souffrant

Studium der Biomedizinischen Technik an der Universität Rostock von 2000 bis 2004  
Promotionsthema: Experimentelle und numerische Untersuchungen zur Primärstabilität von Revisionshüftendoprothesen im Femur  
Mail robert.souffrant@med.uni-rostock.de

#### Ulf Zimmermann

Studium der Elektrotechnik an der Universität Rostock von 2003 bis 2010  
Promotionsthema: Simulation und Optimierung elektrostimulativer Implantate für die Orthopädie  
Mail ulf.zimmermann@uni-rostock.de

#### Philip Grunert

Studium der Humanmedizin an der Universität Rostock von 2005 bis 2011  
Promotionsthema: Der Einfluss von elektromagnetischen Feldern auf humane Osteoblasten in-vitro  
Mail philip.grunert@uni-rostock.de

#### Yvonne Haba

Studium der Elektrotechnik an der Universität Rostock 2005 bis 2008

### Betreuer

**Prof. Dr. med. Wolfram Mittelmeier**  
Medizinische Fakultät  
Orthopädische Klinik und Poliklinik  
Mail wolfram.mittelmeier@med.uni-rostock.de

**Prof. Dr. rer. nat. Eberhard Burkel**  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Physik Neuer Materialien  
Mail eberhard.burkel@uni-rostock.de

**Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. Rainer Bader**  
Medizinische Fakultät  
Orthopädische Klinik und Poliklinik  
Mail rainer.bader@med.uni-rostock.de

**Prof. Dr. rer. nat. Ursula van Rienen**  
Fakultät für Informatik und Elektrotechnik  
Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik  
Mail ursula.van-rienen@uni-rostock.de

# Wie wachsen Zellen auf Implantaten?

Harald Birkholz, Andreas Körtge, Bing Liu, Claudia Matschegewski, Thomas Weihe, Ulrich Beck, Patrick Elter, Konrad Engel, Jan Gimsa, Friedrich Liese, Barbara Nebe

Implantate sind im modernen Gesundheitswesen unerlässlich. Eine Erforschung des komplexen Zellverhaltens auf unterschiedlichen Materialien und Oberflächen ist notwendig, um Implantate so entwickeln zu können, dass eine hohe Akzeptanz sowie schnelle und komplikationsfreie Einheilung im Körper möglich ist. Mehrere Projekte von *welisa* haben das Studium dieses Zellverhaltens zum Inhalt. Eine Übersicht zu den einzelnen Themenbereichen ist Abbildung 1 zu entnehmen.

Wird ein Implantat mit einer Körperflüssigkeit wie Blut benetzt, wird an seiner Oberfläche fast augenblicklich die sogenannte elektrolytische Doppelschicht gebildet, welche unter anderem aus im

Blut gelösten Ionen besteht. Kurz darauf gelangen erste Proteine, die ebenfalls in der Körperflüssigkeit enthalten sind, auf die Oberfläche. Die entstehende Proteinschicht gilt als Schlüsselfaktor zur Beeinflussung der nachfolgenden Besiedlung der Oberfläche mit Zellen. Die Analyse dieser Besiedlung auf Oberflächen, die hinsichtlich topographischer sowie chemischer Eigenschaften einerseits unregelmäßig und andererseits nach verschiedenen Regeln gemustert sein können, ermöglicht das Auffinden von Gesetzmäßigkeiten der Zellentwicklung. Die Zellen und vor allem das Zellskelett aus Aktinfilamenten werden in ihren unterschiedlichen Entwicklungsstadien unter anderem mittels konfokaler Mikroskopie erfasst. In dem

dichten Netzwerk von einzelnen Fasern ist die Länge und Ausrichtung für den menschlichen Betrachter erkennbar. Die Automatisierung dieser visuellen Vermessung ermöglicht eine gemeinsame Betrachtung der Parameter mit den Charakteristiken der Biomaterial-Oberflächen. Da die beobachteten Daten stets von zufälligen Fehlern überlagert sind, könnten diese dem Experimentator Änderungen in der Filamentstruktur vortäuschen, die aber in Wirklichkeit nicht vorliegen. Eine wesentliche Hilfe liefern statistisch gesicherte Verfahren, die z. B. Aussagen über die Abhängigkeit zwischen der Ausrichtung und der Länge der Filamente machen und so die Auswertung durch objektive Kriterien unterstützen und absichern.

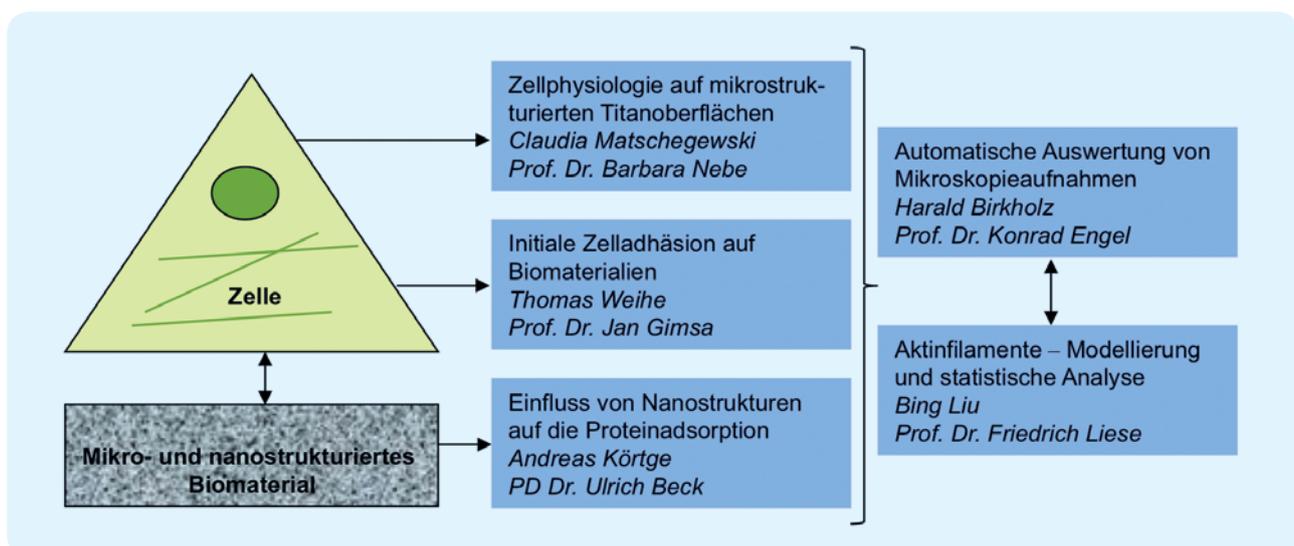


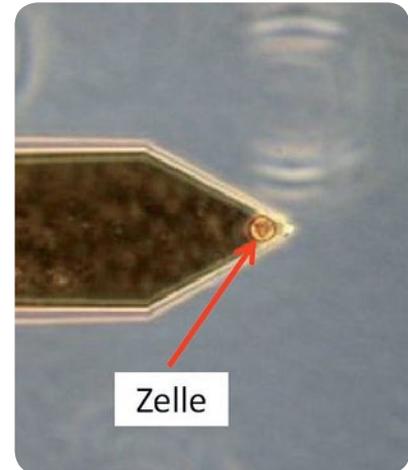
Abbildung 1: Themenbereiche der Autoren aus dem Graduiertenkolleg *welisa*

## Kraftspektroskopie – Die Vermessung der Nanowelt

Obwohl die Gewebeneubildung auf einem Implantat nach dessen Einbringen in den Körper durch die sich anlagernden Körperzellen initiiert wird, müssen bei einer umfassenden Betrachtung der Implantat-Gewebe-Interaktion auch schnellere Prozesse mit einbezogen werden, die sich auf molekularer und teilweise sogar auf atomarer Ebene abspielen. Die elektrische Doppelschicht aus positiv und negativ geladenen Ionen, die sich während der Operation sofort nach Blutkontakt bildet, ist dünner als ein Hunderttausendstel des Durchmessers eines menschlichen Haares. Die Beschreibung der komplexen Wechselwirkung zwischen dieser Ionenschicht und der sich ausbildenden Proteinschicht einerseits und der Materialoberfläche andererseits ist unverzichtbar für das Verständnis der schrittweisen Prozesse der Integration eines Implantats in den Körper (Besiedlung der Oberfläche mit Zellen, Zellwachstum, Zellproliferation, Gewebewachstum).

Die zentrale Methode zur Charakterisierung der Proteinschicht und der anschließenden Zelladhäsionsprozesse sind rasterkraftmikroskopische Untersuchungen auf der Biomaterialoberfläche, die unter ähnlichen Bedingungen, wie sie auch im Körper vorliegen, durchgeführt werden. Mit der Rasterkraftmikroskopie ist es möglich, ein einzelnes Protein aufzusammeln und Informationen über dessen Eigenschaften (ortsabhängige Anlagerungswahrscheinlichkeit auf der Materialoberfläche, Faltungszustand etc.) in Abhängigkeit von den chemischen und topographischen Eigenschaften der Oberfläche zu gewinnen. Begleitet werden die Experimente durch

Abbildung 2:  
*Anwendungsbeispiel für die Kraftspektroskopie – Eine lebende Knochenzelle an der Spitze eines Rasterkraftmikroskop-Federbalkens (Breite 100  $\mu\text{m}$ ): Die Zelle wird auf eine Probe gedrückt und wieder abgezogen, um über die Auslenkung des Federbalkens die initiale Adhäsionskraft auf der Oberfläche zu messen.*



Computersimulationen. Wir wollen Modelle entwickeln, die Vorhersagen über die Implantat-Protein-Wechselwirkung erlauben und so Möglichkeiten für eine weitere Optimierung der Implantatoberflächen schaffen.

### Grenzflächennahe Vorgänge während der Implantat-Integration

Ähnlich wie bei der Charakterisierung der Proteineigenschaften, können die Wechselwirkungen einer einzelnen Zelle mit der Implantatoberfläche durch Rasterkraftmikroskopie bestimmt werden. Es zeigte sich eine große Komplexität der Zell-Oberflächenverbindungen: Einerseits heftet sich die Zelle durch spezifische Bindungsstellen (nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip) an die Oberfläche der Proteinschicht, andererseits ist eine Verbindung zur Oberfläche durch entgegengesetzte elektrische Ladungen realisiert. Jede Stufe der sequentiellen Abläufe auf atomarer, molekularer und zellulärer Ebene wurde innerhalb des Graduiertenkollegs in Modellversuchen nachgestellt. So konnte z. B. die gegenseitige Anziehung zweier negativ geladener Oberflächen mit dem Rasterkraftmikroskop gemessen werden (Ab-

bildung 2). Hierbei werden zwei negativ geladene Flächen (Zelle und Implantat) durch ein positiv geladenes Molekül quasi zusammengeklebt. Interessant sind außerdem Untersuchungen, die zeigen, wie das Wechselspiel zwischen Oberflächennanostruktur und aufgelaugener Proteinschicht die Stabilität der resultierenden Zelladhäsion beeinflusst.

### „Mimikry bei Zellen“ – der Einfluss von Materialstrukturen

Die Interaktion zwischen Implantat und Zellen ist sehr komplex und es kommt zu einer Vielzahl von zellulären Prozessen, welche durch die spezifischen Implantateigenschaften beeinflusst werden. Dabei spielt die Oberflächentopographie des Implantates eine wichtige Rolle. Es ist bekannt, dass Zellen dazu fähig sind, Mikro- und sogar Nanostrukturen zu erkennen und darauf mit Änderungen in ihrem Verhalten zu reagieren.

Um diese Vorgänge besser zu verstehen und Zusammenhänge zwischen dem spezifischen Zellverhalten und der Mikrostruktur eines Biomaterials aufzudecken, wird die Zellphysiologie von humanen Knochenzellen in Abhängig-

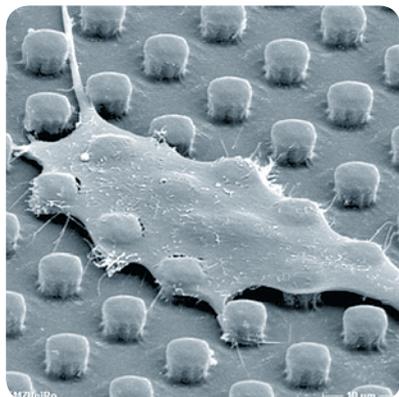
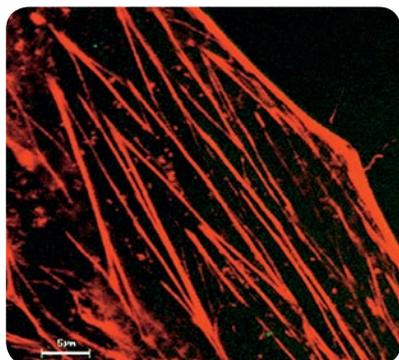


Abbildung 3: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer Knochenzelle 24 h nach Kontakt mit einer mikrostrukturierten Titanoberfläche (Maßstabsbalken: 10  $\mu\text{m}$ ). Matschegewski et al. *Biomaterials* 31 (2010) 5729-40

keit definiert mikrostrukturierter Titanoberflächen untersucht (Abbildung 3). Durch die erzielten Ergebnisse kann ein starker Zusammenhang zwischen den topographischen Oberflächeneigenschaften, wie z. B. regelmäßige Pfosten- oder Grabenstrukturen, und diversen Zellfunktionen nachgewiesen werden. Die Zellen sind fähig, sich sowohl in der Zellform als auch in der Organisation ihrer intrazellulären Strukturen (Aktinzytoskelett) an die spezifische Topographie der Titanoberflächen anzupassen („Mimikry“; Abbildung 4). Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass auch andere zelluläre Eigenschaften, wie z. B. die Zelladhäsion, die Zellausbreitung (Spreading),

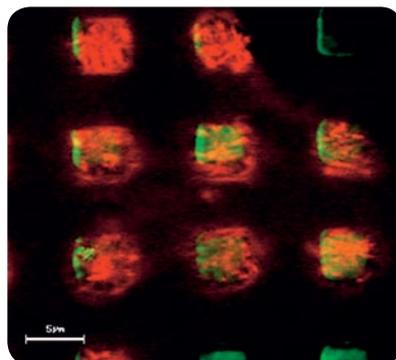


die Expression von Integrinrezeptoren und die Synthese von knochenspezifischen Matrixproteinen, positiv mit spezifischen physiko-chemischen Materialeigenschaften (u. a. Benetzbarkeit und Oberflächenenergie) assoziiert sind.

Durch die Anwendung der neu innerhalb von *welisa* entwickelten Software FilaQuant ist es möglich, die beobachteten topographisch-induzierten Veränderungen der Aktinfilament-Formation in den Zellen, basierend auf der Auswertung konfokalmikroskopischer Aufnahmen, automatisch zu quantifizieren (Abbildung 5). Dies ermöglicht die Erhöhung des Pools an quantifizierbaren zellbiologischen Daten für zukünftige computerorientierte Modellierungen von Zell-Material-Interaktionen. Die systematische Modifikation von Strukturparametern von Biomaterialien kann einen entscheidenden Beitrag für Simulationen von Zell-Material-Interaktionen leisten, um zukünftig das Verhalten von Zellen gezielt zu beeinflussen oder gar vorhersagen zu können.

### Gratwanderung im Helligkeitsrelief

Das Aktinzytoskelett besteht in der frühen Besiedlung nach 30 bis 180 Minuten aus wohldefinierten Fasern, die bei der Oberflächenbesiedlung weitgehend in



einer Ebene liegen. Mit konfokaler Mikroskopie kann diese intrazelluläre Struktur in dieser Ebene abgebildet werden. Das aufgenommene digitale Bild ist als ein Relief vorstellbar, bei dem große Helligkeit als große Höhe interpretiert wird. Die Kammlinien oder Grate in diesem Relief sind dann die Mittellinien des zu vermessenden Filaments. Die durch uns entwickelte Software FilaQuant bietet die Algorithmen und die Schnittstelle für diese Auswertung. Die Idee ist eine schrittweise Konkretisierung des Merkmals und dessen Trennung von zufälligen Störungen.

Die Inhalte eines digitalen Bildes sind im Allgemeinen ohne zusätzliche Annahmen weitgehend unzugänglich. Eine gute Modellannahme erschließt den Inhalt nicht nur theoretisch, sondern ist auch praktisch mit Daten umsetzbar. Der interessante Teil der Bilder kann mit einer Funktion beschränkter Hessematrix auf einem quadratischen Gebiet modelliert werden. Die totale Variation zweiter Ordnung definiert einen Skalenraum, der mit einer Norm eine Ordnung der Bilder herstellt. Mit der Wahl eines Niveaus in dieser Ordnung kann praktisch wie theoretisch zu jedem beliebigen digitalen Bild durch nichtlineare Optimierung ein sehr ähnliches Bild mit weniger Rauschen und den gleichen Kammlinien ermittelt werden. Damit ist das Problem vom Modell des digitalen

Abbildung 4: Konfokalmikroskopische Aufnahme des Aktinzytoskeletts in Knochenzellen auf glatter (links) und mikrostrukturierter Titanoberfläche (rechts) nach 24 h (rot: Aktin, grün: Reflexionsmodus der Oberfläche). Die Aktinformation passt sich an die Mikrostruktur der Oberfläche an (Maßstabsbalken: 5  $\mu\text{m}$ ). Matschegewski et al. *Biomaterials* 31 (2010) 5729-40

## Die Autoren



vordere Reihe v. l.: Thomas Weihe, Bing Liu, Prof. Dr. Barbara Nebe, PD Dr. Ulrich Beck, Claudia Matschegewski;  
hintere Reihe v. l.: Prof. Dr. Konrad Engel, Prof. Dr. Friedrich Liese, Andreas Körtge, Dr. Patrick Elter, Harald Birkholz

### Stipendiaten von welisa

#### Harald Birkholz

Studium der Mathematik an der Universität Rostock von 2003 bis 2008

**Promotionsthema:**  
Mathematical Methods for the Quantification of Actin-Filaments in Microscopic Images  
Mail harald.birkholz@uni-rostock.de

#### Andreas Körtge

Studium der Physik an der Universität Rostock von 2005 bis 2011

**Promotionsthema:**  
Einfluss nanostrukturierter Materialoberflächen auf das Verhalten adsorbierter Biomoleküle  
Mail andreas.koertge@uni-rostock.de

#### Bing Liu

Studium der Mathematik an der Universität Rostock von 2003 bis 2008

**Promotionsthema:**  
Statistische Modellierung und Analyse von Aktin-Filamenten  
Mail bing.liu@uni-rostock.de

#### Claudia Matschegewski

Studium der Biowissenschaften an der Universität Rostock von 2000 bis 2006

**Promotionsthema:**  
Analyse der Zellfunktion von humanen Osteoplasten in Abhängigkeit definiert mikrostrukturierter Titanoberflächen  
Mail claudia.matschegewski@uni-rostock.de

#### Thomas Weihe

Studium der Biologie an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz von 1997 bis 2005

**Promotionsthema:**  
Stimulation humaner Osteoplasten in vitro  
Mail thomas.weihe@uni-rostock.de

### Betreuer

#### Prof. Dr. rer. nat. Konrad Engel

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Mathematik  
Fachgebiete Diskrete Mathematik und Optimierung  
Mail konrad.engel@uni-rostock.de

#### PD Dr. sc. nat. Ulrich Beck Dr. Patrick Elter

Fakultät für Informatik und Elektrotechnik  
Institut für Gerätesysteme und Schaltungstechnik  
Fachgebiete Metallische Biomaterial-Grenzflächen, Dünne Schichten  
Mail ulrich.beck@uni-rostock.de  
Mail patrick.elter@uni-rostock.de

#### Prof. Dr. rer. nat. Friedrich Liese

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Mathematik  
Fachgebiete Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik  
Mail friedrich.liese@uni-rostock.de

#### Prof. Dr. med. J. G. Barbara Nebe

Medizinische Fakultät  
Biomedizinisches Forschungszentrum / Arbeitsbereich Zellbiologie  
Fachgebiet Zellbiologie  
Mail barbara.nebe@med.uni-rostock.de

#### Prof. Dr. rer. nat. Jan Gimsa

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Biowissenschaften  
Fachgebiete Zell-Biophysik, elektrische Zellcharakterisierung, Mikrosysteme  
Mail jan.gimsa@uni-rostock.de

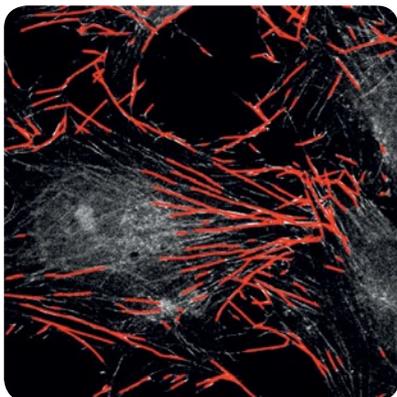


Abbildung 5: Konfokal-mikroskopisch abgebildete Knochenzellen mit Graufärbung des Aktinzytoskeletts und roter Markierung der automatisch detektierten Filamente

Bildes auf ein Modell einer Funktion beschränkter Hesse-Matrix zurückgeführt.

Eine weitere sinnvolle Annahme ist, dass Filamente in der Ebene höchstens eine einbeschriebene Kreisscheibe mit einem maximalen Radius enthalten. Der konkrete Wert hängt vom Abbildungsmaßstab ab. Die modellierte Realität ist die linienartige Erscheinung von Fasern. Durch die Zylinderhut-Transformation mit einer Kreisscheibe kann so das Filament von anderen Lichtquellen in der Antwort des Farbstoffes auf die Laseranregung getrennt werden. Dabei wird durch Subtraktion einer groben Darstellung des Bildes die Helligkeit der Details verhältnismäßig aufgewertet.

Zur Erfassung der so isolierten Kammlinien kann man davon ausgehen, dass sich das Filament aus einzelnen Faserstücken zusammensetzt, die in sich gering gekrümmt und miteinander überlagert oder verknüpft sind und dass jedes gerade Stück eines Filaments entlang des Verlaufes eine minimale mittlere Konkavität des Bildreliefs hat. Die Helligkeit ist direkt bei der Faser maximal und fällt mit dem Abstand ab. Weiterhin

hat jeder Verzweigungs- oder Endpunkt eines Filaments eine punktweise Konkavität des Bildreliefs über einer festen Schwelle. Somit können im ersten Schritt mögliche Endpunkte und im zweiten Schritt mögliche Polygonzüge gerader Teilstücke dazwischen ermittelt werden und einzeln auf Länge und Ausrichtung hin untersucht werden. Die Lösung ist im Allgemeinen fehlerbehaftet. Durch Auswertung künstlich erzeugter Bilder ist aber dieser Fehler kontrollierbar.

### Aktinfilamente – Modellierung und statistische Analyse

Die Aufdeckung wesentlicher Effekte im Aktinskelett ist nur mit Hilfe eines geeigneten statistischen Modells und der auf dieser Basis entwickelten mathematisch-statistischen Verfahren möglich, weil bestimmte Effekte immer durch zufällige Fehler überlagert werden. Die auf der Grundlage eines Regressionsmodells mit dem Computer erzeugten Filamente weisen qualitativ eine hohe Ähnlichkeit mit den Bildern von Aktinfilamenten auf, die mit Hilfe von Methoden der Bildverarbeitung gewonnen wurden.

Abbildung 6 zeigt Computersimulationen für Aktinfilamente für ein Eincluster-

bzw. Zweiclustermmodell. Ein Vergleich dieser Bilder mit den Bildern der Aktinfilamente aus den gemessenen Daten belegt die Adäquatheit des Modells. Mit diesem kann man untersuchen, ob es eine bestimmte Richtung gibt, in der die mittlere Länge der Filamente besonders groß ist. Im Sinne der Hauptkomponentenanalyse geht es also um die Frage, ob bei Wahl eines geeigneten Koordinatensystems die eine Komponente des Filaments im Durchschnitt größer als die andere Komponente ist.

Ebenfalls kann mit Hilfe dieses Modells überprüft werden, ob es wesentliche Änderungen hinsichtlich der Längen und der Richtungen der Filamente gibt, wenn ursprüngliche Materialien, auf denen die Zellen kultiviert wurden, durch neue Materialien oder durch neu strukturierte Oberflächen bekannter Materialien ersetzt werden. Hier kann man dann mit Hilfe von Signifikanztests entscheiden, ob diese Änderungen der Oberflächen zu wesentlichen Änderungen der Länge und der Orientierung der Aktinfilamente führen. Sind diese Änderungen klein, so wird man diese nur mit sehr großen Datensätzen erkennen. Durch Computersimulationen kann man notwendige Stichprobenumfänge planen und so wesentlich zur systematischen Planung von Versuchsserien beitragen. ■

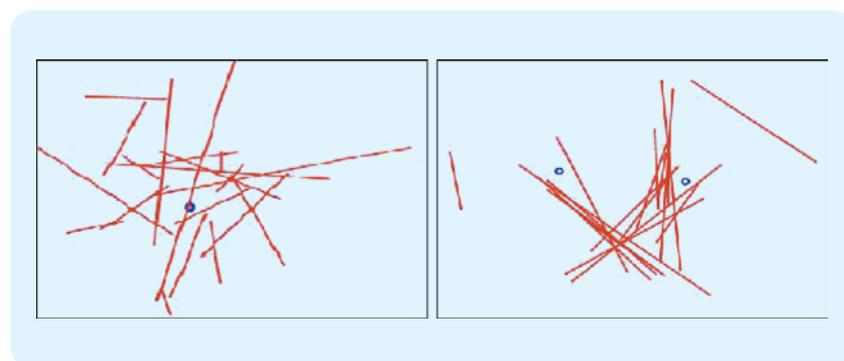


Abbildung 6: Aktinfilamente für ein Eincluster- bzw. Zweiclustermmodell

# Implantate zur Stimulation des Hörnervs und des tiefen Hirns

Revathi Appali, Kathrin Badstübner, Annekathrin Grünbaum, Thomas Kröger, Matthias Nissen, Tom Reimer, Christian Schmidt, Ralf Warmuth, Werner Baumann, Reiner Benecke, Jan Gimsa, Ulrike Gimsa, Eilhard Mix, Hans-Wilhelm Pau, Ursula van Rienen, Ralf Salomon, Immo Weber

Mit dem Ohr hat die Natur uns ein wunderbares Sinnesorgan gegeben. Es wandelt Schallwellen in elektrische Signale um, die von unserem Gehirn (genauer dem auditiven Cortex) verarbeitet werden und uns damit in die Lage versetzen, die Umwelt akustisch wahrzunehmen. Im Zusammenspiel mit den anderen Sinnesorganen liefert das Ohr uns wichtige Eindrücke aus unserer Umgebung in Form von ganz alltäglichen Geräuschen, wie der Sprache, dem Rauschen des Windes oder der wogenden See, gleichzeitig aber auch so wundervolle Dinge wie Musik oder das Lachen von Kindern.

Leider ist es nicht jedem vergönnt, mit den Ohren richtig zu hören. Viele Menschen sind taub, entweder von Geburt an oder durch Schädigungen des Gehörapparats. Eine der Ursachen ist, dass in der Hörschnecke (der Cochlea) die kleinen Haarzellen geschädigt sind, die für die Umwandlung der akustischen Signale in elektrische Signale verantwortlich sind. Speziell für diesen Patientenkreis sind Cochlea-Implantate entwickelt worden und seit ca. 20 Jahren werden diese auch an der Universitätsklinik in Rostock erfolgreich implantiert. Diese Cochlea-Implantate sind in der Lage, die Hörfähigkeit zumindest teilweise wieder herzustellen und erlauben es somit dem Patienten wieder am alltäglichen akustischen Geschehen teilzunehmen.

Abbildung 1:  
Das Ohr mit  
implantiertem  
Cochlea-  
Implantat.



## Das Cochlea-Implantat und die Regelung über den Stapediusreflex

Ein Cochlea-Implantat (siehe Abbildung 1) besteht genau genommen aus drei Teilen: einem Sprachprozessor, der wie ein normales Hörgerät außen am Ohr sitzt, einer drahtlosen Übertragung unter die Kopfhaut sowie dem eigentlichen Implantat, das tief in die Hörschnecke eingepflanzt wird. Eine Hauptschwierigkeit für den Operateur besteht in der Ersteinstellung des Sprachprozessors: der Patient wird während der Operation in Narkose versetzt und kann so nicht bewusst reagieren. Hier kommt uns eine Eigenschaft des Gehörs zugute: werden die akustischen Signale zu laut, löst das

Gehirn einen kleinen Reflex aus, der als Stapediusreflex bekannt ist. Dieser Reflex besteht in der Aktivierung des äußerst kleinen Stapediusmuskels, der die Schallübertragung im Mittelohr hemmt.

Zurzeit wird dieser Stapediusreflex während der Operation künstlich aktiviert und durch entsprechende Beobachtung zur Ersteinstellung des Implantats verwendet. Die aktuelle Forschungs-idee geht aber weit darüber hinaus: Es wird versucht, kleine Elektroden in den Stapediusmuskel einzuführen, um die im Muskel auftretenden elektrischen Signale abzuleiten. Das funktioniert ganz ähnlich wie ein EKG. Mittels der elektrischen Signalverarbeitung soll es später möglich sein, die Cochlea-Implantate



Abbildung 2:  
Beispiel für die  
verwendete  
Hardwareplattform  
(Altera  
Corporation)

automatisch an die äußeren Gegebenheiten anzupassen und damit den Höreindruck ständig zu optimieren.

### Ein neues Gerät zur dynamischen Lautstärkeregelung

Für diese Aufgabe wird im Graduiertenkolleg *welisa* ein neuartiges Gerät entwickelt (siehe Abbildung 2), das die elektrischen Signale des Stapediusmuskels (siehe Abbildung 3) aufnimmt und aus ihnen die Aktivität des Muskels errechnet. Für diese Berechnung speichert das Gerät einen kurzen Zeitraum des gemessenen Muskelsignals und bildet daraus den Mittelwert. Dieser

Mittelwert wird mit einem vorgegebenen Wert (einer Schwelle) verglichen (siehe Abbildung 4). Liegt der berechnete Wert über dieser Schwelle, wird ein Signal an den Sprachprozessor weitergegeben. Anschließend wird die gleiche Berechnung über einen neuen kurzen Zeitraum mit den neu aufgenommenen Werten ausgeführt.

Der Sprachprozessor selbst kann anhand des empfangenen Signals erkennen, ob der Höreindruck des Patienten der Lautstärke des umgewandelten Schalls entspricht. Das Cochlea-Implantat kann sich so mit Hilfe des Stapediusreflexes dynamisch an die Gegebenheiten und Bedürfnisse seines Nutzers anpassen.

### Elektroden im Gehirn – Tiefe Hirnstimulation (THS) hilft bei der Behandlung von Bewegungsstörungen

Bei zahlreichen Erkrankungen des zentralen Nervensystems ist die Funktionsweise bestimmter Neuronen in tief gelegenen Hirnregionen gestört. Lokale elektrische Impulse können das Aktivitätsmuster dieser Neuronen so beeinflussen, dass die Symptome der Krankheit unterdrückt werden. Dazu wird eine Elektrode in das zu stimulierende Gebiet implantiert und mit einem regulierbaren Impulsgeber („Hirnschrittmacher“) verbunden (Abbildung 5). Auf diese Weise werden die Parkinson-Erkrankung sowie krankhaftes Zittern (essentieller Tremor) und krankhafte Verspannungen (Dystonien) bereits erfolgreich behandelt und eine zunehmende Zahl neuropsychiatrischer Krankheiten, wie Epilepsie, Chorea Huntington, chronischer Kopfschmerz, Spastik nach Schlaganfall, Bluthochdruck, Alzheimer-Demenz, endogene Depression, Gilles-de-la-

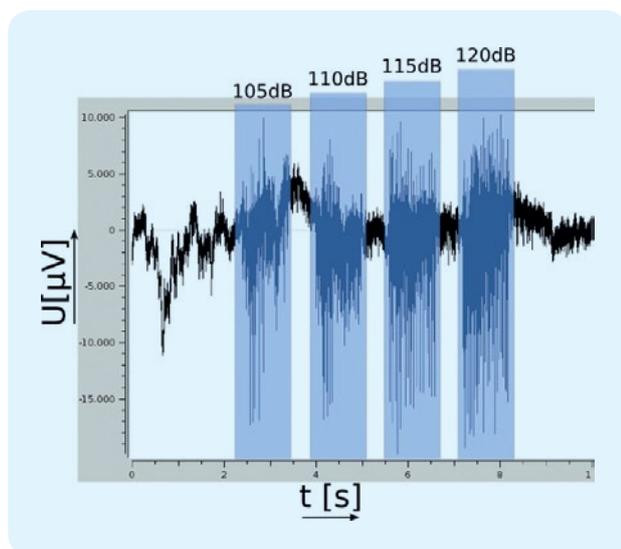


Abbildung 3: Aufgenommenes Muskelsignal während eines Experiments mit unterschiedlichen Lautstärken

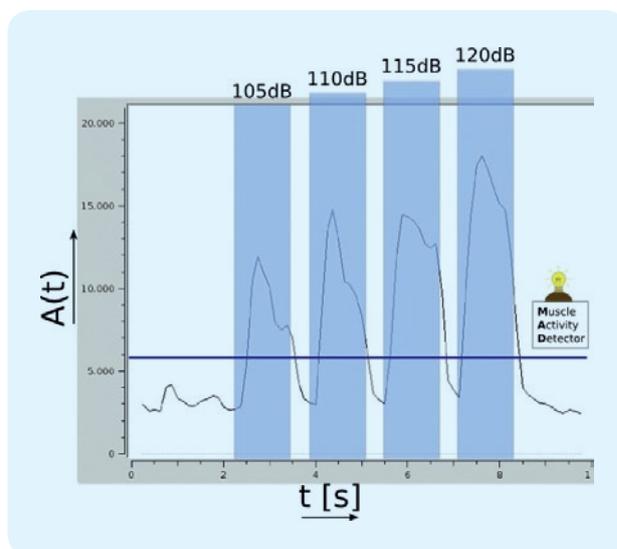
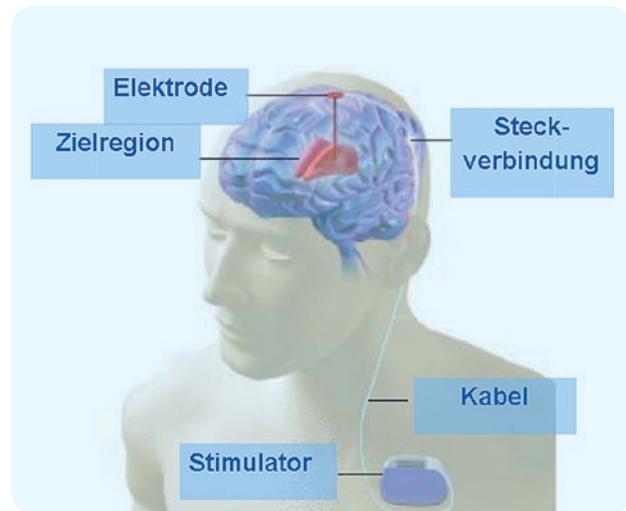


Abbildung 4: Aus den aufgenommenen Daten errechnete Werte. In blau eingezeichnet die Schwelle für die Benachrichtigung des Sprachprozessors

Tourette-Syndrom, Zwangsstörungen, Schizophrenie und Autismus, versuchsweise in klinischen Studien therapiert. Dabei ist für jede Krankheit die optimale Zielregion auszuwählen und mit individuell adaptierten Impulsparametern zu stimulieren. Das erfolgt bislang überwiegend empirisch und ohne genaue Kenntnis der zu Grunde liegenden Mechanismen. Für die grundlegende Erforschung dieser Fragen wären systematische Untersuchungen mit Gewebentnahmen erforderlich, die sich am Menschen jedoch aus ethischen Gründen verbieten. Deshalb werden in unseren Projekten Untersuchungen im Tiermodell durchgeführt und durch *in silico*-Modellberechnungen elektrischer Feldeffekte auf das elektrodennahe Biosystem ergänzt. Ziel ist es, über die Analyse der elektrischen Feldverteilung im zu behandelnden Hirnareal und die Testung motorischer, kognitiver und emotionaler Funktionen, die Stimulationsparameter zu optimieren und unerwünschte Nebenwirkungen der THS zu minimieren. Die dazu verwendeten THS-Modelle enthalten analog zur klinischen Situation folgende Komponenten (Abbildung 6): (1) Uni- oder bipolare Stimulationselektroden aus biokompatiblen Material, (2) ein Kabelsystem, das die freie Beweglichkeit der Versuchstiere möglichst wenig einschränkt, (3) einen regulierbaren Impulsgenerator und (4) eine Batterie mit geringem Gewicht und langer Lebensdauer. Die bisher in der Literatur beschriebenen Modelle weisen demgegenüber u. a. folgende wesentliche Nachteile auf, die den Aussagewert bisheriger experimenteller THS-Studien begrenzen: (1) Die Instrumentierung erfolgte entweder durch den Anschluss an stationäre Stimulatoren, was die freie Beweglichkeit der Tiere einschränkt, oder über die Implantation des gesamten Gerätesystems, einschließlich

Abbildung 5:  
Tiefe Hirnstimulation (THS) beim Menschen  
(Abbildung modifiziert, Medtronic, Minneapolis, USA)



Impulsgenerator und Batterie, was mit einer erheblichen Traumatisierung verbunden ist und die Testung variabler Stimulationsparameter erschwert. (2) Bei der Verkleinerung der Elektrodengeometrie für den Tierversuch in Ratten spielt die mechanische Materialstabilität eine große Rolle, was dazu führte, dass im Tierversuch üblicherweise Edelmetallelektroden verwendet wurden. Bei diesen Elektroden setzen jedoch unmittelbar nach Implantation korrosive elektrochemische Prozesse ein. (3) Die von den Tieren tolerierte Instrumentierung war zeitlich (auf maximal zwei Wochen) begrenzt, was die Untersuchung von klinisch relevanten Langzeiteffekten ausschließt.

Im Rahmen des Graduiertenkollegs *welisa* wurde das international am weitesten verbreitete Tiermodell der Parkinson-Erkrankung, der 6-Hydroxy-Dopamin-induzierte Hemiparkinson der Ratte, durch einseitige Ausschaltung dopaminerger Neurone in der schwarzen Substanz des Mittelhirns erzeugt und bei diesen Ratten die in Abbildung 6 gezeigte chronische Instrumentierung vorgenommen. Im Gegensatz zu den bisher für die experimentelle THS gebräuchlichen eisenhaltigen bi-

polaren Elektroden mit symmetrischer Feldverteilung werden in Industriekooperation hergestellte, komplett eisenfreie, bipolare Elektroden mit versetzt angeordneter Spitze und dadurch generiertem, asymmetrischem elektrischen Feld verwendet (Abbildung 7). Zum Vergleich werden eisenfreie unipolare Pt/Ir-Elektroden eingesetzt. Außerdem werden, ausgehend von den etablierten Pulsparametern (Frequenz: 130 Hz, Pulsdauer: 60  $\mu$ s, Pulsstromstärke 500  $\mu$ A, Pulsform: Rechteckimpuls) neue Stimulationsparameter-Konstellationen erstmals über einen Zeitraum von bis zu sechs Wochen verglichen. Von klinischer Relevanz sind vor allem funktionelle Auswirkungen der Elektroden- und Parametermodifikationen. Deshalb wird der THS-Effekt mit mehreren Testsystemen geprüft, die überwiegend auf dem bei Hemiparkinson-Ratten möglichen Seitenvergleich beruhen. Zu ihnen gehören (1) ein Apomorphin-induzierter Rotationstest (Messung von asymmetrischen Drehungen um die Körperachse), (2) ein Stepping- und ein Korridor-Test (Messung des asymmetrischen Pfotengebrauchs) und (3) ein Open-Field-Test, mit dem über das Laufverhalten in einer beleuchteten Box außer der motorischen Funktion die kognitive Leis-

tung (Erkundungsverhalten) und das emotionale Verhalten (Angst) beurteilt werden können. Hinzu kommt die Bestimmung des Langzeitverhaltens der bisher unbekannt *in vivo*-Impedanz (dem Wechselstromwiderstand) nach Implantation unipolarer Pt/Ir-Elektroden (Abbildung 8). Die Impedanz nimmt durch die Elektrodeneinkapselung zu,

was die Anpassung der Pulsstromstärke erfordert.

Im *in silico*-Projekt basiert die Berechnung der elektrischen Feldverteilung in der Zielregion auf einem Gehirnmodell, das in einzelne Dreieckselemente zerlegt wird (Abbildung 9). Diese Feldverteilung hängt neben den elektrischen

Eigenschaften des Hirngewebes maßgeblich von deren räumlicher Verteilung und der richtungsabhängigen (anisotropen) Leitfähigkeit der einzelnen Gewebetypen ab. Um den Einfluss dieser Gewebeeigenschaften auf die Feldverteilung bei der THS zu untersuchen, werden segmentierte Bilddaten aus der Magnetresonanztomographie (MRT) und der Diffusions-Tensor-Magnetresonanztomographie (DT-MRT) in das Modell integriert. Zukünftig erhofft man sich durch die Berechnung der neuronalen Aktivität aus der modellierten Feldverteilung in der Zielregion eine Optimierung der Stimulationsparameter und der Elektrodengeometrie *in silico*.

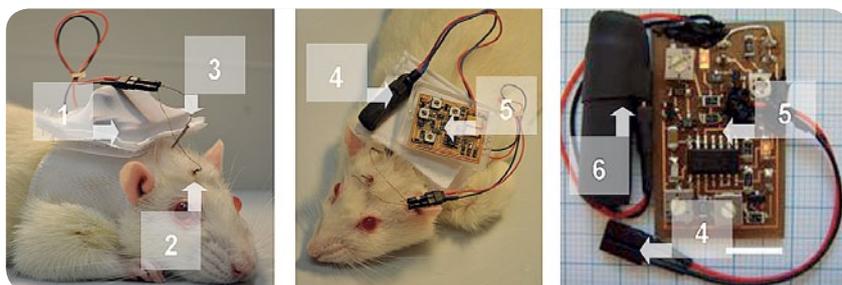


Abbildung 6: Anästhesiertes Versuchstier mit implantierten Elektroden und chronischer Instrumentierung für die experimentelle THS: (1) Jacke mit Rucksack, (2) Gegenelektrode, (3) Pt/Ir Stimulationselektrode (Polyfil, Zug, Schweiz), (4) Steckverbindung, (5) Zwei verschiedene Stimulatoren (Rückheim und Arndt, Berlin), (6) Batterie

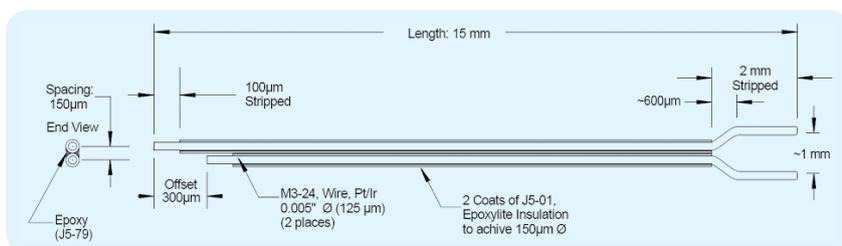


Abbildung 7: Design einer bipolaren Elektrode mit versetzter Spitze zur Erzeugung eines asymmetrischen elektrischen Feldes für die experimentelle THS (Ausführung in Industriekooperation mit FHC, Bowdoin, ME, USA)

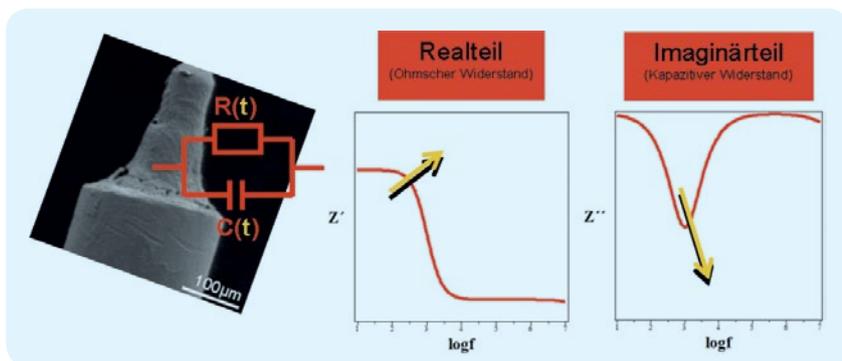


Abbildung 8: Zunahme des Ohmschen (Realteil  $Z'$ ) und Abnahme des kapazitiven (Imaginärteil  $Z''$ ) Anteils der Impedanz nach der Elektrodenimplantation

## Neuronale Netze auf Neurochips

Mit Hilfe neuronaler Zellkulturmethoden ist es möglich, Zellen aus ihrer natürlichen Umgebung herauszulösen und *in vitro* (außerhalb des lebendigen Organismus) beispielsweise auf Glasoberflächen zu kultivieren. Die von uns auf Glas-Neurochips kultivierten Neuronen stammen aus der Großhirnrinde (Kortex) der Maus. In der *in vitro*-Kultur organisieren sie sich selbst zu neuronalen Netzwerken, die, verglichen mit den höchst komplexen Netzwerken der nativen Hirnrinde, bedeutend kleiner und übersichtlicher sind. Dennoch sind es hochkomplexe dynamische Systeme, in denen verschiedene Zelltypen elektrisch und chemisch interagieren.

Die einzelnen Neurone dieser Netzwerke kommunizieren miteinander durch so genannte Aktionspotentiale. Diese treten auf, wenn die Transmembranspannung dieser Zellen einen bestimmten Schwellwert überschreitet. Aktionspotentiale laufen über lange,

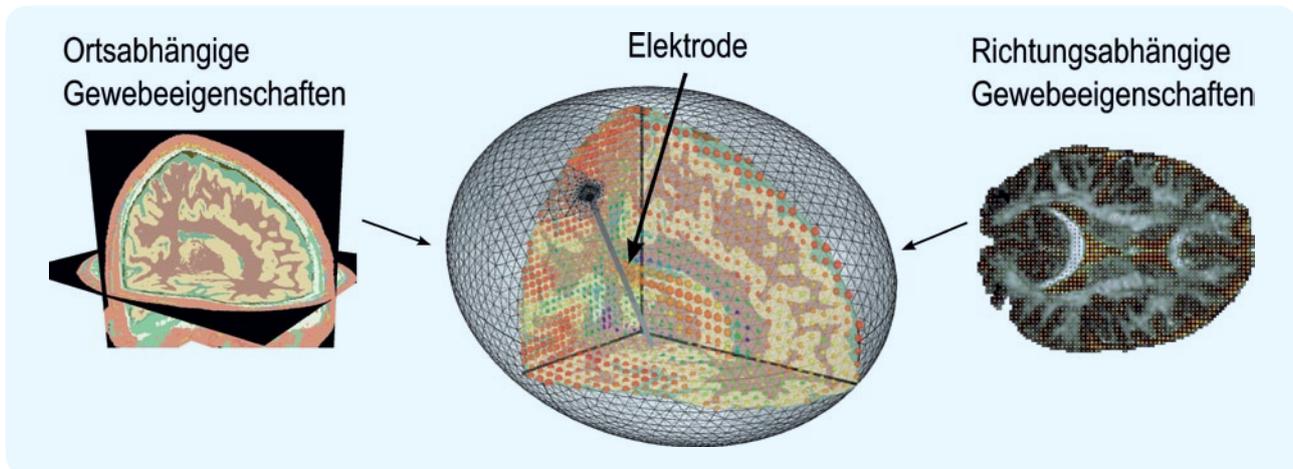


Abbildung 9: Modellierung der Zielregion und der der humanen Gehirngeometrie durch Zerlegung des elliptischen Rechengebiets in Dreieckselemente. Die Gewebeeigenschaften werden aus MRT und DT-MRT Daten extrahiert.

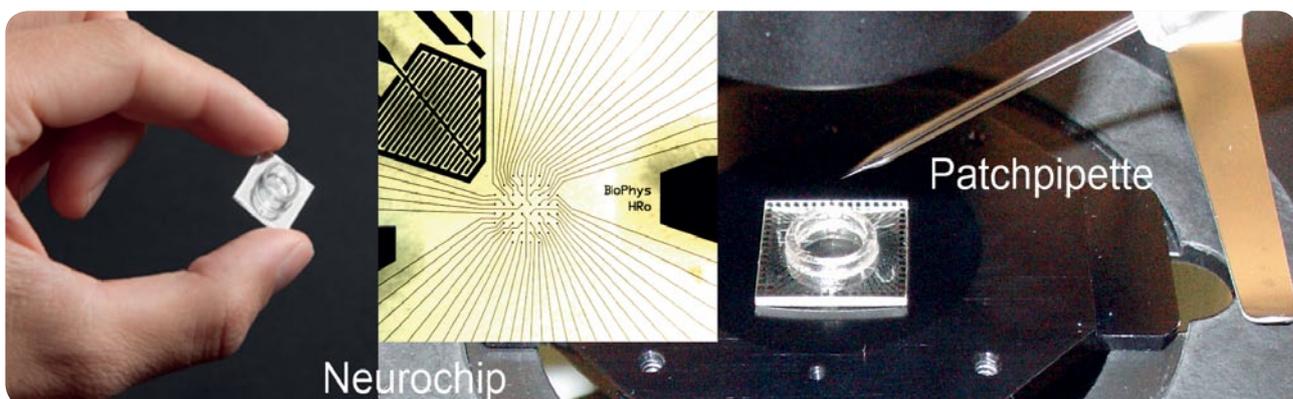


Abbildung 10: Glas-Neurochip (16 × 16 mm) mit aufgesetztem Trog (links); Vergrößerung der Chip-Mitte mit zentralem Multi-Elektroden-Array (MEA), Impedanzsensor für die Zellbedeckung, Temperatursensor und Masselektroden (Mitte); Neurochip mit niedrigerem Trog und einer einzelnen externen Glaselektrode (Patchpipette) auf einem Mikroskopisch (rechts). Die Spitze der Pipette hat einen Innendurchmesser von einem Mikrometer.

mikrometerdicke Membranausläufer, den Axonen, zu einem oder mehreren anderen empfangenden Neuronen. Die Verschaltungsstellen am Ende der Axone heißen Synapsen. Je nach Typ der Synapse wird an der nachfolgenden Zelle das elektrische Potential gesenkt oder erhöht, im ersten Fall spricht man von einem „Inhibitorischen Postsynaptischen Potential“, im zweiten von einem „Exzitatorischen Postsynaptischen Potential“.

Die Netzwerke können hinsichtlich ihrer Morphologie und elektrischen Aktivität

untersucht werden und als reduktionistischer Ansatz zum Verständnis der Funktionsmechanismen des nativen Kortex beitragen.

### Elektrische Spontanaktivität

Die elektrische Spontanaktivität ist ein Phänomen, das in den Gehirnen aller Säugetierarten zu beobachten ist. Die Aufklärung ihrer Funktion ist eine der größten Herausforderungen der Neurobiologie und es wird vermutet,

dass sie gerade während kognitiver Prozesse eine wichtige Rolle spielt. Auch unsere Netzwerke sind spontan aktiv, d. h. sie generieren elektrische Aktivität in Form von Aktionspotentialen. Diese werden mit einem Feld aus 52 Platin-Elektroden, dem so genannten Multi-Elektroden-Array (MEA), das in die Glasoberfläche des Neurochips integriert ist, detektiert. Der Chip ist 16 x 16 mm klein und besitzt neben dem Elektrodenfeld einen Impedanzsensor zur Messung der Zellbedeckung sowie einen Temperatursensor (Abbildung 10). Die extrazellulär detektierten,

wellenförmigen elektrischen Signale werden aufgezeichnet und mittels Software sichtbar gemacht (Abbildung 11).

## Zelluläre Zusammensetzung der Netzwerke

Der Kortex besteht aus einer Vielzahl verschiedener Neuronentypen, deren Zusammenspiel trotz Jahrhunderten intensiver Forschung bis heute zum größten Teil unbekannt ist. Wir versu-

chen, durch die Korrelation der zellulären Struktur der Netzwerke und ihrer elektrischen Aktivität, die Bedeutung und Funktion einzelner Neuronentypen zu klären. Dabei kommen immunozytochemische Färbemethoden zur Identifizierung charakteristischer Strukturen bestimmter Neuronentypen und die konfokale Fluoreszenzmikroskopie zum Einsatz (Abbildung 12).

In einem neuen Ansatz sollen einzelne ausgewählte Zellen auf dem MEA mit

einer Glaselektrode untersucht werden. Mit dieser Patch-Clamp Technik (aus dem Englischen: „Flickenklemme“ oder „Verbindungsklemme“) können sowohl Signale abgeleitet werden, als auch einzelnen Zellen Spannungen aufgeprägt werden (rechtes Bild in Abbildung 10). Somit ist es möglich, den Einfluss dieser Zellen auf das Gesamtnetzwerk und umgekehrt den Einfluss des Netzwerkes auf die einzelne Zelle zu untersuchen.

## Stimulation mit elektrischen Feldern

Neben der chemischen Transmission an chemischen Synapsen sind elektrische Vorgänge entscheidend für die Zell-Zell-Kommunikation, wobei eine direkte elektrische Transmission an elektrischen Synapsen (Gap Junctions), aber auch das elektrische Übersprechen (ephaptic interactions) eng beieinander liegender Zellen und weiter reichende elektrische Feldeffekte als Mittel der interzellulären Kommunikation diskutiert werden. Die Aktionspotentiale der Neurone wirken in der Umgebung der Zellen als schwache elektrische Felder, über deren Effekte wenig bekannt ist. Wir untersuchen die Auswirkungen elektrischer Felder unterschiedlicher Feldstärke auf die Entwicklung und die elektrische Aktivität kortikaler Netzwerke. Neben der grundsätzlichen Bedeutung dieser Untersuchungen für die Klärung der Rolle elektrischer Felder bei der neuronalen Informationsverarbeitung, sind sie relevant für die Behandlung von Morbus Parkinson mittels der THS (s.o.). Obwohl diese Methode bereits sehr erfolgreich klinisch eingesetzt wird, ist ihr Mechanismus bis heute ungeklärt. Auch an dieser Stelle ergänzen sich verschiedene Teilprojekte des Graduiertenkollegs *welisa*. ■

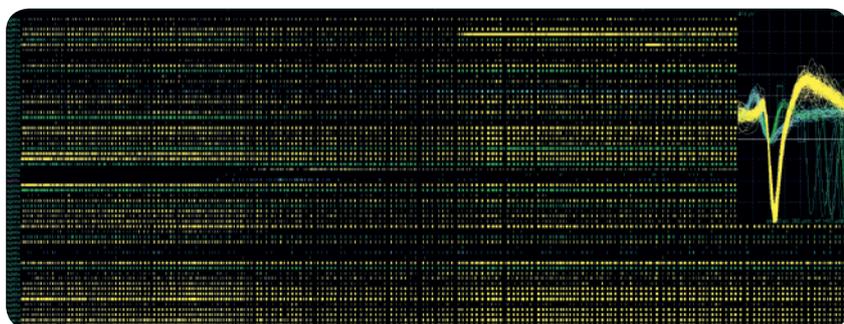


Abbildung 11: Aktivitätsmuster eines Netzwerks über einen Zeitraum von 160 Sekunden. Die Aktionspotentiale verschiedener Neurone sind in horizontalen Zeilen als einfache Zeitmarken dargestellt. Einfügung rechts: Mit einer Elektrode detektierte, farblich gekennzeichnete Signale dreier Neurone (Zeitachse: 1,4 ms). Werden an einer einzelnen MEA-Elektrode die Aktionspotentiale mehrerer Neurone detektiert, erlauben es die unterschiedlichen Signalformen, diese Signale zu unterscheiden

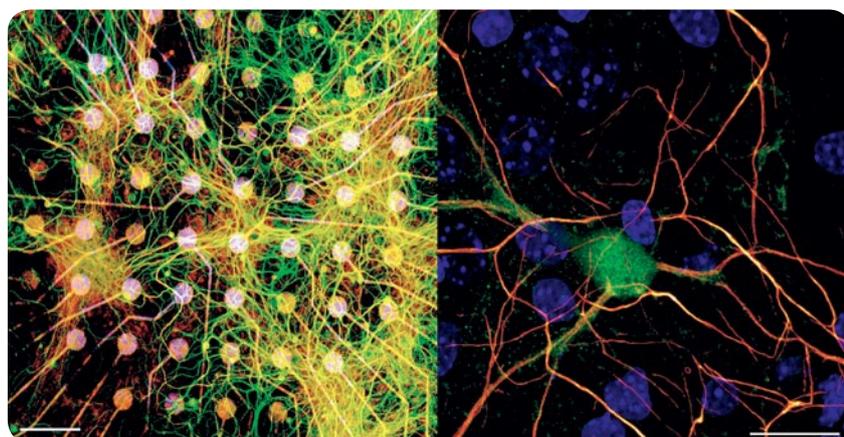


Abbildung 12: Mikroskopie-Bild eines gefärbten kortikalen Netzwerks auf dem MEA eines Neurochips (links; Balken: 100 µm) und immunozytochemisch gefärbtes Interneuron (rechts; grün: Parvalbumin, rot: Neurofilament 200, blau: DNA; Balken: 20 µm)

## Die Autoren



v. l. n. r. Prof. Dr. Jan Gimsa, Thomas Kröger, Dr. Eilhard Mix, Christian Schmidt, Immo Weber, Kathrin Badstübner, Revathi Appali, PD Dr. Ulrike Gimsa

v. l. n. r. Dr. Werner Baumann, Tom Reimer, Prof. Dr. Ralf Salomon, Annekathrin Grünbaum, Ralf Warmuth

### Stipendiaten von *welisa*

**M.Sc. Revathi Appali**,  
Maschinenbau-Studium, Jawaharlal  
Nehru Technological University  
Hyderabad, Indien 2002–2006  
Computational-Engineering-Studium,  
Universität Rostock 2006–2008  
Promotionsthema: Modellierung der  
Kopplung von Aktionspotentialen  
und Elektroden auf Neurochips  
Mail revathi.appali@uni-rostock.de

**Dipl.-Ing. (FH),  
MSc. Kathrin Badstübner**  
Studium der Angewandten Physik  
an der FH Zwickau, 1998–2003  
Studium der Medizinischen Techno-  
logie und Ingenieurwissenschaft  
an der TU München, 2005–2007  
Promotionsthema: Optimierung  
von Elektroden und Stimulations-  
parametern für die Tiefe Hirn-  
stimulation – Vergleichende  
Untersuchung uni- und bipolarer  
Elektroden mit konventionellem

und modifiziertem Stimulations-  
programm im Hemiparkinson-  
Modell der Ratte  
Mail kathrin.badstuebner@  
med.uni-rostock.de

**Annekathrin Grünbaum**  
Studium der Elektrotechnik an der  
Universität Rostock, 2002–2008  
Promotionsthema: Zur Modellierung  
der elektrischen Stimulation des  
Hörnervs  
Mail annekathrin.gruenbaum@  
uni-rostock.de

**Dipl.-Ing. Thomas Kröger**  
Studium der Elektrotechnik  
an der Universität Rostock,  
2003–2009  
Promotionsthema: Impedanz-  
pektroskopische Erfassung und  
Analyse biologischer Gewebe-  
eigenschaften  
Mail thomas.kroeger@uni-rostock.de

**Dipl.-Biol. Matthias Nissen**  
Studium der technischen Biologie  
an der Universität Stuttgart,  
2000–2010  
Promotionsthema: Stimulation von  
Basalganglienneuronen in vitro  
Mail matthias.nissen@  
uni-rostock.de

**Dipl.-Biol. Tom Reimer**  
Studium der Biologie, Germanistik,  
Philosophie und Geschichte an der  
Universität Rostock, 1994–2004  
Promotionsthema: Einfluss elektri-  
scher Felder auf das Wachstum und  
die Aktivität kortikaler, neuronaler  
Netzwerke.  
Mail tom.reimer@uni-rostock.de

**Christian Schmidt**  
Studium der Mathematik, Physik  
und Informatik, Universität Rostock,  
2004–2009  
Promotionsthema: Numerische

Analyse der elektrischen Feldeffekte  
an Elektroden zur Tiefen Hirn-  
stimulation  
Mail ralf.warmuth@uni-rostock.de

**Dipl.-Ing. Ralf Warmuth**  
Studium der Elektrotechnik an der  
Universität Rostock, 2003–2010  
Promotionsthema: Design und  
Entwurf eines FPGA-basierten  
Systems zur automatischen Anpas-  
sung von Cochlea-Implantaten

**Immo Weber, Student**  
Studium der Biowissenschaften an  
der Universität Rostock, 2006–2011  
Diplomthema: Prüfung des Effektes  
der Tiefen Hirnstimulation im  
6-OHDA-Rattenmodell der Parkin-  
sonerkrankung unter verschiedenen  
Stimulationsbedingungen mit  
nicht-medikamenteninduzierten  
Funktionstests

### Betreuer

**Prof. Dr. rer. nat. Jan Gimsa**  
**Dr. rer. nat. Werner Baumann**  
Mathematisch-Naturwissen-  
schaftliche Fakultät  
Institut für Biowissenschaften  
Mail jan.gimsa@uni-rostock.de  
Mail werner.baumann@  
uni-rostock.de

**Prof. Dr. med. Reiner Benecke**  
**Dr. med. Eilhard Mix**

Medizinische Fakultät  
Klinik für Neurologie  
Mail reiner.benecke@  
med.uni-rostock.de  
Mail eilhard.mix@uni-rostock.de

**PD Dr. rer. nat. Ulrike Gimsa**  
Leibniz-Institut für Nutztierbiologie  
Dummerstorf  
Mail gimsa@  
fbn-dummerstorf.de

**Prof. Dr. med. Hans-Wilhelm Pau**  
Medizinische Fakultät  
Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-  
Ohrenkrankheiten, Kopf- und  
Halschirurgie  
Mail hans-wilhelm.pau@med.  
uni-rostock.de

**Prof. Dr. rer. nat. Ursula van Rienen**  
Fakultät für Informatik und  
Elektrotechnik

Institut für Allgemeine  
Elektrotechnik  
Mail ursula.van-rienen@  
uni-rostock.de

**Prof. Dr.-Ing. Ralf Salomon**  
Fakultät für Informatik und  
Elektrotechnik  
Institut für Angewandte Mikro-  
elektronik und Datentechnik  
Mail ralf.salomon@uni-rostock.de

# Der Alleskönner der Nahrungsgüterwirtschaft

Warum die Blaue Süßlupine Wissenschaftler wie Prof. Leinweber ins Schwärmen geraten lässt

Ulrich Vetter



Die Blaue Süßlupine (*Lupinus angustifolius* L.) wächst bevorzugt auf sandigen Lehmböden.

Noch ist im Frühling, wenn der Raps in voller Blüte steht, Gelb die vorherrschende Farbe auf den endlosen Feldern Mecklenburg-Vorpommerns. Bald schon könnten sich Schläge ganz in Blau unübersehbar dagegen abheben. Behält Professor Peter Leinweber Recht, dann beginnt in zwei, drei Jahren das Zeitalter der Blauen Süßlupine (*Lupinus angustifolius* L.). „Ich habe noch kein Forschungsprojekt gehabt, bei dem die Chance auf unmittelbare Verwertbarkeit so groß und die wirtschaftlichen Folgen so beeindruckend sind, wie hier“, sagt er. Das muss das Bundesministerium für Bildung und Forschung ebenso sehen. Der Forschungsverbund PlantsProFood, in dem sich Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Agrar- und Lebensmittelindustrie aus Mecklenburg-Vorpommern zusammengeschlossen haben, ist Bestandteil des BMBF-Förderprogramms „Innovative regionale Wachstumskerne“ im Rahmen der Initiative „Unternehmen Region“ und wird mit insgesamt über sechs Mio. Euro unterstützt.

Der Grund ist einfach: mit der Blauen Süßlupine lassen sich tierische und pflanzliche Fette und Eiweiße ersetzen. Außerdem ist sie eine Alternative zu Soja, das inzwischen weltweit haupt-



Verbundpartner im Wachstumskern PlantsProFood

sächlich nur noch in genveränderter Form angebaut wird und als Monokultur immer weiter in bisher noch unzerstörte Ökosysteme wie Urwälder in Südamerika vordringt. Für die Ernährung einer immer noch wachsenden Weltbevölkerung kann die Lupine somit einen wichtigen Beitrag leisten.

In der Züchtung wird nach besseren Lupinensamen geforscht. Andere PlantsProFood-Partner sind dabei, neue Lebensmittel auf Basis der Lupine zu entwickeln. Einheimische Firmen wie Greifen-Fleisch GmbH, Rügen-Feinkost GmbH, der Teigwarenhersteller Möwe Teigwarenwerk GmbH und die Stadtbackerei Junge stehen in den Startlöchern. Züchtung, Isolation von Protein und Lebensmitteldesign – das sind die Bausteine einer Forschung, die dem Land Mecklenburg-Vorpommern schon bald eine Alleinstellung verschaffen könnte, den Aufbau einer kompletten Wertschöpfungskette von der Züchtung

bis zum fertigen Produkt. Dass die Blaue Süßlupine ein wahrer Alleskönner ist, weiß man schon lange. Das Zeitalter ihrer umfassenden Erforschung und Vermarktung schlägt aber erst jetzt. Überliefert ist ein Empfang 1918 auf einer Tagung in Hamburg, auf dem vom

Aperitif über Vorspeise und Hauptgericht bis zum Dessert, einschließlich Mocca, alles aus Süßlupine gewonnen wurde. Damals mehr eine exotische Einlage, könnte die Lupine die einheimische Nahrungsgüterwirtschaft schon bald in ein neues Zeitalter katapultieren.



Prof. Peter Leinweber (r.) und Dr. André Schlichting im Labor: Durch massenspektrometrische Untersuchungen wird die verfahrenstechnische Aufbereitung der Lupinensaat prozessorientiert optimiert.

## Die Wissenschaftler



**Prof. Dr. agr. Peter Leinweber**

seit 1998 Professor für Bodenkunde, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock

**Universität Rostock**

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät  
 Professur für Bodenkunde  
 Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock  
 Fon +49 381 498-3120  
 Mail peter.leinweber@uni-rostock.de



**Dr. agr. André Schlichting**

seit 2000 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät, Universität Rostock; Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) Gatersleben

**Universität Rostock**

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät  
 Professur für Bodenkunde  
 Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock  
 Fon +49 381-498 3184  
 Mail andre.schlichting@uni-rostock.de

Mit knapp drei Mio. Euro entfällt auf die Entwicklung einer Anlage zur Aufbereitung und Extraktion von Lupinensamen sowie zur Modifikation von Proteinisolaten der Löwenanteil auf die Rostocker PlantsProFood-Partner. Neben der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät (Professur für Bodenkunde) der Universität Rostock sind die Rostocker Universitätsfrauenklinik (Prof. Volker Briese), die Rosoma GmbH Rostock, STZ Soil Biotechnology Rostock, die Prolupin GmbH, das Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (Niederlassung Neubrandenburg) beteiligt. Haben sie Erfolg, dann wird die Blaue Süßlupine bald für weniger Fett in der Wurst sorgen, die Konsistenz von Soßen in Fischkonserven verbessern, Pastagerichte revolutionieren oder

eine völlig neue Qualität von Brot möglich machen. „Unsere Frauen backen schon jetzt nur mit Zusatz von Süßlupinenmehl“, verraten Leinweber und sein Projektmanager Dr. André Schlichting. Das Brot sei frischer und saftiger, finden beide. Der Anfang im Handel ist bereits gemacht: das Speiseeis Lupinesse auf Lupinenbasis gibt es schon bundesweit zu kaufen. Das Proteinisolat dafür wird durch die Prolupin GmbH in Neubrandenburg gewonnen.

Die Rostocker Forscher haben noch mehr vor: „Wir wollen nicht nur die Isolation von Protein aus der Süßlupine“, erklärt André Schlichting. Für die Wirtschaft sollen „zweckgebundene, maßgeschneiderte Proteine“ bereitgestellt werden. Denn je nach Anwendung wer-

den an die Proteine ganz besondere Anforderungen gestellt. Proteine, die in der Wurst für eine bis zu 80prozentige Fettreduktion bei nicht beeinträchtigtem Geschmack verantwortlich sind, müssen über andere Struktureigenschaften verfügen, als diejenigen, die für die Pasta- oder Brotherstellung gebraucht werden.

Noch läuft die Forschung auf Hochtouren. „Der gesamte Prozess muss optimiert werden, damit er billiger, schneller und besser wird“, sagt Leinweber. Es beginnt mit dem Schälen und Mahlen des Lupinensamens, Oligosaccharide müssen entfernt, der Samen entfettet und das Protein extrahiert werden. „Die Hälfte unserer Arbeit ist chemische Analytik mit Massenspektrometrie“, so Leinweber. Auf diesem Gebiet hat Rostock einen exzellenten Ruf, auch durch das gemeinsame Kompetenzzentrum unter Leitung der Analytischen Chemie der Universität. Bei massenspektrometrischen Techniken mit weicher Ionisierung, die sensitivste Messungen zulassen und die Detektion feinsten Unterschiede in komplexen Biomaterialien ermöglichen, ist Leinwebers Labor längst eine Topadresse für Experten aus Europa und Nordamerika.

Bis Oktober 2013 läuft das BMBF-Projekt. Dann wird die Pilotanlage, die von der Rostocker Firma Rosoma GmbH gebaut wird, stehen. Und dann kann das Zeitalter der Blauen Süßlupine beginnen. Für die Forscher ist die Arbeit damit aber nicht getan. Bei etablierten Nutzpflanzen, wie Weizen oder Mais, steigt der Ertrag jährlich um drei bis fünf Prozent durch immer weiter verbesserte Züchtungen, erklärt Leinweber. „Bei einem Newcomer wie der Blauen Süßlupine, bleibt da noch viel zu tun, auch hinsichtlich ihrer positiven Wirkung für die Bodenfruchtbarkeit“, freut sich der Forscher. ■

# Das Verbundprojekt BAAL

## Altersgerechte Assistenzsysteme erobern den Weiterbildungsmarkt

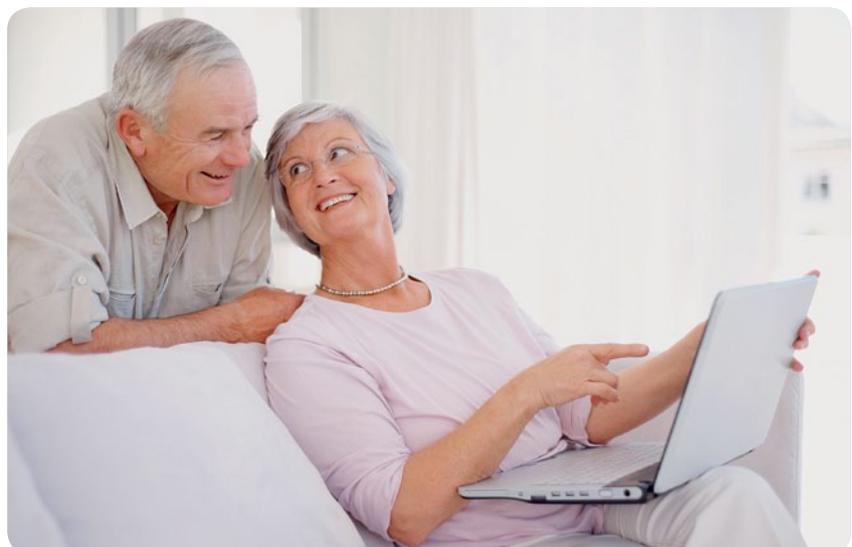
Ulrich Vetter

BAAL? Man denkt unwillkürlich an Brecht und seinen vitalen Antihelden Baal, für den die Gesellschaft einen Markt der Möglichkeiten darstellt, auf dem man sich nehmen kann, was man will – möglichst ohne dafür zahlen zu müssen. Brechts Baal ist eine Metapher, deshalb altert Baal nicht. BAAL, das neue Verbundprojekt zwischen Universität Rostock, Fraunhofer IGD Rostock, ANOVA Multimedia Studios Rostock und IT-College Putbus steht hingegen für das genaue Gegenteil – für das Altern, das Kosten verursacht, deren Bewältigung eine der ganz großen gesellschaftlichen Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte darstellt. BAAL, das ist: Weiterbildung im Bereich Ambient Assisted Living. Inhalt des BAAL-Projektes sind Lösungen, mit denen Altern als selbstbestimmter Prozess unterstützt werden kann. Grundlage dafür sind vor allem Hightech-Systeme einer intelligenten Wohn- und Lebensumgebung, deren neueste Ergebnisse als Weiterbildungsangebote Berufstätigen in Pflege- und technischen Berufen zugänglich gemacht werden sollen. Das Projekt startete im Oktober 2011 und läuft bis Februar 2014. Von den 1,1 Mio. Euro Projektgeldern, die das Bundesministerium für Bildung und Forschung bereitstellt, sind 420.000 Euro direkt für Forschungsvorhaben der Universität Rostock vorgesehen.

Die Profillinie Ageing of Individuals and Society hat an der Universität Rostock seit 2007 das geistige und wissenschaftliche Terrain bereitet, auf dem ein Projekt wie BAAL gut gedeihen kann. „Die Best Ager sind ein EU-Thema. Mit 60plus mitten im Leben zu stehen, ist eine zunehmend akzeptierte Norm. Daraus Handlungsstrategien abzuleiten, ist die große Herausforderung. Hier ist interdisziplinäre Forschung besonders gefragt“, sagt Prof. Dr. Thusnelda Tivig, Leiterin des Departments Altern des Individuums und der Gesellschaft der Interdisziplinären Fakultät der Universität Rostock. So ist es naheliegend, dass diese Profillinie, die unter Leitung von Prof. Dr. Thomas Kirste das Forschungsgebiet Alters-

gerechte Assistenzsysteme (Ambient Assisted Living / AAL) aufgebaut hat, personell auch in das Projekt Weiterbildung im Bereich AAL eingebunden ist.

„Wir konzipieren Qualifizierungsangebote, die eine gezielte Weiterbildung für Berufstätige in den Bereichen Pflege und technische Assistenzsysteme zum Inhalt haben. Und das möglichst passgenau hinsichtlich der vielfältigen neuen Anforderungen in diesem schnell wachsenden Bereich. Passgenau heißt dabei auch – zeitlich passend neben dem Berufsalltag“, sagt Dr. Kerstin Kosche, die als Teamleiterin für Wissenschaftliche Weiterbildung im Zentrum für Qualitätssicherung der Universität (ZQS)



*Mit 60plus mitten im Leben stehen*

das BAAL-Projekt koordiniert. Um die Weiterbildungsangebote so flexibel wie möglich anzubieten, bedienen sie sich Methoden des E-Learning und der sozialen Netzwerke im Internet. Die Universität, die sich erklärtermaßen in den nächsten Jahren weiter öffnen wird, um im Sinne eines lebenslangen Lernens nicht nur Bachelor- und Masterabsolventen zu produzieren, kann mit BAAL auf diesem Gebiet wichtige Erfahrungen sammeln.

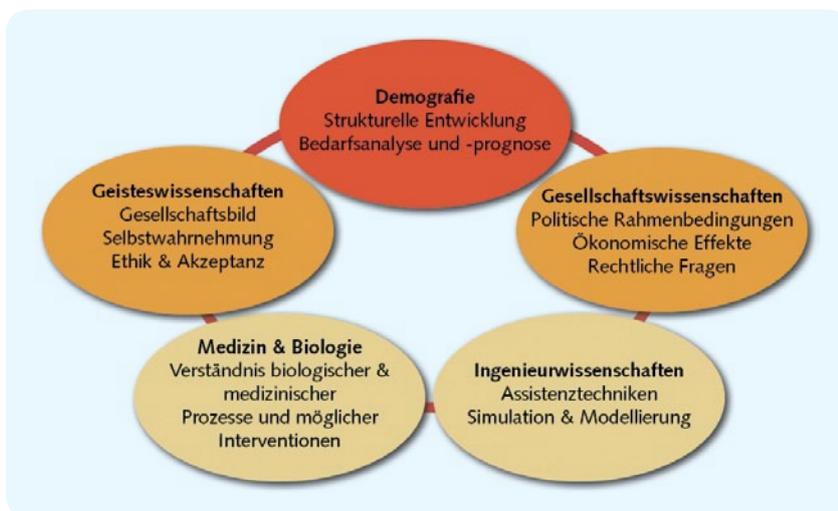
„Im BAAL-Projekt kommen Menschen mit verschiedenen Berufserfahrungen und Abschlüssen miteinander ins Gespräch. Ingenieure, Altenpfleger, Servicetechniker und Wissenschaftler diskutieren unter dem Motto ‚Weiterbildung für ein selbstbestimmtes Leben im Alter‘ aktuelle Fragen rund um altersgerechte Assistenzsysteme“, sagt Kerstin Kosche. Die Universität beginnt ihre Rolle und ihr Selbstverständnis auszuweiten. Sie ist nicht mehr nur Forschungsstätte, die ihr Wissen vornehmlich jungen Studierenden zur Verfügung stellt, sondern auch Netzwerkanbieter. Ebenso wichtig wird jetzt der gemeinsame Wissenserwerb in Weiterbildungen,

der auch das Einbringen eigener Erfahrungen und Kenntnisse von Berufstätigen ermöglicht. „Für die Universität ist das ein spannender Prozess, bei dem alle Beteiligten nur gewinnen können“, findet Stefan Haßinger, der als BAAL-Projektmitarbeiter für die AAL-Inhalte in der Weiterbildung verantwortlich ist. Seine langjährige Erfahrung im Department Ageing of Individuals and Society erweist sich dabei als ein Riesenvorteil. Es geht darum, zu erkennen, was die wichtigen Inhalte sind, wie sie zum Thema passen und wie wir sie im Rahmen einer akademischen Weiterbildung anbieten können.“

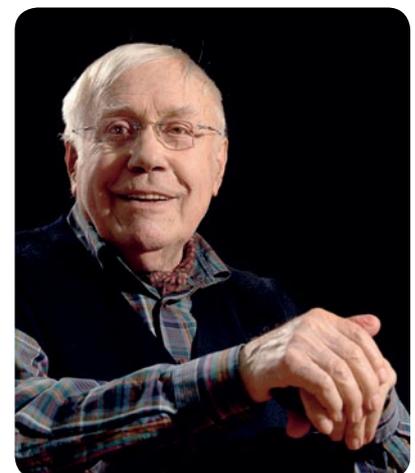
Die Aufgaben sind verteilt, jeder kennt seine Rolle und Funktion im BAAL-Projekt. Das ZQS kümmert sich um die gesamte Projektkoordination, die Entwicklung des Curriculum sowie das Forschungsverbundmanagement mit allen Partnern. Auch Konzeption, Vorbereitung und Erprobung der akademischen Weiterbildungsangebote erfolgen hier. Im Department Ageing of Individuals and Society der Interdisziplinären Fakultät ist es vor allem der Bereich Mobile Multimediale Informationssysteme

von Prof. Thomas Kirste, der für BAAL zuarbeitet. Die Grundlagenforschung ist dabei ebenso wichtig und willkommen, wie die zahlreichen praktischen Anwendungen, zum Beispiel der Bewegungssensor, integrierte Systemlösungen zur Auswertung verschiedener Signale und Daten per RFID-Technik im Projekt Marika (Landesforschungsverbund zu Mobile Assistenzsysteme für Routeninformation und Kranken-Akte), die besonders die Arbeit von Pflegekräften erleichtern soll. Nützlich sind auch die vielen angewandten Forschungsvorhaben, die das Department mit dem Fraunhofer IGD in Rostock, mit Kliniken, Unternehmen und Dienstleistern unterhält und mit denen gemeinsam Assistenzsysteme entwickelt und erprobt werden. „Genau diese praktischen Erfahrungen sind für das BAAL-Projekt entscheidend“, sagt Thomas Kirste. „Und auch wir profitieren, weil die vielen externen Teilnehmer der Weiterbildung meist Fach- und Führungskräfte mit starkem Praxisbezug sind.“

Für Konzeption, Integration und Bereitstellung innovativer flexibler Dienste für IT-gestützte Aus- und Weiterbildung ist



Den demographisch Wandel zu meistern, erfordert einen konsequenten interdisziplinären Ansatz.



Bewältigung des Alterns – eine der ganz großen gesellschaftlichen Herausforderungen

## Die Wissenschaftler



### Die Wissenschaftler

**Prof. Dr. rer. pol. Thusnelda Tivig**  
seit 1995 Professorin für Allgemeine Volkswirtschaftslehre, Wachstum und Konjunktur. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät. Institut für Volkswirtschaftslehre; seit 2011 Leiterin des Departments Ageing of Individuals and society

**Universität Rostock**  
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Volkswirtschaftslehre  
Ulmenstraße 69,  
18057 Rostock  
Fon +49 381 498-4465  
Mail tivig@uni-rostock.de

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Kirste**  
seit 2004 Professor für Mobile Multimediale Informationssysteme. Fakultät für Informatik und Elektrotechnik; seit 2007 Interdisziplinäre Fakultät, Department Ageing of individuals and society, Universität Rostock

Universität Rostock  
Fakultät für Informatik und Elektrotechnik  
Albert-Einstein-Straße 2,  
18059 Rostock  
Fon +49 381 498-7510  
Mail thomas.kirste@uni-rostock.de

**Prof. Dr.-Ing. Bodo Urban**  
seit 1998 Professor für Multimediale Kommunikation. Fakultät für Informatik und Elektrotechnik, seit 1992 Direktor des Fraunhofer-Instituts für Graphische Datenverarbeitung (IGD), Institutsteil Rostock. Universität Rostock

Universität Rostock  
Fakultät für Informatik und Elektrotechnik  
Albert-Einstein-Straße 2,  
18059 Rostock  
Fon +49 381 4024110,  
+49 381 498-7479  
Mail: bodo.urban@uni-rostock.de

### Die Projektkoordination

**Dr. phil. Kerstin Kosche**  
Zentrum für Qualitätssicherung in Studium und Weiterbildung (ZQS)  
Teamleiterin Wissenschaftliche Weiterbildung, Universität Rostock

**Universität Rostock**  
Ulmenstr. 69, Haus 3  
18057 Rostock  
Fon +49 381 498-1260  
Mail kerstin.kosche@uni-rostock.de

**Dipl.-Journalistin Juliane Schuldt**  
seit 2009 Bildungsmarketing der Wissenschaftlichen Weiterbildung an der Universität Rostock, seit 2011 Koordination des Verbundprojekts BAAL

**Universität Rostock**  
Zentrum für Qualitätssicherung in Studium und Weiterbildung  
Ulmenstraße 69, Haus 3,  
18057 Rostock  
Fon +49 381 498-1264  
Mail baal@uni-rostock.de

das Fraunhofer IGD als Verbundpartner deutschlandweit die erste Adresse. Die Abteilung Interactive Document Engineering am Standort Rostock erforscht und entwickelt seit 1996 im Rahmen des Visual Computing Methoden, Technologien und Anwendungen für das bedarfsgerechte und situationsbezogene Lehren und Lernen mit digitalen Medien und den systematischen Umgang mit Wissen. „Für uns sind Kooperationen auf dem Gebiet der altersgerechten Assistenzsysteme und entsprechender Weiterbildungsangebote ein ganz wichtiger Teil unserer Arbeit“, sagt Prof. Dr. Bodo Urban, Leiter der Abteilung Inter-

active Document Engineering. „Deswegen haben wir viele gemeinsame Forschungsprojekte mit der Universität, zu denen BAAL ganz hervorragend passt.“

Wenn Projekte für sich werben, Flyer drucken oder anderweitig Aufmerksamkeit erregen wollen, sind Superlative und Verheißungen aller Art fast unvermeidlich. Der Botschaft des BAAL-Flyers kann man trauen: „BAAL vernetzt Forschung – Anwendung – Dienstleistung – wissenschaftliche Weiterbildung – berufliche Weiterbildung – Projektmanagement – Wirtschaftsnähe – Bildungsmanagement.“ Projektkoordinator-

in Juliane Schuldt ist überzeugt: „BAAL hat großes Potenzial. Das gilt es in den kommenden Jahren zu nutzen.“

BAAL ist ein Vorhaben in der Weiterbildung von hoher wissenschaftlicher, technischer und gesellschaftlicher Bedeutung, das mit dem Brechtschen Baal nur den Namen gemein hat. Ganz nebenbei steht BAAL auch für einen Umdenkungsprozess an den Universitäten, der für die weitere Öffnung der höchsten Bildungseinrichtungen sorgen und den Aufruf zum Lebenslangen Lernen schon bald zur gesellschaftlichen Norm erheben dürfte. ■

# „Ich habe keinen Namen mehr, den ich unterschreiben mag.“

Zu den Botschaften von literarischen Namen  
im Werk von Hans Fallada

Kristin Nölting

Wolff, Herr von Zecke, Etzel von Studmann, Hühnerweihe, Georgenkirchstraße, Podbielskiallee – Personen, aber auch Orte, Tiere, organisatorische Einheiten, Gegenstände und Ereignisse werden mit Namen bezeichnet. Die Namen dienen der Identifizierung und Individualisierung ihrer Träger, um sie von anderen Vertretern ihrer Gattung abzuheben. Literarische Namen zeichnen im Gegensatz zu realen Namen zudem die Besonderheit aus, dass sie vom Autor bewusst eingesetzt, größtenteils sogar eigens für einen literarischen Text kreiert werden. Der Autor wählt sie mit

Bedacht, Namen sollen zum Beispiel die Wesenszüge seiner literarischen Figuren deutlicher hervortreten lassen. Literarische Namen sollen Signale setzen, sie sprechen im besten Fall zu den Lesern. Kein Leser eines Romans würde von einem Herrn von Zecke etwas Gutes erwarten, der Name löst vielmehr eindeutig negative Assoziationen aus.

Es überrascht einen Leser auch keinesfalls, dass eine Frau namens Hühnerweihe sich mitunter wie ein derartiger Vogel gebärdet. Namen wie diese begegnen uns im Roman „Wolf unter

Wölfen“ von Hans Fallada, einem sehr kreativen Namensschöpfer. Weil literarische Namen ihre Bedeutsamkeit nicht isoliert, sondern erst im jeweiligen literarischen Text entfalten, liegt es nahe, für Forschungen auf diesem Gebiet die Literaturwissenschaft mit der Linguistik zu verknüpfen. Grund genug für die Sprachwissenschaftlerin Prof. Dr. Petra Ewald und den Literaturwissenschaftler Prof. Dr. Lutz Hagedstedt vom Institut für Germanistik, sich unter dem Aspekt der literarischen Onomastik, also der Namenskunde in Bezug auf literarische Werke, zusammenzutun.



Das Arbeitszimmer Hans Falladas. Foto: Stefan Knüppel



Hans Fallada, um 1930; Copyright: Hans-Fallada-Archiv Carwitz des Literaturzentrums Neubrandenburg

## Lücken in Erforschung Falladas schließen

Nicht allein die Interdisziplinarität charakterisiert die Zusammenarbeit der beiden Philologen. Auch die Förderung der studentischen Forschung liegt beiden sehr am Herzen. Beide Wissenschaftler vereint eine Begeisterung für das literarische Werk von Hans Fallada, sodass der Autor und seine Werke den Ausgangspunkt ihrer integrativen und kreativen Auseinandersetzung bildeten. Gemeinsames Ziel war es, das studentische Forschen sichtbarer und zugleich den Schriftsteller Fallada wahrnehmbarer zu machen. Den Studierenden ermöglichten sie den Zugang zum Werk dieses bedeutenden Autors über zwei Hauptseminare – „Hans Fallada als Romancier und Publizist“ und „Zur literarischen Namenlandschaft in ausgewählten Werken Hans Falladas“. Gemeinsam mit den Studierenden, so beschreiben es die beiden Wissenschaftler, machten sie sich auf den Weg zu Fallada. Schnell waren die Studierenden mit viel Eifer und Engagement dabei, denn die Forschung zu Hans



Falladas Veranda im Mai. Foto: Thomas Mészáros

Fallada und seinem Œuvre weist noch zahlreiche weiße Flecken auf, da er, so erklärt Hagestedt, lange lediglich als populärer Autor galt und von der Literaturwissenschaft nicht ernst genommen wurde. Noch viele Lücken gilt es zu schließen. So war der Literaturkritiker Hans Fallada zuvor niemals eingehend untersucht worden.

Ulrike Nimz, Studentin von Prof. Hagestedt, hat Falladas Rezensionen zu ihrem Forschungsthema gemacht. Andere Teilnehmer seines Seminars haben sich mit der biographischen Topik oder

### Aktuelle Veröffentlichung

Namen- und Stadtlandschaften:  
Beiträge des Hans-Fallada-Symposiums  
Carwitz. Hg. v. Petra Ewald und Lutz Hagestedt. München 2011 [Theorie und Praxis der Interpretation, 9].

mit dem „politischen Schriftsteller“ beschäftigt. Auch die Namen der Figuren im Werk von Fallada sind zuvor aus onomastischer Sicht nicht analysiert worden. Am Beispiel seines Romans „Wolf unter Wölfen“ aus dem Jahr 1937 haben die Studierenden Teile des reich bestückten Namenensembles sowie Beson-

## Hans Fallada (eigentlich: Rudolf Wilhelm Friedrich Ditzen)

1893	Geburt am 21. Juli in Greifswald	1928	Verlobung mit Anna Margarete Issel; Adressenschreiber in Hamburg
1899	Besuch des Prinz-Heinrich-Gymnasiums in Berlin-Schöneberg	1929	Heirat; Annoncenwerber und Lokalredakteur am „General-Anzeiger“ Neumünster
ab 1906	Bismarck-Gymnasium in Berlin-Wilmersdorf	1930	Angestellter des Rowohlt-Verlages in Berlin
1909	Besuch des Carola-Gymnasiums in Leipzig	1931	Roman „Bauern, Bonzen und Bomben“, Kauf eines Hauses in Neuenhagen bei Berlin
1911	Besuch des Fürstlichen Gymnasiums in Rudolstadt; „Duell“, bei dem Mitschüler Hanns Dietrich von Necker getötet wird; Haftbefehl und gerichtliche Untersuchung; psychiatrische Untersuchung in Jena	1932	Welterfolg des Romans „Kleiner Mann, was nun?“
1912	Einweisung in die Nervenheilanstalt Tannenfeld, Sachsen; Erziehung durch Tante Adalaide Ditzen	1933	Übersiedlung nach Berkenbrück, Verhaftung durch die SA und elftägige Haft in Fürstenwalde, Kauf eines Hauses in Carwitz bei Feldberg
1913	Landwirtschaftslehre in Posterstein / Thüringen	1934	Romane „Wer einmal aus dem Blechnapf frisst“ und „Wir hatten mal ein Kind“
1916	Assistent der Landwirtschaftskammer Stettin; wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Kartoffelanbaugesellschaft Berlin	1937	Roman „Wolf unter Wölfen“
1917	Rauschgift-Entziehungskur in Carlsfeld bei Halle; Rendant auf verschiedenen Gütern	1938	Roman „Der eiserne Gustav“
1920	Erster Roman „Der junge Goedeschal“; Rendant auf Rügen, auf Gütern in Mecklenburg, Westpreußen und Pommern	1944	Scheidung von Anna Ditzen; Zwangseinweisung in die Landesanstalt Strelitz; Entstehung des „Trinkermanuskripts“
1923	Roman „Anton und Gerda“; Verurteilung zu drei Monaten Gefängnis wegen Unterschlagung	1945	Heirat mit Ursula Losch; Bürgermeister von Feldberg; Übersiedlung nach Berlin; Begegnung mit Johannes R. Becher; freier Mitarbeiter der „Täglichen Rundschau“
1925	Verurteilung zu 2,5 Jahren Gefängnis wegen Unterschlagung; Gefängnis in Neumünster	1946	Entstehung der Romane „Der Alpdruck“ und „Jeder stirbt für sich allein“; Einweisung in die Nervenklinik der Charité
		1947	Tod am 5. Februar in Berlin-Niederschönhausen

## Die Wissenschaftler



### Prof. Dr. phil. Petra Ewald

1974–1978 Studium der Fachrichtung Germanistik / Anglistik, Universität Rostock; 1978–1981 Forschungsstudium an der Sektion Sprach- und Literaturwissenschaft, Universität Rostock; 1981 Promotion, Universität Rostock „Die Groß- und Kleinschreibung im Deutschen, Einschätzung der geltenden Regelung und der zu ihrer Reform unterbreiteten Vorschläge“; 1981–1988 Arbeit als wiss. Assistentin, PH Güstrow; 1988–1990 planmäßige wiss. Aspirantur, PH Güstrow; seit 1990 wiss. Mitarbeiterin am Germanistischen Institut, Universität Rostock; 1991 Habilitation, Universität Rostock „Johann Christoph Adelung als Orthograph. Beitrag zu einem Modell für die Analyse historischer Regelwerke der deutschen Orthographie“; 1993 Ernennung zur Privatdozentin (Deutsche Sprache der Gegenwart), Universität Rostock; 1998 Ernennung zur außerplanmäßigen Professorin, Universität Rostock

#### Universität Rostock

Philosophische Fakultät  
Institut für Germanistik,  
Germanistische Sprachwissenschaft  
August-Bebel-Straße 28, 18055 Rostock  
Fon +49 381 498-2573  
Mail [petra.ewald@uni-rostock.de](mailto:petra.ewald@uni-rostock.de)

### Prof. phil. Lutz Hagestedt

1982-1988 Studium der Literaturwissenschaft, Geschichte, Philosophie und Deutsch als Fremdsprache, Universität Bielefeld und München; 1988–1991 freiberuflich publizistisch tätig; 1991–1993 Promotionsstipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes; 1994 Promotion, Universität München „Ähnlichkeit und Differenz. Aspekte der Realitätskonzeption in Ludwig Tiecks späten Romanen und Novellen“; 1994–1996 Pressesprecher, Suhrkamp Verlag; 1996–1998 freiberuflicher Journalist; 1998–2004 wiss. Mitarbeiter, Fachbereich Germanistik und Kunstwissenschaft, Universität Marburg; 2004 Habilitation, Universität Marburg „Siegfried Unseld und die Suhrkamp-Kultur. Ein prosopographischer Beitrag zur Verlagsgeschichte“; seit 2004 Professor für Neuere und neueste deutsche Literatur, Universität Rostock

#### Universität Rostock

Philosophische Fakultät  
Institut für Germanistik  
Neuere und neueste deutsche Literatur  
August-Bebel-Straße 28, 18055 Rostock  
Fon +49 381 498- 2569  
Mail [lutz.hagestedt@uni-rostock.de](mailto:lutz.hagestedt@uni-rostock.de)

derheiten des Namensgebrauchs untersucht und kenntnisreich durchleuchtet.

### Fallada war Meister der Namensgebung

Namen waren Fallada in seinen Texten äußerst wichtig. Er nutzte das gesamte Spektrum und zeigte die unterschiedlichen Seiten des Alltagssprache-

gebrauchs auf. Ganze Figurenensembles gestaltete der Autor mithilfe von Namen, soziale Beziehungen regelte er über den Gebrauch von Namen. Fallada gelang es, so beschreibt es Ewald, seinen Roman wie ein facettenreiches Mosaik zusammensetzen. Vielfältige Namenvarianten oder auch die Namenlosigkeit markieren die Figuren in „Wolf unter Wölfen“. Falladas Roman beeindruckt durch eine außergewöhnliche Bildlich-

keit. Die Namen tragen starke visuelle Komponenten, sodass die Figuren für die Leser sehr plastisch werden. Hier eröffnet sich der Germanistik ein großes Forschungsfeld, denn bisher suchte man in der Fallada-Forschung bei den Namen immer nach Bezugspunkten innerhalb der Biographie des Autors. Es ging in der gängigen Fallada-Forschung um vordergründige Parallelen. Dass sich literarische Namen nicht lediglich auf diese Weise erklären lassen, wurde bisher weitgehend vernachlässigt.

Ewald und Hagestedt haben gemeinsam mit ihren Studierenden den Schriftsteller und sein Werk aus einem neuen Blickwinkel betrachtet. Was beide lediglich als eine gemeinsame gedankliche Annäherung beschreiben, ist jedoch auch gleichzeitig Anstoß dafür, die Forschungen zu diesem wichtigen Schriftsteller des 20. Jahrhunderts auszuweiten. Denn noch ist Vieles unbekannt.

Vorstellen können sich beide Wissenschaftler ihre begonnenen Forschungen zu einem regionalen Forschungsschwerpunkt auszubauen. Intensive Kooperationen zum Fallada-Museum in Carwitz, zum Hans-Fallada-Archiv und zur Hans-Fallada-Gesellschaft bestehen bereits. Eine Doktorandin von Hagestedt promoviert zurzeit zum Briefwechsel zwischen Hans Fallada und seinem Verleger Ernst Rowohlt. Studierende möchten zum Autor Hans Fallada ihre Abschlussarbeiten schreiben. Die aktuellen Forschungsarbeiten der Studierenden haben Ewald und Hagestedt in einem Sammelband zusammengefasst. Unter dem Titel „Namen- und Stadtlandschaften“ ist ein Buch entstanden, das in Bezug auf den Autor Hans Fallada sowohl sprach- als auch literaturwissenschaftlich wichtige neue Entdeckungen bereithält. ■

# Ratings und der menschliche Faktor

Warum Ratings in Krisenzeiten stabilisierend wirken und wie einfache Modelle Insolvenzen besser vorhersehbar machen

Ulrich Vetter

Schlechte Ratings reißen Unternehmen in den Abgrund. Inzwischen zwingen Ratingagenturen auch Staaten in die Knie. Aussagen wie diesen wird wahrscheinlich kaum widersprochen. Ratings haben heute zweifellos einen faden Beigeschmack, ihnen haften Willkür, Allmacht, Marktverzerrung und Verderben an. Kurz, sie gelten als Kri-

senfaktor, wenn nicht sogar als Krisenverantwortlicher. Aber stimmt das? Prof. Dr. Rafael Weißbach gelangt nach der Analyse von 8.000 Einzelfällen zu einer erstaunlichen Feststellung: „Ratings haben in Krisenzeiten eher eine stabilisierende Funktion“, sagt der Statistiker vom Institut für Volkswirtschaftslehre. Veröffentlicht ist die Studie unter dem Ti-

tel: Bayesian analysis of multistate event history data: beta-Dirichlet process prior in Biometrika (siehe: <http://dx.doi.org/10.1093/biomet/asr067>).

Bisher galt folgendes Szenario als ausgemacht: Ein Analyst stellt bei einem Unternehmen verschlechterte Kennzahlen fest, wozu ein unbestechlicher

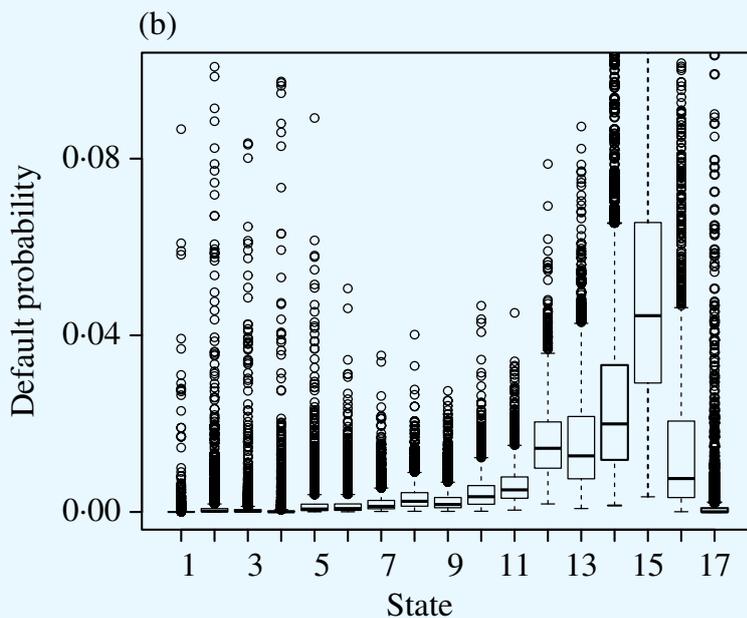
$$\int_0^t \frac{\gamma_{hj}(s) + \Delta N_{hj}(s)}{\sum_{l \neq h} \{\gamma_{hl}(s) + \Delta N_{hl}(s)\}} dA_h^{0p}(s)$$

$$\begin{aligned} \pi(\xi_h, \beta_h \mid \text{Data}, A_h) &\propto \prod_{t \in \mathcal{T}_h^c} \{1 - \Delta A_h^c(t)\}^{R_h(t; \xi_h)} \\ &\times \prod_{t \in \mathcal{T}_h^d} \prod_{i \in D_h(t)} [1 - \{1 - \Delta A_h^d(t)\}^{\exp(z_i' \xi_h)}] \{1 - \Delta A_h^d(t)\}^{R_h^+(t; \xi_h)} \\ &\times \prod_{i \in D_h(t)} \frac{\exp(z_i' \beta_h X_i(t)) \Delta A_{hX_i}(t)}{\sum_{j \neq h} \exp(z_j' \beta_{hj}) \Delta A_{hj}}. \end{aligned}$$

Algorithmus die Fakten liefert. Daraufhin veröffentlicht die Ratingagentur unverzüglich das negative Ergebnis. Weil ein schlechtes Rating dem Unternehmen die Geldbeschaffung erschwert, wird eine weitere Verschlechterung des Ratings wahrscheinlich. Eine Spirale,

die in die Insolvenz führen kann. Weil dieses Phänomen nicht nur einzelne Firmen betrifft, sondern in wirtschaftlich schwierigen Zeiten die gesamte Wirtschaft, kann es prozyklisch wirken, also den Krisenzyklus beschleunigen und verschärfen.

Prof. Weißbach bezweifelt die Prozyklizitätshypothese. „In Jahren schlechter Konjunktur mit vielen Herabstufungen von Firmenratings neigen Ratinganalysten offenbar dazu, die Bekanntgabe der Abwertung länger herauszuzögern als in guten Jahren“, so das Ergebnis seiner Untersuchungen. Der Grund ist anscheinend rein menschlicher Natur und hat „keinesfalls etwas mit Verantwortungsgefühl zu tun“, versichert Weißbach. Ratinganalysten weht, wenn sie das Rating einer Firma herabsetzen wollen, offenbar in ihrer Agentur oder Bank ein so scharfer Wind ins Gesicht, dass sie dies nur in wirklich extremen Fällen tatsächlich tun. „Analysten überlegen sich dreimal, ob sie ein Unternehmen in Krisenzeiten herabstufen. Sie wirken damit volkswirtschaftlich betrachtet eher stabilisierend als Krisen verschärfend“, so der erfahrene Statistiker und Analytiker.



Insolvenzraten nach Rating-Klassen, bereinigt um Alters- und Zeiteffekte



Insolvenzraten deutscher Unternehmen der letzten 50 Jahre: Die Insolvenzquote hat sich verzehnfacht.

Was ist passiert? Die Firma ist zu Recht schlechter bewertet worden. Der Algorithmus, der zur Bewertung führt, ist nach wie vor derselbe. Unbestechlich ist er ohnehin. „Es geht einzig und allein um den Zeitpunkt der Veröffentlichung des schlechten Ratings“, sagt Weißbach. Die Ursache scheint also banal, die Folgen sind es nicht. Dieser trivial wirkende Befund wurde mittels moderner statistischer Methoden möglich, die auf den englischen Pfarrer Thomas Bayes aus dem 18. Jahrhundert zurückgehen. Professor Weißbach beschäftigt sich seit Längerem mit dem Thema der Kreditratings und liefert originelle Ergebnisse. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert ihn daher mit ca. einer halben Million Euro bis ins Jahr 2015.

Der Entdeckung des menschlichen Faktors bei der zeitlich verzögerten Veröffentlichung schlechter Ratings geht eine andere Erkenntnis Weißbachs voraus.

Es ist die Entdeckung, dass für die Banken von den vier großen Risikotreibern bzw. den vier üblichen algorithmisierten Kriterien zur Bewertung eines Unternehmens nur wirklich eines wichtig ist.

### Zur Auswahl stehen:

1. Probability of Default – PD  
(Insolvenzwahrscheinlichkeit)
2. Loss given Default – LGD  
(Unternehmensverlust)
3. Exposure at Default – EAD  
(der maximal mögliche Verlust für den Gläubiger)
4. Rho – (Maß für die generelle Verflechtung von Unternehmen in einer Gesellschaft)

Das Wissen um die Insolvenzwahrscheinlichkeit PD ist es, die nach Weißbach allein ausreicht, um Kreditausfälle kalkulierbar zu machen. „Nur sie ist nötig, um eindeutig die Gefährdung eines Unternehmens und damit die möglichen Verluste für die Bank bestimmen zu können“, so der Wissenschaftler. Das klingt wieder ziemlich einfach, hat aber ebenfalls weitreichende Konsequenzen. Das Thema der Überschuldung von Staaten und Banken hat sich zu einem schmerzhaften Dauerbrenner entwickelt. Ging von 1.000 deutschen Unternehmen in den 1960er Jahren nur eines pro Jahr in die Insolvenz, so trifft es heute eines von 100. Das heißt: Die Insolvenzquote – und damit das Risiko für die Banken – hat sich verzehnfacht. Weißbach kommt nach seinen umfangreichen Analysen zu dem Schluss, dass es sich für Banken lohnt, auch vermeintlich einfache ökonomische Theorien zu studieren, wenn sie aus den Zahlen ihrer immensen Datenbanken auf die Höhe ihres ökonomischen Kapitals schließen wollen. Das ökonomische Kapital ist der Eigenka-

pitalwert, der die Bank vor der eigenen Insolvenz infolge von Insolvenzen ihrer Schuldner schützen soll, dem berüchtigten Dominoeffekt.

Ein wichtiger Zwischenschritt auf dem Weg zu einem mathematisch einfachen Vorgehen war für Weißbach die Erkenntnis, dass sich auch aus den qualitativen Einschätzungen der Bankanalysten eine (quantitative) Metrik formulieren lässt. „So wie der Abstand zweier fahrender Autos leicht messbar ist und erraten lässt, wann ein Aufprall, zu erwarten ist, kann auch der Abstand eines Kreditnehmers zu seinem Ausfall gemessen werden“, ist Weißbach überzeugt. Oder anders ausgedrückt: „Ein Unternehmen, das gut ist, muss erst mittelmäßig werden, um letztlich schlecht zu sein.“ Das heißt, es stürzt in der Regel nicht von heute auf morgen von einem AAA-Rating auf Ramsch-Status. „Das funktioniert nicht kaskadenartig, es kündigt sich an.“

Wie Professor Weißbach in einem Aufsatz, der gerade in dem angesehenen Journal of the Korean Statistical Society (siehe: [dx.doi.org/10.1016/j.jkss.2011.05.001](https://doi.org/10.1016/j.jkss.2011.05.001)) erschienen ist, schreibt, hat die ökonomische Gleichgewichtstheorie eine erhebliche Vereinfachung zur Folge. Ein Gleichgewichtsmodell für das Kreditrisiko von Schuldnern aus dem Jahre 1974 legt nahe, dass eine nieder-dimensionale Beschreibung bei der Insolvenzvorhersage ausreicht. Sein Verfasser Robert C. Merton wurde 1997 mit dem Wirtschaftsnobelpreis ausgezeichnet. Nun ist es Weißbach gelungen, zu zeigen, dass sogar nur ein Parameter für die langfristige Insolvenzwahrscheinlichkeit (PD) ausreicht: die kurzfristige Wahrscheinlichkeit die sogenannte Rating-Klasse um eine Stufe nach oben oder unten zu wechseln.

## Der Wissenschaftler



**Prof. Dr. rer. nat. Rafael Weißbach**

seit 2009 Professor für Statistik in der Wirtschafts- und Sozialwissenschaft, insbesondere demografischer Wandel. Institut für Volkswirtschaftslehre. Universität Rostock

**Universität Rostock**  
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Volkswirtschaftslehre  
Ulmenstraße 69, 18057 Rostock  
Fon +49 381 498-4428  
Mail [rafael.weissbach@uni-rostock.de](mailto:rafael.weissbach@uni-rostock.de)

„Dass sich derartige nieder-dimensionale Modelle leicht und sicher kalibrieren lassen, ist ein erfreulicher Nebeneffekt und weckt Hoffnung bei den Banken, denn zuletzt waren selbst Modelle mit einer Million Parametern keine Seltenheit mehr.“

Weißbach bemüht gern das Rucksack-Beispiel, um zu zeigen, worum es bei guten wissenschaftlichen Modellen geht. „Der Rucksack sollte bei einer Wanderung möglichst leicht sein, aber es darf nichts Notwendiges fehlen. Forscher suchen nach besseren, einfacheren Modellen, die dafür sorgen, dass der Rucksack nicht schwerer, aber nützlicher wird. Noch besser: Er wird nützlicher und leichter.“

# Sicherer Transport auf dem Wasser

## Forschen für eine Methode zur effizienten Traglastberechnung von Schiffen

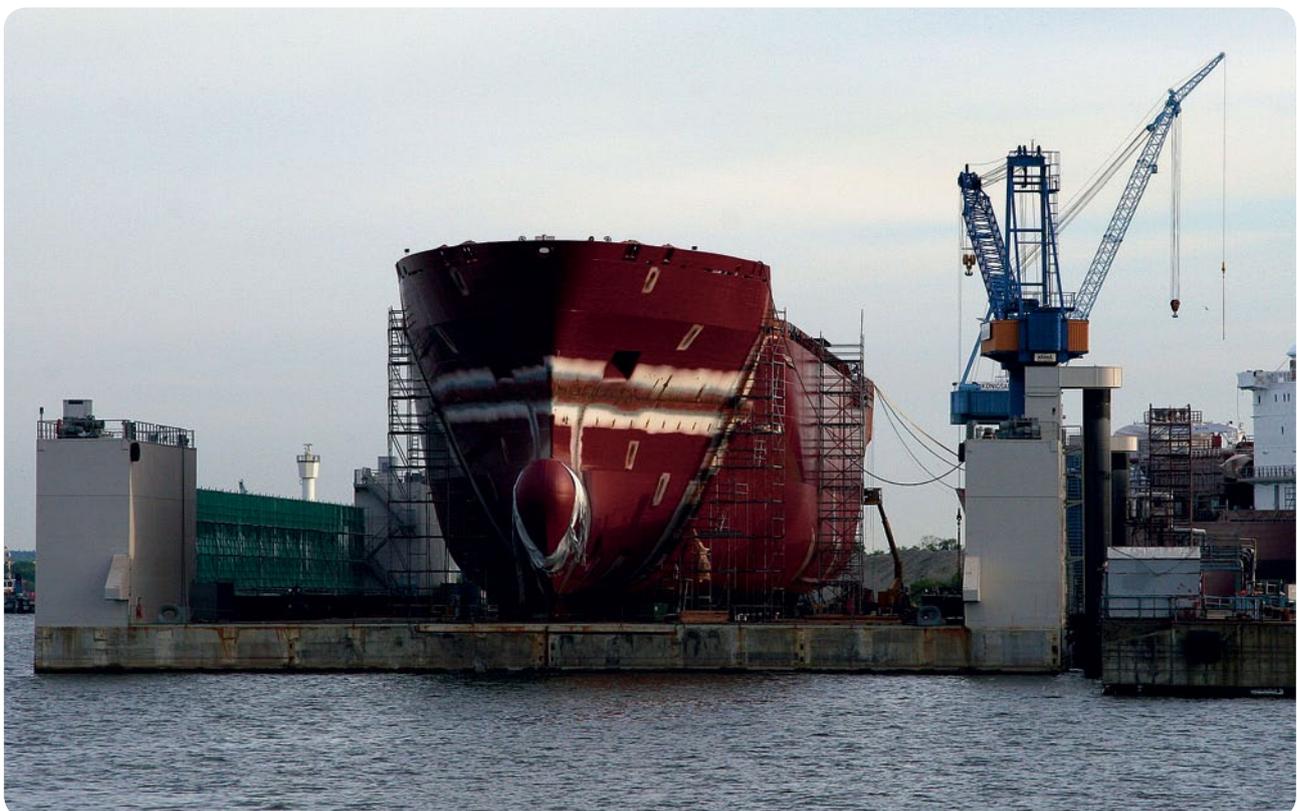
Kristin Nölting

Ein riesiges Containerschiff kämpft sich durch die stürmische See. Meterhohe Wellen mit langen überbrechenden Kämmen rollen auf das Schiff und die Besatzung zu. An dem stoßartig hingeworfenen Schiffsrumpf wirken unbändige Kräfte. Zwar herrscht natürlich keinesfalls immer derartiges schweres Wetter, doch auch in ruhiger See

kann ein Schiff durch die Auftriebs- und Gewichtsverteilung stark beansprucht werden. Korrosion tut ihr Übriges.

Um die Sicherheit einer schiffbaulichen Konstruktion bei unterschiedlichen Wetter- und Witterungsbedingungen gewährleisten zu können, muss ein Schiffskörper durch eine ausgefeilte

Konstruktion genügend Lastaufnahmevermögen aufweisen. Zweifelsohne kommt daher im Entwurfsprozess von Schiffen der Bestimmung der Traglast eine immer größere Bedeutung zu. Denn mehr denn je ist man im Schiffbau daran interessiert, den Schiffsrumpf möglichst leicht und dünnwandig zu fertigen, da ein unnötiges Mehrgewicht so-



*Der Bestimmung der Traglast durch effektive Berechnungsverfahren kommt im Schiffbau eine große Bedeutung zu.*

wohl die Tragfähigkeit als auch den Wert des Schiffes beeinträchtigt. Bauteile werden folglich immer schlanker, was allerdings nicht zu Lasten der Betriebssicherheit gehen darf. Rechnerische Überprüfungen, insbesondere der Traglast, während des Konstruktionsprozesses sind zwingend.

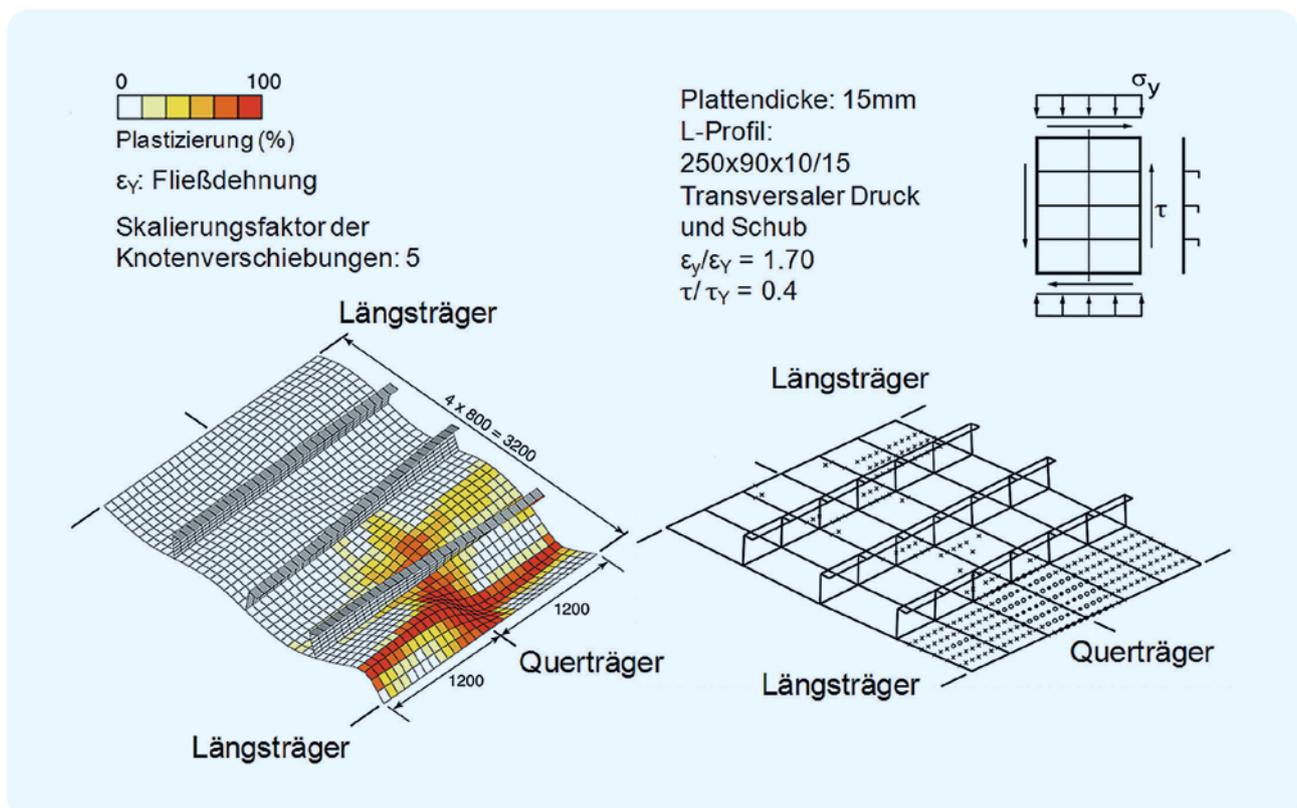
### Kapazität steigern, Treibstoffverbrauch reduzieren

Die Anfänge für Traglastberechnungen bei Schiffen liegen in den 1970er Jahren, als zunehmend Experimente hinsichtlich der Traglast von Schiffstrukturen durchgeführt wurden. Zuvor nutzte man Materialkennwerte, anhand derer das elastische Verhalten der Struktur errechnet wurde. Die Traglast hatte noch keine nennenswerte Bedeu-

tung. Vergleichsberechnungen für alle relevanten Lasten, die im Schiffsverkehr regelmäßig auftreten, genühten, um das elastische Verhalten der Struktur bestimmen zu können. Auch Erfahrungswerte spielten in Regelwerken für den Schiffbau eine nicht zu unterschätzende Rolle. Doch im Zuge der rasanten Weiterentwicklung im Schiffbau mit dem Ziel, mehr transportieren zu wollen und dennoch den Treibstoffverbrauch zu reduzieren, wurden Traglastberechnungen evident, da gerade die rechnerische Grenztragfähigkeit der Schiffe immer schneller erreicht wurde.

Man begann sich einer Methode, die sich seit den 1950er Jahren in der Luft- und Raumfahrtindustrie und zunehmend auch im Schiffbau für die Berechnung der Strukturen unter üblicher, täglicher Belastung bewährt hatte, auch für Traglastberechnungen zu bedienen.

Bei dieser sogenannten Finite-Elemente-Methode (FEM) handelt es sich um ein numerisches Näherungsverfahren zur Lösung mathematisch beschriebener physikalischer Problemstellungen. Um an möglichst jeder Stelle die maximalen Auslegungskriterien anlegen zu können, wird das zu berechnende Gebiet in endlich viele, geometrisch einfach gestaltete kleine Bausteine, sogenannte finite Elemente, zerlegt. Schritt für Schritt wird dann das Verhalten der Elemente, die die Struktur abbilden, hinsichtlich des Last-Verformungsverhaltens berechnet. Auch berücksichtigt man bei derlei Berechnungen, dass verschiedene physikalische Effekte und Beanspruchungen gleichzeitig wirken. Zwar sind Berechnungen dieser Art sehr genau, aber die dafür benötigte Zeit ist auch unter Anwendung von High Performance Computing unverhältnismäßig lang.



Demonstration des Versagenszustandes eines versteiften Plattenfeldes unter Querdruck und Schub (FEM links und ISUM rechts)

## Die Wissenschaftler



**Prof. Dr. Eng. /Hiroshima Univ.**  
**Patrick Kaeding**

geboren 1972 in Hamburg; 1993 – 1998 Schiffbau-Studium an der Universität Hamburg; 1998 – 2001 Promotionsstudium an der Hiroshima University in Japan; Promotion im Bereich der numerischen Methoden der Strukturmechanik – im Besonderen angewandt auf große schwimmende Strukturen; 2001 – 2009 Forschungstätigkeit auf der Werft Blohm + Voss in Hamburg; Juli 2009 Ruf auf den Lehrstuhl „Schiffstechnische Konstruktionen“ an der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik der Universität Rostock

**Universität Rostock**

Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik  
Lehrstuhl für Schiffstechnische Konstruktionen  
Albert-Einstein-Straße 2, 18059 Rostock  
Fon +49 381 498-9520  
Mail [patrick.kaeding@uni-rostock.de](mailto:patrick.kaeding@uni-rostock.de)



**Dipl.-Ing.**  
**Thomas Lindemann**

geboren 1982 in Rostock; 2001 – 2009 Maschinenbau-Studium an der Universität Rostock; seit 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl „Schiffstechnische Konstruktionen“ an der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik der Universität Rostock

**Universität Rostock**

Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik  
Lehrstuhl für Schiffstechnische Konstruktionen  
Albert-Einstein-Straße 2, 18059 Rostock  
Fon +49 381 498-9523  
Mail [thomas.lindemann@uni-rostock.de](mailto:thomas.lindemann@uni-rostock.de)

### Zeitersparnis durch neue Methode

Effektivere Berechnungsverfahren, die den Zeitaufwand deutlich verringern, werden daher dringend gesucht. An einer solchen effizienten Methode wird am Lehrstuhl für Schiffstechnische Konstruktionen geforscht. Prof. Patrick Kaeding und Thomas Lindemann entwickeln ein numerisches Verfahren, welches erlaubt, das maximale Lastaufnahmevermögen großer Strukturen mit einem

reduzierten numerischen Aufwand bestimmen zu können. Bei dieser neuen Methode, der „Idealized Structural Unit Method (ISUM)“, werden im Vergleich zur FEM größere Bausteine zugrunde gelegt. Ein ganzes Bauteil kann nun eine Berechnungseinheit darstellen. Die Zeitersparnis ist enorm. Für eine fünf Tage dauernde Berechnung mit der herkömmlichen Finite-Elemente-Methode sind bei der neuen Methode nur ungefähr zwei Stunden nötig. Im Unterschied zur FEM sind den ISUM-Elementen

zusätzliche Freiheitsgrade, also mehr voneinander unabhängige Bewegungsmöglichkeiten, implementiert. Durch diese zusätzlichen Freiheitsgrade sind bei ISUM wesentlich weniger Elemente notwendig als bei der FEM, woraus eine enorme Reduktion des numerischen Aufwandes resultiert. Mittels der ISUM können nicht nur einzelne Berechnungseinheiten, sondern auch versteifte Platten und Plattenfelder hinsichtlich ihres Lastaufnahmevermögens analysiert werden. Für schiffbauliche Anwendungen wäre der Schiffsrumpf durch die verbauten Platten und den darauf angebrachten Versteifungselementen zu nennen. ISUM ist bisher schon für die Traglastberechnung von axial druckbeanspruchten Bauteilen geeignet. Auch kombinierte Lastfälle aus Schub und Druck lassen sich bereits analysieren. Mittlerweile sind Berechnungen ebenso an lateral druckbeanspruchten Platten durchgeführt worden, weitere Berechnungsvarianten werden ebenfalls schon getestet.

Noch sind die Ergebnisse der Traglastberechnungen sehr komplexer Strukturen, die mit dieser Methode erreicht werden, nicht so exakt wie die mit der Finite-Elemente-Methode. Ebenso im Vergleich zu experimentell ermittelten Tragfähigkeiten treten noch geringfügige Abweichungen auf. Doch an einer Optimierung der Genauigkeit und einer universellen Anwendbarkeit der „Idealized Structural Unit Method“ arbeiten Prof. Patrick Kaeding und Thomas Lindemann bereits. Perspektivisch werden sie ihre Berechnungsmodelle mit eigenen Experimenten validieren. In der neuen Forschungshalle der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik werden in naher Zukunft genau solche Experimente zur Bestimmung der Traglast großer Strukturen durchführbar sein. ■

# Good Governance – eine Revolution der Denkungsart

Wenn Juristen ihre Ausbildung infrage stellen,  
beginnt ein Dogma zu wanken und tun  
sich neue Horizonte auf

*Ulrich Vetter*

Was hat ein neuer Studiengang im Forschungsmagazin der Universität zu suchen? Auf den ersten Blick nichts. Betrachtet man allerdings die neuen Inhalte des Bachelor-Studiengangs Good Governance (GG), wird einem recht schnell klar, dass sich an der Juristischen Fakultät mit Beginn des Wintersemesters 2010/2011 eine Revolution der Denkungsart vollzogen hat.

Die Konsequenzen dieser Kopernikanischen Wende in der Juristenausbildung weisen weit über Rostock hinaus. Mit der kritischen Hinterfragung des Juristischen Staatsexamens steht ein über 200 Jahre geltendes Dogma infrage und es tauchen Problemstellungen auf, die das Selbstverständnis einer ganzen Juristenzunft auf den Prüfstand des Zeitgeistes stellen. Good Governance

– nur unvollkommen mit „gute Regierungsführung“ zu übersetzen – macht aus gelehrter Rabulistik, Detailversessenheit, eleganten syllogistischen Schlüssen und dem Privileg des Rechthabens oder Rechtsbekommens eine Disziplin, die nicht weniger unternimmt, als die Versöhnung des Rechts mit seinem Gegenstand – der Gesellschaft und ihren handelnden Individuen. Wenn



*Neue Anforderungen an die Juristenausbildung – Leitbild ist nicht mehr der sture Rechtsanwender, sondern der besonnene Gesellschaftsgestalter.*

das Selbstverständnis infrage steht, der Forschungsgegenstand neu vermessen und die Lehre vom Kopf auf die Füße gestellt wird, dann hat ein vermeintliches Lehrthema im Forschungsmagazin seinen verdienten Platz. Denn die Forschung von morgen beginnt in der Lehre von heute.

„Wahre Rechtswissenschaft hebt an mit dem Wissen um die Macht und die Möglichkeiten der Gestaltung gesellschaftlicher Verhältnisse durch Recht. Insoweit müssen zukünftige und verantwortungsbewusste Juristen auch die gesellschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen, historischen, philosophischen Implikationen von Recht kennenlernen“, umreißt Prof. Dr. Jörg Benedict den neuen Inhalt von Good Governance. In der Neuausrichtung rechtswissenschaftlicher Forschung geht es somit auch um eine Rückbesinnung auf die Ideale aus der großen Zeit der deutschen Rechtswissenschaft. „Wir halten eine an den Grundlagen orientierte Einbettung konkreter Rechtsinstitute in ihren historischen und philosophischen, aber auch politischen und wirtschaftlichen

Kontexten für entscheidend“, sagt Prof. Benedict. „Man will nicht nur wissen, was geltendes Recht ist (quit sit iuris), sondern auch, welche Kräfte und Interessen es geformt hat und ob der so vom Recht vorgeschriebene gesellschaftliche Zustand ein zufriedenstellender ist.“ Das klingt ungewohnt. Für Juristen alter Schule eher eine Zumutung.

Das klassische rechtswissenschaftliche Selbstbild gerät bei einem solchen Anspruch schnell an seine Grenzen. „Die Wiederholung und Reproduktion des bereits Bekannten ist selten eigenständige Forschungsleistung, ein umfangreiches Publikationsverzeichnis an sich noch kein Ausweis besonderer Forscherenergie“, geißelt Benedict eine wissenschaftliche Pathologie, die Quantität zum Maßstab von Wissenschaftlichkeit erhebt. „Die funktionale Differenzierung ist sicherlich ein unhintergebares Signum der Moderne. Aber wer behält den Überblick in einer immer spezialisierter und komplexer werdenden Welt? Generalisten sterben ebenso aus, wie das Studium generale rudimentär bleibt. Der originäre Geist der

Universität, Stätte universaler Bildung zu sein, muss wiederbelebt werden. Eine Hochschulpolitik, die Universitäten weiterhin und vorrangig als Berufsschulen begreift, wird den Herausforderungen der Zeit ebenso wenig gerecht, wie eine Rechtswissenschaft, die ihren eigentlichen Gegenstand aus den Augen verliert: Eine gerechte Gestaltung der Gesellschaft.“

Der Studiengang GG ist in Deutschland bisher einzigartig. Es gibt einzelne Versuche, die Vorgaben von Bologna auch im Rahmen eines juristischen Studiums umzusetzen. Allerdings sehen sich diese Studiengänge in der Regel nicht als genuin juristische Studiengänge an, sondern ergänzen andere Fächer lediglich um eine juristische Komponente. GG will mehr. Mit dem Abschluss LL.B. (Legum Baccalaureus) bleiben ausdrücklich juristische Kompetenzen im Blick, auf die das Studium vorbereiten will und dessen interdisziplinäre Aspekte als besonders wichtig angesehen werden. Die Konzeption von GG knüpft dabei an historische Vorbilder an. Die Konzentration des juristischen Studiums auf dogmatische und eher handwerkliche Fähigkeiten, die heute – insbesondere im Staatsexamen – die Jura-Ausbildung prägen, ist dabei ein vergleichsweise junges Phänomen. Gustav Hugo, Rechtsprofessor in Göttingen, einer der Begründer der historischen Schule und von vielen als der „Lehrer des 19. Jahrhunderts“ gesehen, gab der Rechtswissenschaft programmatisch drei Fragen vor:

- Was ist Rechtens?
- Wie ist es Rechtens geworden?
- Ist es vernünftig, daß es so sey?

Die dogmatische Perspektive („was ist Rechtens“) hielt Hugo durchaus für wichtig. Eine echte Rechtsgelehrsamkeit müsse sie aber um historische und



*Das Siegel der Juristischen Fakultät zeugt von langen Traditionen – jetzt werden sie kritisch hinterfragt.*

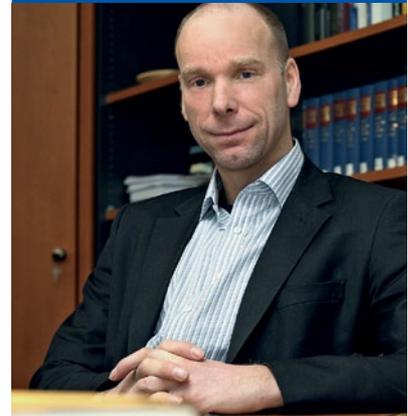
philosophische Forschung ergänzen, sofern man nicht nur den letztlich zufälligen, willkürlichen, politischen Vorgaben des Gesetzgebers nachhängen, sondern die grundlegenden, systematischen, überzeitlichen Zusammenhänge sehen wolle – eine Vorstellung, die besonders prominent 1848 in Julius von Kirchmanns berühmter Rede über die „Werthlosigkeit der Jurisprudenz als Wissenschaft“ anklingt, als er die Juristen als „Würmer, die nur vom fauligen Holz leben“, bezeichnet und beklagt, „drei berichtigende Worte des Gesetzgebers“ verwandelten „ganze Bibliotheken in Makulatur“. Mit dem Inkrafttreten des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) vollzog sich 1900 ein entscheidender Paradigmenwechsel. Juristen brauchten sich ihr Material nicht mehr selbst beschaffen, es war ihnen seitdem in Form des Gesetzes als geltendes Recht vorgesetzt. Insbesondere seit dieser Zeit konzentrieren sich die Bemühungen der Juristen deshalb immer weniger auf die Konstruktion und Beschreibung eines Systems, für das sie notgedrungen philosophischer und historischer Kenntnisse bedürften. Sie konzentrieren sich ganz auf das positive Recht. In der Ausbildung hat dies den Grundlagenfächern verstärkt Legitimationsdefizite eingehandelt. „Rechtsgeschichte und Rechtsphilosophie sind bestenfalls noch Dekoration bei Festreden, aber keine der Rechtsarbeit irgendwie inhärenten Wissensbestände“, kritisiert Benedict. „Rechtswissenschaft ist deshalb vor allem Reproduktionswissenschaft: ein Gesetz erlaubt in der Regel nur eine begrenzte Anzahl von juristisch vertretbaren Auslegungen. Also beschränkt sich rechtswissenschaftliche Arbeit darauf, das zusammenzutragen, was es ohnehin schon gibt und dies wird dann ewig rekapituliert und kommentiert.“ Diese wissenschaftliche Saturiertheit

soll GG aufbrechen. Das hat in der Ausbildung natürlich weitreichende Konsequenzen.

„Leitbild der neuen Auffassung von Rechtswissenschaft ist nicht der sture Rechtsanwender, sondern der besonnene Gesellschaftsgestalter“, formuliert Benedict den heutigen Anspruch an die Rechtswissenschaft, die in ähnlicher Diktion das Bauhaus schon 1919 als neue Formel jeder Gestaltung in Architektur, Kunst und Gesellschaft aufstellte. Juristen sollen weniger technische Details erlernen und sich stattdessen umfassender bilden. Ihnen sollte ein Gespür für die politischen, wirtschaftlichen, soziologischen, historischen und philosophischen Zusammenhänge von Rechtsanwendung und Rechtsgestaltung vermittelt werden, weshalb die Studenten auch die Vorlesungen der anderen Fakultäten besuchen. „Das gegenwärtige Studium ist auf die Anwendung der juristischen Vorgaben zu einem konkreten Sachverhalt ausgerichtet. In einer schnellen und sich ständig verändernden Welt darf aber die Juristenausbildung nicht allein darauf konzentriert bleiben, den Studierenden die Menge der (zufällig gerade) geltenden Rechtssätze in einer Weise nahezubringen, die zum Einpacken von Meinungsstreitigkeiten und Gerichtsentscheidungen bei privaten Repetitoren nötig ist. Das klassische Jura-Studium ist über weite Strecken eine ziemlich esoterische Angelegenheit“, weiß Benedict und sagt unmissverständlich: „Der Nutzen ist begrenzt.“

Aber die Herausforderungen, vor die Lehrende und Studierende mit GG gestellt werden, sind immens. Soziologie, Volkswirtschaftslehre, Politikwissenschaft sowie theoretische und praktische Philosophie müssen

## Der Wissenschaftler



**Prof. Dr. iur. Jörg Benedict**

seit 2010 Professor für Deutsches und Europäisches Privatrecht, Rechtsgeschichte und Rechtsphilosophie. Juristische Fakultät. Universität Rostock

### Universität Rostock

Juristische Fakultät  
Möllner Straße 10, 18109 Rostock  
Fon +49 381 498-8110  
Mail joerg.benedict@uni-rostock.de

in den Grundlagenveranstaltungen mit Rechtssoziologie, Rechtsökonomik, Rechtsphilosophie und Rechtsgeschichte sinnvoll zu einem Ganzen verknüpft werden. „Diese Verknüpfungsleistung ist die eigentliche Herausforderung“, so Benedict, der in seiner Amtszeit als Dekan der Juristischen Fakultät dem GG bestmögliche Rahmenbedingungen zu verschaffen suchte. Wer Good Governance mit dem Etikett „Jura light“ versieht, weiß wenig von den Anforderungen einer universal orientierten Rechtswissenschaft: „Wer meint, der Bachelor stehe in seinen Anforderungen dem Staatsexamen nach, der irrt. Das Gegenteil ist der Fall. Die Anforderungen sind viel höher.“ Wer sich dieser ambitionierten Herausforderung gewachsen fühlt, ist in Rostock herzlich willkommen. „Andere mögen zum Repetitor gehen!“ ■

# Kultur und Geschichte Nordeuropas im 16. Jahrhundert

Alumnus Olaus Magnus verfasste einzigartiges  
Fachbuch „Historia de gentibus septentrionalibus“

Kersten Krüger

Wer es in früheren Jahrhunderten zu Rang und Namen in Skandinavien oder im Baltikum brachte, hatte in Rostock studiert. Das trifft auch auf Olaus Magnus (1490–1557) aus Linköping in Schweden zu, der im Juni 1513 an unserer Universität immatrikuliert wurde (<http://matrikel.uni-rostock.de/id/100013033>). Die Eintragung in der Matrikel sagt für sich wenig über sein Leben aus, aber die Kommentarfunktion des von der Forschungsstelle Universitätsgeschichte entwickelten Matrikelportals (<http://matrikel.uni-rostock.de>) erlaubt die Eintragung weiterer Informationen. Damit entsteht ein dynamisches, ständig wachsendes Nachschlagewerk über unsere Alumni.

Olaus Magnus stammte aus Östergötland in Schweden; seine Eltern wohnten in Linköping. Wie sein älterer Bruder war er für den geistlichen Stand bestimmt, in dem beide eine steile Karriere erreichten. Olaus ging in Västerås zur Schule, studierte in Rostock, später in Köln. Er erwarb 1514 den Grad des Baccalareus, später den des Magisters. Nach Schweden zurückgekehrt, wurde er Kanoniker in Linköping und Uppsala, avancierte zum Dompropst in Strängnäs. In den Jahren 1518–1519 hatte er Norrland bereist, um Ablassbriefe zu verkaufen. Während der Reformation in Schweden floh er mit seinem Bruder, Johannes Magnus (Erzbischof von Uppsala) zunächst

nach Danzig, 1539 nach Venedig, dann nach Rom. Beim Tod seines Bruders 1544 wurde er von Papst Paul III. zum Erzbischof von Uppsala ernannt. Er starb 1557 in Rom im Exil und wurde in der Kirche Santa Maria dell'Anima begraben.

## Alltagsgeschichte Skandinaviens im 16. Jahrhundert

In Rom muss er Heimweh gehabt haben. Denn hier schrieb er sein berühmtes Werk „Historia de gentibus septentrionalibus“, das mit über 1.000 Seiten 1555 in Rom erschien und zahlreiche



Abbildung 1:  
*De triplici Bothnia terræ  
Septentrionalis, & abundantissima  
eius piscatura.*  
Quelle: [http://fondosdigitales.us.es/  
media/books/2905/2905\\_  
481384\\_791.jpeg](http://fondosdigitales.us.es/media/books/2905/2905_481384_791.jpeg)

Abbildung 2:  
De multitudine Piscium  
huius Emporii.

Quelle: [http://fondosdigitales.us.es/media/books/2905/2905\\_481385\\_792.jpeg](http://fondosdigitales.us.es/media/books/2905/2905_481385_792.jpeg)



Abbildung 3:  
De arte, & ingenio fabrorum.  
Schmiede, Hammerwerke

Quelle: [http://fondosdigitales.us.es/media/books/2905/2905\\_480893\\_300.jpeg](http://fondosdigitales.us.es/media/books/2905/2905_480893_300.jpeg)



Auflagen sowie Übersetzungen erlebte. Eine schwedische Übersetzung liegt seit 1909 vor. Trotz einiger sagenhafter Züge ist seine Geschichte der nordischen Völker eine hervorragende Quelle für die Alltagsgeschichte Skandinaviens im 16. Jahrhundert, ausgestattet mit über 1.000 Holzschnitten, die seine Darstellung gelungen ergänzen, indem sie die Lebensverhältnisse dokumentieren und visualisieren. Die Universitätsbibliothek Rostock besitzt eine italienische (1565), eine deutsche (1567) und eine niederländische (1652) Ausgabe. Sie alle sind stark gekürzt, insbesondere bei den Bildern. Eine vollständige lateinische Ausgabe aus dem Jahr 1555 ist von der Universität Sevilla digitalisiert und ins Internet gestellt:

<http://fondosdigitales.us.es/fondos/libros/2905/10/historia-de-gentibus-septentrionalibus-earumque-diuersis-statibus-conditionibus-moribus-ritibus-superstitionibus-disciplinis-exercitiis-regimine-victu-bellis-structuris-instrumentis-ac-mineris-metallicis-rebus-mirabilibus-necnon-eorum/?desplegar=20120&desplegar=20118&desplegar=20117&desplegar>

An dieser Stelle geben wir einige Beispiele seiner Bilder und Texte. Letztere haben wir ins Deutsche im Rahmen eines Seminars aus der schwedischen Ausgabe übersetzt. In Erinnerung an seine Reise nach Nordschweden beschrieb er die dort schon entwickelte Europäisierung (wir würden heute sagen:

Globalisierung) des Warentauschs, sogar ohne internationale Finanzmärkte.

„Der Bottnische Meerbusen, der im Norden die schwedische Meeresbucht begrenzt, ist ein weit gestrecktes Gebiet, eingeteilt in drei große Landschaften: Västerbotten, Norrbotten und Österbotten. Die Einwohner in Norrbotten leben hauptsächlich vom Fisch. Nicht dass ihr Ackerboden unfruchtbar wäre, aber sie haben dort einen so großen Reichtum an gutem Fisch, dass er sehr gut ausreicht, um sich dafür alle notwendigen Waren einzutauschen. Auch sind sie vielfach mit jedem von etwas versehen. Aus Spanien und Portugal erstehen sie sich guten Wein und Salz; aus England und Flandern kostbare Tuche; aus den

## Der Autor



**Prof. Dr. phil. Kersten Krüger**

1959–1968 Studium der Geschichte, Anglistik und Skandinavistik an den Universitäten Göttingen, Köln, München, Kiel, Hamburg und Kopenhagen; 1968 Promotion „Die Einnahmen und Ausgaben der dänischen Rentmeister 1588–1628. Ein Beitrag zur frühneuzeitlichen Finanzgeschichte“; 1968–1978 Assistent und Dozent an der Universität Marburg; 1978 Habilitation „Finanzstaat Hessen 1500–1567. Staatsbildung im Übergang vom Domänenstaat zum Steuerstaat“; 1978–1986 Vertretungsprofessuren an den Univ. Kassel, Gießen, Hamburg, Münster und Oldenburg; 1986–1993 Professur für Neuere Geschichte (Schwerpunkt Skandinavische Geschichte), Universität Hamburg; 1993–2004 Professor für Geschichte der Neuzeit, Universität Rostock; 2004–2006 Vertretung der Professur für Geschichte der Neuzeit, Universität Rostock; seit 2005 Fortsetzung der Lehrtätigkeit und Beauftragter des Rektors für die Universitätsgeschichte, Universität Rostock

### Universität Rostock

Forschungsstelle Universitätsgeschichte  
Schwaansche Straße 4, 18051 Rostock  
Fon +49 381 498-8797  
Mail [kersten.krueger@uni-rostock.de](mailto:kersten.krueger@uni-rostock.de)

deutschen Städten allerlei Hausrat und Zierrat und außerdem die Kleider, die sie zu Hause brauchen; aus Svea- und Götaland gewöhnlichen Weizen, Winterweizen, Gerste und alle Arten von Gemüse zum Hausgebrauch, welches alles auf dem Seeweg hierher gebracht wird.“

Die Einwohner lobt er als frei von Sünden und Lastern: „Aber – was noch

mehr geeignet ist, um Erstaunen zu wecken – in dieser schönen Natur, in dieser lieblichen Jahreszeit und unter diesen freien Verhältnissen lässt man sich keine schändliche Leichtfertigkeit zu Schulden kommen. Nein, keusch und anständig ist der Umgang zwischen den Menschen verschiedenen Geschlechts. Unzucht, Hurerei und Ehebruch wird bei ihnen weder begangen noch überhaupt erwähnt. Denn eine solche Kraft hat das unverfälschte Gesetz Gottes bei diesen einfachen und ungekünstelten Menschen, dass mancher in den göttlichen Gesetzen hoch gelehrter Mann in sittlicher Reinheit ihnen nachzustehen scheint.“

Da mag man sich fragen, warum er dort – wie einst Tetzl in Brandenburg – Ablassbriefe verkaufte. Der handfeste Warenhandel vollzog sich durch Tausch ohne Vermittlung von Geld in der entstehenden Stadt Tornio / Torneå, deren Geschichte in unserem Informationssystem <http://www.baltictowns.com> dargelegt ist.

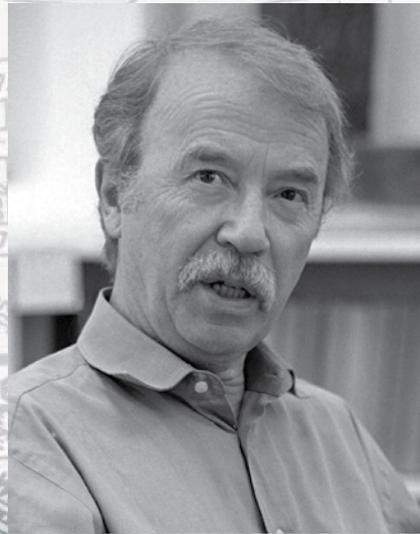
„Zu diesem Handelsplatz wird Fisch von verschiedener Art geführt, der weiter oben in den Strömen gefangen und im Tauschhandel an Kaufleute aus abgelegenen Landesteilen verkauft wird. ... Auf diese Insel kommen jährlich häufig Kaufleute aus Stockholm, Åbo, Raumo und Öregrund gesegelt und verschaffen sich einen großen Verdienst. Ihre Waren verkaufen sie jedoch nicht gegen bares Geld – denn das Volk dort oben legt keinen Wert auf Bargeld, – sondern im Austausch gegen notwendige Waren, wie es im Buch 6 Kapitel 5 erzählt wurde. Die Ursache dafür ist, dass betrügerische Kaufleute sich oft der Einfalt und der Gutgläubigkeit der Bevölkerung bedient haben, um an diesem Handelsplatz Münzen einzuschmuggeln, welche

dann als falsch befunden wurden, besonders die verschlagenen Moskoviter, die, wie ich selbst im Jahre 1519 gesehen habe, sich zur Zeit der Sommersonnenwende dort zahlreich einzufinden pflegen, wobei sie manchmal ihre Boote auf den Schultern über die Landstreifen tragen, welche die Wasserläufe voneinander trennen.“

Olaus Magnus gewährt darüber hinaus Einblick in die auch damals schon leistungsfähige schwedische Eisen- und Stahlproduktion. Das berühmte schwedische Stangeneisen wurde in von Wasserkraft angetriebenen Hammerwerken geschmiedet. Es beherrschte bis ins 18. Jahrhundert den europäischen Markt und heißt – wegen einer seiner Verwendungen – bei uns „schwedische Gardinen“.

„In vielen der Reiche und Provinzen des Nordens legt man gewiss großen Wert auf alle Art Metallhandwerker, seien es nun Schmiede, Gießer oder Ziselierer. ... Denn sie verstehen es, das formlose Rohmaterial dank seines hohen Metallgehalts mit Hilfe sinnvoll eingerichteter Wasserräder zu bedeutender Länge auszuhämmern. ... In gleicher Weise verstehen sie es, Eisenpforten, Fensterläden und Gitter in so unauflöslicher Festigkeit herzustellen, dass ebenbürtige Arbeit, was die Haltbarkeit angeht, kaum in ganz Europa zu finden ist.“

Olaus Magnus schrieb nicht über Rostock, aber in Rostock erhielt er die Hochschulbildung, die ihn für die geistliche Laufbahn qualifizierte und ihn befähigte, das einzigartige Fachbuch über Kultur und Geschichte Nordeuropas im 16. Jahrhundert zu schreiben. Er gehört zu unseren herausragenden Alumni und wir bewahren ihm ein ehrenvolles Andenken. ■



# Weil jedes Menschen Erfahrung löcherig ist.

Uwe Johnson und Walter Kempowski  
im Dialog

11.-13. Mai 2012  
Rathaus Rostock

Programm: [www.uwe-johnson-gesellschaft.de](http://www.uwe-johnson-gesellschaft.de)  
[www.kempowski-archiv-rostock.de](http://www.kempowski-archiv-rostock.de)  
[www.kempowski-gesellschaft.de](http://www.kempowski-gesellschaft.de)

## Ausgewählte Workshops, Tagungen und Kongresse

**17. bis 20. April 2012**

### **The International Forum of Travel and Tourism Advocats**

Weitere Informationen:  
[iftta.org/content/iftta-europe-workshop-2012-rostock](http://iftta.org/content/iftta-europe-workshop-2012-rostock)

**19. April 2012**

### **1. Workshop BioBind – Luftgestützte Beseitigung von Verunreinigungen durch Öl mit biogenen Bindern**

Weitere Informationen:  
[www.biobind.de](http://www.biobind.de)

**9. bis 11. Mai 2012**

### **4th International Symposium Interface Biology of Implants (IBI) 2012**

Weitere Informationen:  
[www.ibi-symposium.org](http://www.ibi-symposium.org)

**11. bis 13. Mai 2012**

### **Tagung „Weil jedes Menschen Erfahrung löcherig ist. Uwe Johnson und Walter Kempowski im Dialog“**

Weitere Informationen:  
[www.uwe-johnson-gesellschaft.de](http://www.uwe-johnson-gesellschaft.de),  
[www.kempowski-archiv-rostock.de](http://www.kempowski-archiv-rostock.de)

**31. Mai bis 1. Juni 2012**

### **12th Baltic Sea Geotechnical Conference 2012**

Weitere Informationen:  
[www.12bsgc.de](http://www.12bsgc.de)

**11. bis 15. Juni 2012**

### **12. Laehowitzseminar on Calorimetry**

Weitere Informationen:  
[www.polymerphysik.uni-rostock.de/laehowitzseminar/laehowitz\\_2012/laehowitz\\_con\\_2012.php](http://www.polymerphysik.uni-rostock.de/laehowitzseminar/laehowitz_2012/laehowitz_con_2012.php)

**14. und 15. Juni 2012**

### **12. Rostocker Logistik Forum**

Weitere Informationen:  
[www.logistik.uni-rostock.de](http://www.logistik.uni-rostock.de)

**14. und 15. Juni 2012**

### **6. Rostocker Bioenergieforum**

Weitere Informationen:  
<http://www.auf-aw.uni-rostock.de/veranstaltungen/rostocker-bioenergieforum>

**14. bis 17. Juli 2012**

### **Internationale Konferenz „The Experience of Cohabited Space. Representations of Contested Areas in Text, Cinema and Sound, 1920 – 50“**

Weitere Informationen:  
[www.gk-kulturkontakt.uni-rostock.de](http://www.gk-kulturkontakt.uni-rostock.de)

**16. und 17. Juli 2012**

### **2. Rostocker Energietag**

Weitere Informationen:  
[www.lit.uni-rostock.de/2-rostocker-energietag-2012](http://www.lit.uni-rostock.de/2-rostocker-energietag-2012)

**19. bis 24. August 2012**

### **11th International Computational Accelerator Physics Conference – ICAP 2012**

Weitere Informationen:  
<http://www.icap12.uni-rostock.de>

**4. bis 6. September 2012**

### **20. Fachtagung „Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik“**

Weitere Informationen:  
[www.gala-ev.org/rostock2012.htm](http://www.gala-ev.org/rostock2012.htm)

**19. bis 21. September 2012**

### **46. Metallographie-Tagung der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde**

Weitere Informationen:  
[www.dgm.de/dgm/metallographie](http://www.dgm.de/dgm/metallographie)

**26. bis 29. September 2012**

### **39. Jahrestagung der „European Society for Artificial Organs“**

Weitere Informationen:  
[www.esao2012.org](http://www.esao2012.org)

## Ringvorlesungen

**17. April bis 14. Juli 2012, dienstags, 17:00 Uhr**

### **15. Interdisziplinäre Ringvorlesung „Von Daten zu Informationen“**

Ort: Ulmenstraße 69, Haus 3, HS 326/327, 18057 Rostock  
Weitere Informationen:  
[www.iuk-verbund.uni-rostock.de/aktivitaeten/ringvorlesungen](http://www.iuk-verbund.uni-rostock.de/aktivitaeten/ringvorlesungen)

**3. April bis 14. Juli 2012, dienstags, 17:00 Uhr**

### **Wissen: Ideal – Kultur – Institution. Ringvorlesung zur Wissens-, Wissenschafts- und Universitätsgeschichte**

Ort: Kulturhistorisches Museum, Klosterhof, 18055 Rostock  
Weitere Informationen:  
[www.uni-rostock.de/ueber-uns/geschichte/arbeitskreis](http://www.uni-rostock.de/ueber-uns/geschichte/arbeitskreis)

**4. April bis 11. Juli 2012, mitwochs, 19:00 Uhr**

### **Ringvorlesung des Graduiertenkollegs „Kulturkontakt und Wissenschaftsdiskurs“**

Ort: Schwaansche Str. 3, Hörsaal  
Weitere Informationen:  
[www.gk-kulturkontakt.uni-rostock.de/aktuelles](http://www.gk-kulturkontakt.uni-rostock.de/aktuelles)

**26. April 2012**

### **Lange Nacht der Wissenschaften**

Weitere Informationen:  
[www.lange-nacht-des-wissens.de](http://www.lange-nacht-des-wissens.de)

**19. August bis 1. September 2012**

### **DAAD-Summer School „Interdisziplinäre Sommerakademie Rostock“ (ISAR) des Departments „Wissen – Kultur – Transformation“**

„Der mediale Mensch“  
Weitere Informationen:  
[www.inf.uni-rostock.de/departments/wissen-kultur-transformation/summerschoolisar](http://www.inf.uni-rostock.de/departments/wissen-kultur-transformation/summerschoolisar)