



## WAHRNEHMUNG

KONSTRUIERTE WIRKLICHKEITEN



**ROBOTER** SAUGEN UND GREIFEN ZUGLEICH

**SPRÜHTROCKNEN** DAS GESTEUERTE CHAOS

**BERUFSBERATUNG** KEIN DURCHBLICK FÜR JUGENDLICHE



# Qualität auf ganzer Linie

**SMS**  
**EUMUCO**  
SMS group



## ► Press- und Schmiedetechnik.

Als Komplettanbieter für die Strangpress-Industrie bieten wir unseren Kunden sämtliche Komponenten entlang der Prozesskette. Mit Blick auf eine bestmögliche Werkstoffausnutzung, effektive Energieeinsparung, die Senkung der Nebenzeiten und – vor allem – hohe, reproduzierbare Produktqualität sind wir in der Lage, höchste Ansprüche zu erfüllen.

Vom automatischen Stangen- bzw. Blockhandling über Hochleistungs-Schnellerwärmungsöfen, der bewährten Strangpresstechnik modernster Bauart, über automatische Auslauf-Einrichtungen bis hin zu Produktionssteuerungs- und Überwachungssystemen. Ob Neubau oder Modernisierung: Wir planen und liefern alles aus einer Hand.

### **SMS EUMUCO GMBH**

Josefstraße 10  
51377 Leverkusen

Telefon: +49 (0) 214 734-01  
Telefax: +49 (0) 214 734-1000

E-Mail: [info@sms-eumuco.de](mailto:info@sms-eumuco.de)  
Internet: [www.sms-eumuco.com](http://www.sms-eumuco.com)

**MEETING your EXPECTATIONS**

## editorial

### Wahrnehmung und Wirklichkeit

Über unsere Sinne nehmen wir die Umwelt wahr. Wir hören, sehen, riechen, schmecken und fühlen. Die Welt, die sich uns über unsere Wahrnehmung abbildet, ist jedoch unsere eigene Konstruktion. Unsere Wahrnehmung wird beeinflusst von unseren Stimmungen, Erwartungen und Erfahrungen, aber auch von wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Unsere sinnliche Wahrnehmung können wir beispielsweise mittels Technik weit über unser natürliches Vermögen hinaus ausdehnen. Millionstel Millimeter macht das Rastertunnelmikroskop der Physiker noch sichtbar. Und auch ein Roboterhund kann mit einem Kameraauge in seiner Schnauze seine Umgebung wahrnehmen. Mittels künstlicher Intelligenz plant er dann seine nächsten Schritte. Völlig unzureichend dagegen scheint die publizistische Wahrnehmung der Europäischen Union. So bleibt unsere politische Wahrnehmung begrenzt. Wahrnehmung ist der Schlüssel zu unseren Befähigungen und Befindlichkeiten. Wahrnehmungsstörungen bei Kindern müssen deshalb sehr ernst genommen werden.

Und natürlich lässt sich die Wahrnehmung manipulieren und täuschen. Etwa auch der Schmerz durch Musik? Selbst die Erkenntnisse dazu können Sie in diesem Heft wahrnehmen. Und wenn Sie wissen wollen, ob es auch einen Himmel auf Erden gibt, kann mundo Ihnen positive Antworten geben.

### Perception and Reality

*We perceive our environment through our senses. We hear, see, smell, taste and feel. However, the world that percolates through our perceptions remains a construct of our own making. Our perceptions depend not only on our moods, expectations and experience, but also on scientific findings. For example, technology can enhance our sensory perceptions far beyond our innate abilities. Physicists' scanning tunneling microscopes can drill down to one millionth of a millimeter. And a robot dog can perceive its environment with a camera mounted on its snout. Then, using artificial intelligence, it can decide where to go next. By contrast, the public's perception of the European Union is fully inadequate. That limits our political perception. Perception is the key that unlocks the door to our external abilities and inner feelings. That is why perceptive disorders in children should be taken very seriously. And, of course, perceptions can be manipulated and fooled. For example, can pain be reduced by music? You can read more about these perceptive insights inside. And if you've always wondered whether there is a heaven on earth, mundo can put your mind at ease.*

A. Cilliers





## TÜV Rheinland Kraftfahrt GmbH

Personalrecruiting und -entwicklung  
Am Grauen Stein  
51105 Köln

Tel: ++49 221- 806 2440  
Mail: [karriere@de.tuv.com](mailto:karriere@de.tuv.com)  
Homepage: [www.tuv.com](http://www.tuv.com)



### Ihr neuer Arbeitgeber:

Die TÜV Rheinland Group mit Sitz in Köln zählt zu den international führenden Dienstleistungskonzernen für dokumentierte Sicherheit und Qualität.

Mit 10 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern erwirtschaftet sie einen Gesamtjahresumsatz von rund 800 Millionen Euro. Das Unternehmen ist mit einem Netzwerk von 100 Tochtergesellschaften an 300 Standorten in über 58 Ländern in nahezu allen wichtigen Wirtschaftszentren der Welt vertreten.

### Was wir Ihnen bieten....

Beste Entwicklungsmöglichkeiten, hervorragende Weiterbildungsprogramme, sowie eigenverantwortliches Arbeiten. Weiter bieten wir Ihnen ein attraktives und leistungsgerechtes Gehalt. Zusätzlich werden Entwicklungsprogramme weltweit, sowohl für Fach- und Führungskräfte angeboten.

### Wir suchen....

#### Diplomingenieure zur Ausbildung zum Prüflingenieur (w/m)

*Fachrichtung:* Kraftfahrzeugtechnik/ Maschinenbau/ Elektrotechnik

*Regionen:* Mönchengladbach, Krefeld, Köln, Aachen, Dortmund, Duisburg, Hamm, Oberhausen, Düsseldorf, Wuppertal, Essen, Siegen, Bonn, Gelsenkirchen, Recklinghausen, Olpe, Lüdenscheid, Betzdorf

*Kennziffer:* PIA 061

#### Eisenbahningenieure (w/m)

*Standort:* Köln

*Kennziffer:* ISA 061

#### Verkehrs- und Telematikingenieure (w/m)

*Standort:* Köln

*Kennziffer:* TIT 061

#### Mechatroniker (w/m)

*Standort:* Köln

*Kennziffer:* TVSS 061

#### Fahrzeugtechniker (w/m)

*Standort:* Köln

*Kennziffer:* TVS 061

**Sind Sie interessiert? Oder haben Sie Fragen? Wir freuen uns auf Ihre Unterlagen, Ihre e-mail oder Ihren Anruf.**

Erforderliche Unterlagen: Bewerbung, Lebenslauf und Zeugnisse, sowie die Angabe von Gehaltsvorstellung und bevorzugtem Standort

## impressum

**modo** – das Magazin der Universität Dortmund **Her-  
ausgeber** Referat für Öffentlichkeitsarbeit, Leiter: Ole  
Lünnemann **Chefredakteurin** Angelika Willers **Re-  
daktionelle Mitarbeit** Stephanie Bolsinger, Katrin  
Braun, Joachim Hecker, Karsten Mark, Katrin Pinetz-  
ki, Jörg Swade **Layout** Ole Lünnemann **Fotodesign** Jür-  
gen Huhn **Bildnachweis** S. 8 u. S. 27 BioMedizin-  
Zentrum, S. 10 Rainer Scholz **Anschrift** Universität Dort-  
mund, Referat für Öffentlichkeitsarbeit, 44221Dort-  
mund ([redaktion.mundo@uni-dortmund.de](mailto:redaktion.mundo@uni-dortmund.de)) **Redak-  
tioneller Beirat** Prof. Hellmut Keiter, Prof. Hans Hart-  
mut Neuendorff, Prof. Ulrich Pätzold, Prof. Dietmar  
Schmetz, Prof. Karl Strauß **Druck & Verlag** Verlag für  
Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG, Fa-  
berstr. 17, 67590 Monsheim ([www.vmk-verlag.de](http://www.vmk-verlag.de)) **Gra-  
fische Konzeption** Gestaltmanufaktur GmbH, Dort-  
mund **Erscheinungsweise** zwei Mal jährlich

**in dieser ausgabe**

**nachrichten**

Physiker in »Science« • sfs unter Dach der Uni •  
 WissenschaftsAtlas • Was Schwangere sich wünschen •  
 Zwei Anträge zur Exzellenzinitiative • Schuldenfalle Handy 6

**thema**

**EXTREME**

Bergpanoramen im Mikrokosmos 13  
 Rastertunnelmikroskopie macht Quantenmechanik sichtbar  
 Kopfschütteln für den Durchblick 17  
 Die Kamera ist für Roboter das zentrale Instrument der Wahrnehmung  
 Vorwärts in die Vergangenheit! 22  
 Architektur ist ohne Geschichte nicht denkbar  
 Lernen mit allen Sinnen 26  
 Selbstwahrnehmung hilft im Unterricht  
 Wenn der Zahnarzt Mozart spielt 28  
 Günther Rötter untersucht den Zusammenhang zwischen Schmerz und Musik  
 Reporter mit Grenzen? 32  
 Warum der europäische Alltag in den Medien kaum stattfindet

**wissen schafft praxis**

**NATUR & TECHNIK**

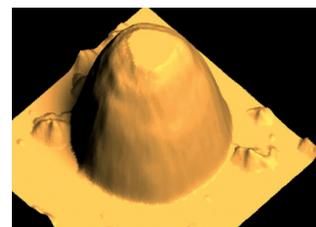
Das gesteuerte Chaos 36  
 Wie sich Tröpfchen beim Zerstäuben der Beschreibung entziehen  
 Intelligente Förderbänder 40  
 Neue Wege zu sicheren Förderanlage  
 Saugen und Greifen zugleich 46  
 Auch Roboter lernen nie aus  
 Schrittmacher für die Pharmaforschung 47  
 Die Lebenswissenschaftliche Innovationsplattform Dortmund

**KULTUR, GESELLSCHAFT & BILDUNG**

Von gefallen Engeln und wachsender Wirtschaft 50  
 Der Zusammenhang zwischen Himmelslehre und sozialen Systemen  
 Bleche und Badewannen trotz Bits und Bytes 52  
 High- und Lowtech sollten sich stärker vernetzen  
 Kein Durchblick für benachteiligte Jugendliche? 55  
 Berater müssen stärker kooperieren

**mundorama**

Der Traumjob 58  
 Dortmunds einzige Professorin im Bereich Bio- und Chemieingenieurwesen  
 Neue Berufungen 60  
 Ehrungen 63  
 Erkenntnistransfer ist keine Einbahnstraße 64  
 Matthias Kleiner wird neuer DFG-Präsident  
 Wissenschaft für Kids 65  
 Der »Saugheber-Effekt«



**PHYSIK**

Das Verhalten von Atomen und Festkörpern ist bereits gut erforscht. Doch Atomcluster bergen noch viele Geheimnisse – besonders dann, wenn sie sich auf Oberflächen von Festkörpern befinden.

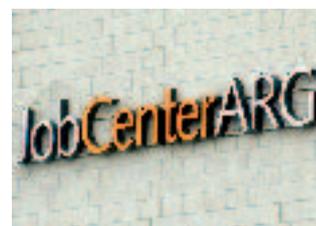
**SEITE 13**



**MUSIK**

Musik wird in der Therapie gern als Mittel gegen Schmerz eingesetzt. Schlüssige Beweise für die Wirksamkeit in der Medizin fehlen jedoch noch.

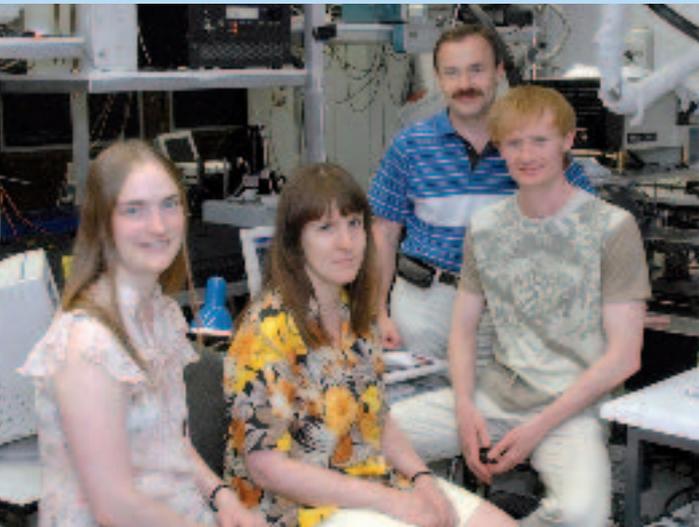
**SEITE 28**



**BERUFSPÄDAGOGIK**

Jeder zehnte Jugendliche verlässt heute die Schule ohne Abschluss. Ihnen steht ein breites, allerdings unübersichtliches Beratungsangebot zur Verfügung.

**SEITE 55**



[a]

[b]

## Physiker in »Science«

Dortmunder Physikerinnen und Physikern um Prof. Manfred Bayer ist es gemeinsam mit Kollegen aus Bochum, St. Petersburg und Washington gelungen, einen Beitrag in »Science« über ihr Forschungsprojekt zu publizieren. »Science« gilt als eines der wichtigsten und angesehensten Magazine im Wissenschaftsbetrieb und wird von der amerikanischen Gesellschaft zur Förderung der Naturwissenschaften herausgegeben. Eine Veröffentlichung in dieser Zeitschrift sichert den Autoren Aufmerksamkeit und Anerkennung in der ganzen Welt und gilt als ein Gradmesser für die Relevanz des Forschungsprojektes. Den Physikern ist es gelungen, einen Weg aufzuzeigen, wie die Eigendrehung von Elektronen – Spin – technisch nutzbar gemacht werden kann. Dieses Verfahren könnte ein Schritt auf dem Weg hin zu Quantencomputern sein, die wesentlich höhere Rechenleistungen als heutige Computer ermöglichen sollen.

[a]

## Physicists in »Science«

*A team of Dortmund physicists headed up by Professor Manfred Bayer have published an article in "Science" about their research project with collaborators in Bochum, St. Petersburg and Washington. "Science", which is put out by the American Association for the Advancement of Sciences, is one of the most important and prestigious scientific journals in the world. The article's publication will enhance the authors' profiles and reputations worldwide, and underscore the relevance of their research. The physicists succeeded in finding a way*

*to technically harness electron spin. This process could bring us one step closer to developing quantum computers, which are theorized to be more powerful than today's computers.*

[a]

## sfs unter Dach der Uni

Das Landesinstitut Sozialforschungsstelle Dortmund (sfs) wird zum Jahresende 2006 als zentrale Einrichtung in die Universität eingegliedert. „Mit diesem Konzept sichern wir die Zukunft des Instituts langfristig und tragen dazu bei, dass es fester Bestandteil der nordrhein-westfälischen Wissenschaftslandschaft bleibt“, sagte NRW-Innovationsminister Prof. Andreas Pinkwarth bei der Vertragsunterzeichnung. Die Integration sei Teil des Gesamtkonzepts der Landesregierung, die außeruniversitäre Forschung stärker mit der universitären Forschung zu verzahnen, so der Minister. Das sfs, das mit seinen rund 75 Mitarbeitern zu den großen Arbeitsforschungsinstituten in Deutschland gehört, wird an seinem derzeitigen Standort in der Evinger Mitte bleiben.

## sfs now part of the Uni

*Sozialforschungsstelle Dortmund (sfs) will be incorporated into the University at the end of 2006 as a central institute. „This move will protect the institute's long-term future and keep it firmly entrenched in North Rhine-Westphalia's academic community“, said State Minister for Innovation Professor Andreas Pinkwarth at the contract-signing ceremony. The minister added that the*

*integration formed part of the state government's broader scheme to integrate non-university research more tightly with university research. sfs, one of Germany's major labor research institutes with around 75 employees, will remain at its present location in Evinger Mitte.*

## WissenschaftsAtlas

Der von den vier Universitätsstädten Bochum, Dortmund, Duisburg und Essen vorgelegte WissenschaftsAtlas Ruhr gibt Einblick in das große Spektrum an Universitäten, Instituten und Forschungseinrichtungen. Vorgestellt werden die vielfältigen Vernetzungen der Wissensorte und die nicht minder vielfältigen Lehr- und Forschungsleistungen in ausgewählten Schwerpunktbereichen wie »Industrielle Technologien und neue, Materialien«, »Energie«, »Logistik und Verkehr«, »IT- und Life-Sciences«. Übersichtskarten und Grafiken illustrieren die Leistungsfähigkeit der Wissenschaftslandschaft Ruhr zusätzlich.

[b]

## Ruhr Science Atlas

*The Ruhr Science Atlas presented by the cities of Bochum, Dortmund, Duisburg and Essen provides insight into a wide array of universities, institutes and research institutions in the region. The Atlas depicts the extensive links between these seats of knowledge and the equally extensive teaching and research activities in selected industries such as »Industrial Technologies and New Materials«, »Energy«, »Logistics and Transportation«, »IT and Life Sciences«.*

**Fata Morgana.**

**Nirvana.**

**Nirosta 4565s.**

Wenn Sie bei Meerwasserentsalzungsanlagen sofort an widerstandsfähige Hochleistungswerkstoffe denken, sollten Sie sich bei uns melden. Als einer der weltweit führenden Technologiekonzerne bieten wir Ihnen eine Vielzahl von Aufgabenfeldern im Bereich der Ingenieurs- und Wirtschaftswissenschaften – und das mit internationalen Auf- und Umstiegchancen: Projektmanagement in Dubai, Entwicklung von Automobilsystemen in Liechtenstein, Komplett-Checkup von Luxuslinern in Hamburg. Was Sie bei ThyssenKrupp nicht erwartet: Ein alltäglicher Job.

Interessiert? Sprechen Sie mit uns: (0211) 824-3 69 19

Kooperationspartner der

**UNIVERSITÄT DORTMUND**



Wir entwickeln die Zukunft für Sie.

**ThyssenKrupp**



Weitere Informationen unter [www.thyssenkrupp.com](http://www.thyssenkrupp.com)



[c]



[d]

Outline maps and charts further illustrate the capabilities of the Ruhr scientific community. For example, readers will learn that more than 10,000 scientists are performing research in the Ruhr area. And, every year, more than 10,000 students graduate from local universities in one of 500 science majors.

[b]

## Was Schwangere sich wünschen

Schwangere machen sich vor der Geburt ihres Kindes viele Gedanken zur Wahl ihrer Geburtsklinik. So das Fazit einer Studie am Lehrstuhl für Marketing. Befragt wurden 21 Frauen aus Bonn, Oberhausen und Dortmund zu ihren Bedürfnissen und Erwartungen an eine Geburtsklinik. In den Interviews mit den zukünftigen Müttern und teilweise auch Vätern entpuppte sich die fachliche Kompetenz des Klinikpersonals zwar auf den ersten Blick als das wichtigste Kriterium, wurde jedoch beim Nachfragen durchweg als selbstverständlich vorausgesetzt. Auch die Ortsnähe ist in Ballungszentren wie dem Ruhrgebiet kein Unterscheidungsmerkmal. Zu den wirklich entscheidenden Kriterien gehören vielmehr eine freundlich eingerichtete Wöchnerinnenstation, moderne Kreißsäle, eine angeschlossene Kinderklinik sowie die Zulassung einer Beleghebamme.

[c]

## What expectant mothers really want

A recent study at the Marketing Section showed that expectant mothers put a lot

of thought into selecting a birthing center before delivery. In the survey, 21 women from Bonn, Oberhausen and Dortmund explained what they needed and expected from birthing centers. Initially, the expectant mothers and some fathers stated that staff expertise was the most important criterion. However, interviewers discovered on further probing that the future parents usually took the expertise for granted. Nor did proximity play much of a role in highly urbanized areas such as the Ruhr region. Instead, birthing centers were more frequently chosen for their cheerfully decorated maternity ward, modern delivery rooms, affiliated children's hospital, and licensed external midwife.

[c]

## Zwei Anträge zur Exzellenzinitiative

Auch an der zweiten Runde der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder beteiligt sich die Universität Dortmund. Für die Förderlinien »Exzellenzcluster« und »Graduate Schools« hat die Hochschule je einen Antrag eingereicht. Bei den Exzellenzclustern hat die Universität Dortmund gemeinsam mit den Universitäten Bielefeld und Bochum einen Antrag erarbeitet.

Im Rahmen des Clusters »Proteininteractions: From molecular mechanism to cellular networks« soll die Interaktion von Proteinen in lebenden Zellen erforscht werden. Da Defekte dieser Interaktionen für viele ernsthafte Erkrankungen, wie zum Beispiel Krebs verantwortlich sind, kann das erworbene molekulare Verständnis zum Bei-

spiel für die Entwicklung maßgeschneiderter Medikamente genutzt werden. Koordiniert von Prof. Sebastian Engell (Chemietechnik) und Prof. Petra Mutzel (Informatik) entstand der Antrag für die »Graduate School of Model-Based Decision Support«. Im Rahmen dieser interdisziplinären Graduiertenschule wollen 20 namhafte Forscher aus den Bereichen Informatik, Statistik, Mathematik, Bio- und Chemieingenieurwesen, Elektro- und Informationstechnik, Maschinenbau und Psychologie bei der Ausbildung von Doktoranden auf höchstem internationalen Niveau zusammenarbeiten. Wissenschaftliches Ziel der Graduate School ist es, Entscheidungen in komplexen technischen und sozio-ökonomischen Systemen zu unterstützen – dies basierend auf mathematischen Modellen und modernen Optimierungsalgorithmen, aber auch mit Blick auf die Interaktion mit den Usern.

[d]

## Two Proposals for the Excellence Initiative

The University of Dortmund is participating in the second round of the federal and state governments' Excellence Initiative. The university submitted two proposals: one for the Clusters of Excellence funding line and one for Graduate Schools. The University of Dortmund prepared the Clusters of Excellence proposal together with the Universities of Bielefeld and Bochum. Researchers in the »Protein Interactions: From Molecular Mechanism to Cellular Networks« cluster intend to investigate protein

# Schnell reagieren – flexibel handeln. Mit Dematic.

Kürzere Lieferzeiten, individuellere Verbraucherwünsche, höherer Durchsatz – die Logistik in Handel und Industrie wird durch wachsende Anforderungen Ihrer Kunden bestimmt. Als ganzheitlicher Lösungsanbieter unterstützt Dematic Sie dabei. Mit schlanken Strukturen, starken regionalen Einheiten, klarem Branchenfokus und dem Know-how von rund 4.000 Menschen sind wir so schnell und flexibel für Sie da, wie Sie es für Ihre Kunden sind. Mehr über unser Angebot – ob integrierte Lösungen, Logistik-IT, Mechatronik-Produkte oder Service – finden Sie unter: [www.dematic.de](http://www.dematic.de)



[e]

interactions in living cells. Since deficient interactions cause many deadly illnesses such as cancer, new molecular insights could be used, among other things, to custom-develop medicine.

*The proposal for the »Graduate School of Model-Based Decision Support« was coordinated by Professor Sebastian Engell (chemical engineering) and Prof. Petra Mutzel (computer science). At this interdisciplinary graduate school, 20 high-profile researchers in computer science, statistics, mathematics, biological and chemical engineering, electrical engineering, automation, mechanical engineering and psychology plan to jointly train doctoral students at a high international level. The graduate school's scientific mission is to support decisions within complex technical and socioeconomic systems - their work will build not only on mathematical models and modern optimization algorithms, but also on user interactions.*

[d]

### Schuldenfalle Handy

Telefonieren, SMS, Klingeltöne und Spiele: Mit den Möglichkeiten, die ein Handy bietet, steigen auch die Ausgaben. Das gilt vor allem für Jugendliche, die mittlerweile im Durchschnitt ein Drittel ihres Taschengeldes für die Handynutzung ausgeben. Immer öfter verlieren junge Menschen den Überblick über ihre Finanzen. Um diesen Trend zu stoppen, hat der Haushaltswissenschaftler Prof. Günter Eissing mit seinem Team die Einflussfaktoren auf das Finanzverhalten Jugendlicher untersucht. Vor allem die immer neuen technischen Möglichkeiten – wie zum Beispiel

der Download von Filmen oder Fernsehen übers Handy – stellen den Jugendlichen immer mehr finanzielle Fallen. Um hier ein größeres Bewusstsein für die Kosten der Handynutzung zu schaffen, hat der Bereich Hauswirtschaft Unterrichtsmaterial für Schulen entwickelt. Die von ihnen konzipierten Materialien sollen auf die vielfach versteckten Gebühren der Handynutzung aufmerksam machen und insgesamt den Jugendlichen einen kompetenten Umgang mit den Finanzen vermitteln. Die Broschüren enthalten eine Übersicht über die verschiedenen Tarife, hinterfragen den Umgang mit der Kommunikation und versuchen, die Einstellung der Jugendlichen zum Handy positiv zu beeinflussen. „Wir bieten zum Beispiel eine Reihe von Rollenspielen und Fragespielen an“, erklärt Jens Rataj, der die Unterrichtsmaterialien mitentwickelt hat.

[e]

### Cell Phones: A Debt Trap

*Phone calls, texting, ring tones and games: The more a cell phone can do, the higher the phone bill. This is especially true for teenagers who currently spend, on average, one-third of their allowance on cell phones. Some spend even more: Young people are losing control over their finances with disturbing frequency, while the number of highly indebted teenagers has skyrocketed in recent years. 50 percent of all teenagers are estimated to be in debt; on average, these kids are EUR 450 in the red. To put a halt to this trend, Home Economics Professor Günter Eissing and his team investigated what factors shaped teenagers' financial behavior.*

*These days, teenies get huge monthly allowances; some even charge their expenses on debit cards. Under the German Civil Code, teenagers can use their allowance as they see fit, no matter how much money they may receive. Many of these kids spend their cash on brand-name clothes, CDs and, of course, cell phones. "Problem is, they don't know how much cell phone debt they've incurred until the bill arrives a month later," explained Professor Eissing. With a nonstop parade of new features, such as movie downloads or TV shows, teenagers are constantly tempted to dig themselves into a deeper financial hole. "In many cases, the costs are very well hidden," continued Eissing. Some 50 percent of all 11- to 12-year-olds are estimated to place cell phone calls without being able to adequately predict the costs. To sensitize them to the costs of cell phone use, the Home Economics Section has developed educational materials for schools. These materials point out the hidden costs of cell phone use and teach young people how to manage their money wisely. The brochures list the various calling plans, scrutinize cell phone use, and encourage teenagers to use cell phones responsibly. "For example, we offer a number of role-playing games and quiz games," explained Jens Rataj, who helped develop the teaching materials.*

[e]

# Wieviel NIROSTA® braucht Ihr Leben?



Jede Pasta, jedes Hemd, jeder Drei-Tage-Bart, jede Heimfahrt – an NIROSTA® kommen Sie nicht vorbei. ThysssenKrupp Nirosta GmbH ist einer der führenden Hersteller von flachgewalzten Erzeugnissen aus nichtrostendem Stahl.

Unser Werkstoff ist die Basis für Produkte vom Kochtopf bis zur Waschmaschine, vom Tankwagen bis zum Zug und vom Auspuff bis zur Entstaubungsanlage. Mit über 4.400 Mitarbeitern in fünf deutschen Städten erzielen wir einen Umsatz von ca. 2,2 Mrd. Euro.

Lust auf mehr NIROSTA®?

Informationen über unser Traineeprogramm, unsere Studienförderung, Praktika, Projektarbeiten oder Diplomarbeiten erhalten Sie bei:

## ThysssenKrupp Nirosta GmbH

Personalentwicklung: Julia Martin  
Oberschlesienstr. 16, 47807 Krefeld  
Tel. 02151/83-2841

## ThysssenKrupp Nirosta

Ein Unternehmen von ThysssenKrupp Stainless



**ThysssenKrupp**

Exklusiv für Studenten: 5 Wochen Fakten für nur € 9,50.

**FOCUS**

FAKTEN. FAKTEN. FAKTEN.



### IHRE GARANTierten VORTEILE:

- 5 Wochen Fakten für nur € 9,50
- kostenlose Lieferung
- plus Amazon Gutschein über € 10,- (1944)
- exklusiver Zugang zu einmaligen Services und Partner-Angeboten: [www.focus.de/aboandmore](http://www.focus.de/aboandmore)

Über  
**34 %**  
sparen!

**Wichtiger Hinweis zum Geldsparen:** Damit Sie vom Vorzugspreis für Studenten profitieren können, benötigen wir aus rechtlichen Gründen eine gültige Immatrikulationsbescheinigung. Bitte senden Sie uns diese per Fax an 0781 639 5851. Oder per Post: FOCUS Magazin Verlag GmbH, Postfach 2 90, 77649 Offenburg. Möchten Sie FOCUS nach dem Probe-Abo weiterlesen, brauchen Sie nichts zu tun und erhalten FOCUS für zunächst ein Jahr zum günstigen Studenten-Vorzugspreis von zzt. € 2,05 statt € 2,90 Normalpreis pro Ausgabe (Berechnung halbjährlich, zzt. € 53,30). FOCUS Magazin Verlag GmbH, Arabellastr. 23, 81925 München.

**Fakten für Studenten. Über 34 % sparen.**  
**Geschenk sichern.** Aktionsnummer: 628541 MS

[www.focus.de/studentenguenstig](http://www.focus.de/studentenguenstig)  
FOCUS Line: 0800 453 2000  
[abo@focus.de](mailto:abo@focus.de)

OgilvyOne



# Bergpanoramen im Mikrokosmos

RASTERTUNNELMIKROSKOPIE MACHT DIE ABSTRAKTEN WELLENGLEICHUNGEN DER QUANTENMECHANIK SICHTBAR

## abstract

*Since the 1980s surface physics has got an instrument to show atomic structures down to the details of electron sheaths of atoms: the scanning tunneling microscope. Surface physicists like Private Lecturer Dr. Heinz Hövel from the University of Dortmund use this to investigate the behaviour of atom clusters, which can consist of few or some thousand atoms. While the physical behaviour of both single atoms and extensive solid state bodies is well analysed by now, atom clusters keep many secrets – especially if situated on the surface of solid state bodies. Nevertheless the images provided by scanning tunneling microscopes still need interpretation.*

Es scheint, als blicke man aus dem Cockpit einer Landefähre auf die Oberfläche eines fremdartigen Planeten. Felsen aus glänzendem Gold ragen an den Rändern großer Krater empor, welche die ansonsten perfekt glatte Ebene durchbrechen. Es ist eine Welt mit absonderlichen Regelmäßigkeiten: Geometrisch exakte, sechseckige Plateaus krönen die güldenen Felsen, die wie unwirkliche Fremdkörper an ihrem tiefschwarzen Untergrund festgewachsen sind.

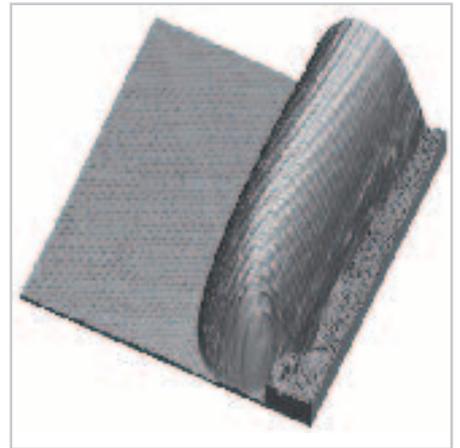
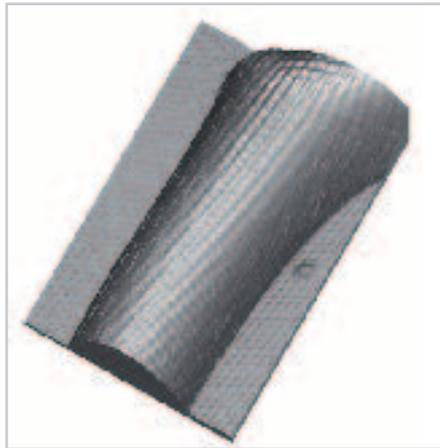
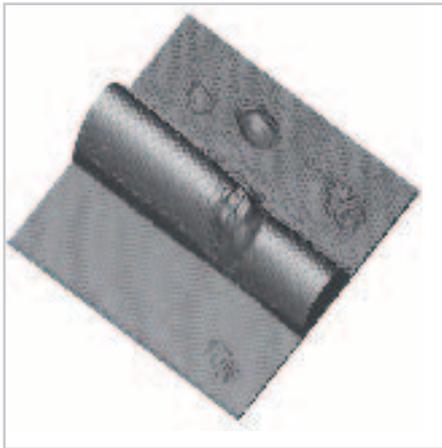
Es ist eine künstlich geschaffene Welt: erst eingeebnet von einem tosenden Sturm aus Edelgas und auf 150 Grad aufgeheizt, dann wieder zerfurcht von einem Bombardement schwerer Geschosse und schließlich veredelt mit heißen Schwaden aus purem Gold. Vor allem ist es eine ausgesprochen kleine Welt. Ungefähr fünfzig mal fünfzig millionstel Millimeter misst das Felsmassiv in der Fläche. Geschaffen wurde es in einem Labor des Lehrstuhls für Experimentelle Physik I, an dem eine Forschergruppe unter der Leitung von Heinz Hövel das Verhalten sehr kleiner Metallpartikel auf Graphitoberflächen untersucht. Den imposanten Blick auf die bizarre Landschaft im Mikrokosmos erlaubt ein Präzisionsgerät, das einen halben Laborraum ausfüllt und sich einen mikroskopischen Effekt zu Nutze macht, der in unserer makroskopischen Welt geradezu geisterhaft erscheint: den Tunneleffekt.

**Der Tunneleffekt gehört zu den absonderlichen Phänomenen** der Quantenmechanik, die unserer Alltagserfahrung in fast schon absurder Weise widersprechen. Wir sind es gewohnt, die Dinge zu

sehen, wo sie gerade sind und wie sie sich gerade bewegen. Und natürlich können sich diese Dinge nur auf solchen Bahnen bewegen, auf denen ihnen nichts in die Quere kommt.

**Bei den kleinsten Teilchen der Materie, den Elementarteilchen,** verhält es sich völlig anders. Sie sind im Wortsinn nicht zu fassen. Wir können messen, an welchem Ort sie sich gerade aufhalten oder wie schnell sie sich bewegen. Niemals aber können wir beides gleichzeitig über ein Teilchen in Erfahrung bringen. Die Natur hat uns für die Beobachtung des Mikrokosmos eine Genauigkeitsgrenze gesetzt, die der Physiker Werner Heisenberg in seiner berühmten Unschärferelation mathematisch formuliert hat. Deshalb ist es in der Welt der Elementarteilchen am ehesten sinnvoll, über Wahrscheinlichkeiten zu reden. Ein Elektron in der Hülle eines Atoms hat für bestimmte Bereiche eine größere Wahrscheinlichkeit, sich dort aufzuhalten als für andere. Begrenzt werden diese Bereiche durch die Bewegungsenergie, die das Elektron hat, und durch elektrische Kräfte. Denn die negativ geladenen Elektronen werden vom positiv geladenen Atomkern angezogen, von den benachbarten, ebenfalls negativ geladenen Elektronen aber abgestoßen. Diese Kräfte bilden eine Barriere für das Elektron, vergleichbar mit einer unsichtbaren Mauer. Für das Elektron ist es eigentlich nicht möglich, diese elektrische Barriere zu überwinden – eigentlich. Denn was die klassische Physik verbietet, ist nach den Gesetzen der Quantenmechanik durchaus möglich.

Die Aufenthaltswahrscheinlichkeit eines Teilchens beschreiben die Physiker mit Hilfe einer mathematischen Wellenfunktion.



Kohlenstoff-Nanoröhre sind ungefähr 50 Mal zugfester als Stahl, aber nur halb so schwer.

So wie das Licht ein zwitterhaftes Wesen mit Wellen- und Teilcheneigenschaften ist, gilt dies auch für die kleinsten Bausteine der Materie. Das Elektron verfügt über einen wellenartigen Bereich möglicher Aufenthaltsorte und die Ränder dieses Bereichs reichen bis über die elektrische Barriere hinweg. Die Wahrscheinlichkeit, sich jenseits der Barriere aufzuhalten, ist für das Elektron gering – aber definitiv vorhanden. In der Tat kann das Elektron die unsichtbare Wand einfach durchtunneln. Es wechselt geisterhaft spontan die Seiten der Barriere. Der Effekt spielt nur bei extrem kurzen Distanzen eine Rolle. Aber dort tritt er immerhin so stark auf, dass sich tatsächlich ein »Tunnelstrom« messen lässt.

**Bringt man etwa eine feine Metall-Nadel bis auf etwa einen Nanometer**, also einen millionstel Millimeter, an eine elektrisch leitende Oberfläche heran und legt eine geringe Spannung an, tunneln Elektronen zwischen dem vordersten Atom der Spitze und dem gegenüberliegenden Oberflächenatom durch den leeren Raum hindurch.

Der Schweizer Physiker Heinrich Rohrer und sein deutscher Kollege Gerd Binnig führten Ende 1978 im IBM-Labor in Rüschlikon bei Zürich die ersten erfolgreichen Versuche mit solch einem Aufbau durch und entdeckten nach gut zwei Jahren Arbeit das entscheidende Prinzip, das spektakuläre Einblicke bis in atomare Strukturen ermöglicht: Der Tunnelstrom ändert sich schon bei leichtesten Änderungen des Abstands sehr stark.

Rohrer und Binnig bauen mit dieser Erkenntnis das erste Rastertunnelmikros-

kop und schaffen eine entscheidende Grundlage für die heutige Nanotechnologie. Für einen Oberflächenphysiker wie Heinz Hövel ist das Rastertunnelmikroskop nur 25 Jahre nach seiner Erfindung zu einem unverzichtbaren Werkzeug geworden. Hövels Interesse gilt so genannten Clustern. Das sind ultrakleine Partikel von einigen wenigen bis zu mehreren Tausend Atomen. „Typisch für einen Cluster ist, dass extrem viele der Atome an der Oberfläche sitzen“, erklärt Hövel, „bei 300 Atomen ist es ungefähr die Hälfte. Dadurch verhalten sich Cluster oft ganz anders als ein großer Festkörper, der aus genau den gleichen Atomen besteht.“

Während sich die Physik sowohl mit den Eigenschaften einzelner Atome als auch mit denen großer Festkörper schon seit langem beschäftigt, bergen die Cluster noch viele Geheimnisse. Mit dem Rastertunnelmikroskop lassen sich die wenige Nanometer messenden Körnchen sichtbar machen. Eine feine Nadel fährt in extrem kurzem Abstand und einem systematischen Raster folgend eine Oberfläche ab und misst an jedem Punkt den Tunnelstrom. Dabei wird die Nadel mittels einer ultrapräzisen Steuerung jedes Mal so angehoben oder abgesenkt, dass der Strom immer gleich bleibt. Statt einer Mechanik verwendet man piezoelektrische Kristalle, die sich leicht verformen, wenn man eine elektrische Spannung anlegt.

**Ein Computer verarbeitet schließlich die vielen einzelnen Messpunkte** des Rasters zu einem Oberflächenrelief, das – wegen der starken Abhängigkeit des Tun-

nelstroms vom Abstand – in der Höhe eine Auflösung bis zu einem tausendstel Nanometer erreicht. Dies entspricht rund einem Hundertstel eines Atomdurchmessers. Anders als Beugungsverfahren, bei denen Kristalle mit Röntgenstrahlen durchleuchtet werden und die Atome ein umgekehrtes Bild ihrer selbst liefern, geben Rastertunnelmikroskope die tatsächlichen räumlichen Verhältnisse wieder. Aber wie real sind diese Bilder wirklich? „Sie müssen in jedem Fall noch interpretiert werden“, sagt Hövel, „es kann sein, dass irgendwo ein Atom auf der Oberfläche sitzt und das Bild dort eine Senke zeigt.“

**Andererseits hat es nach den ersten Bildern aus einem Rastertunnelmikroskop selbst viele Physiker erstaunt**, welche hohe Auflösung die quantenmechanischen Unschärfen zulassen – hatten doch noch die Väter der Quantentheorie wie der Physiker Erwin Schrödinger (1887-1961) prophezeit, man werde niemals Experimente an einzelnen Atomen machen können. Nun lässt sich sogar die Verteilung der äußeren Elektronen an den Oberflächenatomen detailliert betrachten. Betreibt man das Mikroskop als Spektroskop, indem man die Spannung an der Spitze variiert, lassen sich gar verschiedene energetische Zustände der Atomhüllen abbilden: die komplizierten Wellengleichungen der Atomphysik werden greifbar in teils bizarren Reliefs, die unmittelbar an Gebirgslandschaften erinnern. „Wenn man sich ständig damit beschäftigt, denkt man irgendwann in diesen Bildern“, sagt Hövel, „wir haben mit dem Rastertunnelmikroskop unsere Wahrnehmungs-

grenzen weit über unsere normale Erlebniswelt hinweg ausgedehnt. Auch für uns ist das immer noch erstaunlich.“

**Bloß mit Farben kann das Tunnelmikroskop nicht dienen**, die lassen sich zur besseren Veranschaulichung erst nachträglich hinzufügen – als Falschfarben. Schließlich arbeitet das Rastertunnelmikroskop bis zu 100.000fach feiner als eine einzige Wellenlänge des Lichts umfasst. Seine Nadel tastet sich Schritt für Schritt durch die Nanowelt. Und weil dort jedes Staubkorn ein riesiges Gebirgsmassiv darstellt, ist der technische Aufwand für Messungen mit dem Tunnelmikroskop beträchtlich. Hövel und seine Mitarbeiter stellen ihre Proben im Ultrahochvakuum her. Eine Scheibe aus Graphit wird erst auf 600°C aufgeheizt, damit eine saubere und glatte Oberfläche entsteht. Mit beschleunigten Ionen schießen die Physiker dann winzige Gruben in die Oberfläche, an deren Ränder sich beim Aufdampfen die Goldcluster anlagern.

**Im vergangenen Jahr ergänzten sie ihren ohnehin schon aufwändigen Versuchsaufbau** noch um ein elektrisches Massenfilter, durch das es im Labor nun richtig eng geworden ist. Er dient dazu, die Cluster möglichst gezielt und nach Größe sortiert auf dem Graphit zu deponieren. Bei dem Forschungsprojekt »Massenselektierte Cluster auf Oberflächen«, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird, kooperieren die Dortmunder Physiker mit Kollegen der Universität Freiburg. Ein Unternehmen aus dem Dortmunder Technologiepark finanziert ein weiteres aktuelles Vorhaben. Ein neu entwickeltes Gerät der Firma Raith macht es möglich, die Nanograben an vorgegebenen Positionen in den Graphit zu schießen.

**Aber warum sind die winzigen Atomhaufen überhaupt interessant?** „Die Mikroelektronik ist jetzt schon auf dem Weg zu einer Nanoelektronik“, erklärt Hövel. Halbleiterstrukturen, wie sie etwa in einem üblichen Feldeffekt-Transistor vorkommen, messen schon heute weniger als 100 Nanometer. Will man die Miniaturisierung noch weiter steigern, bekommt man es schon bald mit Cluster-artigen Strukturen zu tun. Aber auch die chemische Industrie interessiert sich für Cluster. Ultrafeine Goldteilchen etwa, wie sie Hövel in seinem Labor untersucht, lassen sich als Katalysator nutzen – etwa um giftiges Kohlenmonoxid

zu ungiftigem Kohlendioxid zu oxidieren. In größeren Partikeln verliert Gold diese Eigenschaft wieder. Weit mehr als Gold stehen aber neu entdeckte Formen des Kohlenstoffs momentan im Mittelpunkt der Nanoforschung: etwa die »Nanoröhrchen« genannten Riesenmoleküle, mit denen sich vielleicht schon bald Röntgengeräte im Westentaschenformat bauen lassen oder ein »Weltraum-Lift«, an dem die amerikanische Weltraumbehörde NASA tatsächlich forscht.

**Die Idee klingt nach Science-Fiction und hat dort auch ihren Ursprung:** Statt eine Raumstation ständig mit aufwendigen und teuren Shuttle-Flügen zu versorgen, möchte die NASA einen festen Aufzug zu einem geostationären Satelliten bauen. Geostationäre Satelliten umkreisen die Erde genauso schnell, wie die sich um die eigene Achse dreht und sie bleiben dabei auch immer auf gleicher Höhe über dem Erdboden. Bloß liegt diese Umlaufbahn auf rund 36.000 Kilometern Höhe und alle bekannten Werkstoffe sind entweder zu schwer oder nicht zugfest genug für ein solches Kabel. Kohlenstoff-Nanoröhren aber könnten diese Anforderung erfüllen. Sie sind ungefähr 50 Mal zugfester als Stahl, aber nur halb so schwer. Wissenschaftlern im britischen Cambridge ist es bereits gelungen, einen rund 100 Meter langen Faden aus einer Kohlenstoff-Nanoröhre herzustellen. Bis an solchen Fasern Aufzüge in den Orbit fahren, ist der Weg aber wohl noch weit.

*Karsten Mark*

## zur person



**PD Dr. Heinz Hövel** wurde 1965 in Köln geboren. Er studierte Physik an der RWTH Aachen, wo er 1995 auch promovierte. Als Postdoktorand wirkte er im IBM-Forschungslabor Rüschlikon in der Schweiz ein Jahr lang an der Entwicklung eines Tieftemperatur-Rastertunnelmikroskops mit. 1996 kam er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an die Universität Dortmund und habilitierte sich dort 2001. Im Sommersemester 2005 hatte er eine Vertretungsprofessur für Strukturphysik an der Universität Siegen. In seiner Freizeit widmet sich Heinz Hövel gern der Bildenden Kunst – als Betrachter, aber auch mit dem Malpinsel in der Hand. Er besitzt einen Segelflugschein und blickt – insbesondere auf Reisen – ab und an mit dem Teleskop in den Sternenhimmel.

# Machen Sie sich fit für Ihre Karriere.

Die F.A.Z. und den Hochschulanzeiger mit 35 % Ersparnis.

Gratis für Studenten

## 6 Wochen die F.A.Z. für 16,50 €. Gratis die Sigg-Flasche der F.A.Z.

Wer am Anfang seiner Karriere steht, braucht die richtigen Informationen, um zu wissen, wie es weitergeht. Als Student erhalten Sie 6 Wochen die F.A.Z. mit 35 % Ersparnis und gratis den Hochschulanzeiger sowie die original Sigg-Flasche der F.A.Z.



F.A.Z.-Hochschulanzeiger:  
Karrietips, Stellenangebote, Praktikumsbörse.



### Ja, ich bin Student/in und möchte die F.A.Z. mit 35 % Ersparnis testen.

Das sechswöchige Miniabo bestelle ich zum Vorzugspreis von 16,50 €\* (inkl. MwSt. und Zustellung) gegen Rechnung. \*Im Rhein-Main-Gebiet inkl. Rhein-Main-Zeitung und Sonntagszeitung zum Preis von 18,50€. Ich spare 35% und erhalte die Sigg-Flasche, die ich in jedem Fall behalten darf. Wenn mich das Miniabo nicht überzeugt, teile ich dies dem Verlag Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH innerhalb der Laufzeit schriftlich mit. Ansonsten brauche ich nichts zu veranlassen und erhalte dann die Frankfurter Allgemeine Zeitung zum aktuell gültigen monatlichen Abonnementpreis von zur Zeit 16,90€ bzw. 18,90€ im Rhein-Main-Gebiet (inkl. MwSt. und Zustellkosten). Den sechsmal im Jahr erscheinenden Hochschulanzeiger bekomme ich automatisch nach Erscheinen zugeschickt. Ein gesetzliches Widerrufsrecht habe ich bei diesem Angebot nicht, denn dieses Abo ist jederzeit mit einer Frist von 20 Tagen zum Monatsende bzw. zum Ende des vorausberechneten Bezugszeitraums kündbar. Meine Studienbescheinigung habe ich in Kopie beigefügt.

Ich bin damit einverstanden, daß Sie mir schriftlich oder telefonisch weitere interessante Angebote unterbreiten (ggf. Streichen). Ein Angebot der Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH, Hellerhofstraße 2 - 4, 60327 Frankfurt (HRB 7344, Handelsregister Frankfurt am Main).

\_\_\_\_\_  
Vorname, Name

\_\_\_\_\_  
Straße, Hausnummer

\_\_\_\_\_  
PLZ, Ort

\_\_\_\_\_  
Telefon

\_\_\_\_\_  
E-Mail

\_\_\_\_\_  
Datum

Unterschrift

FS6 PR6078

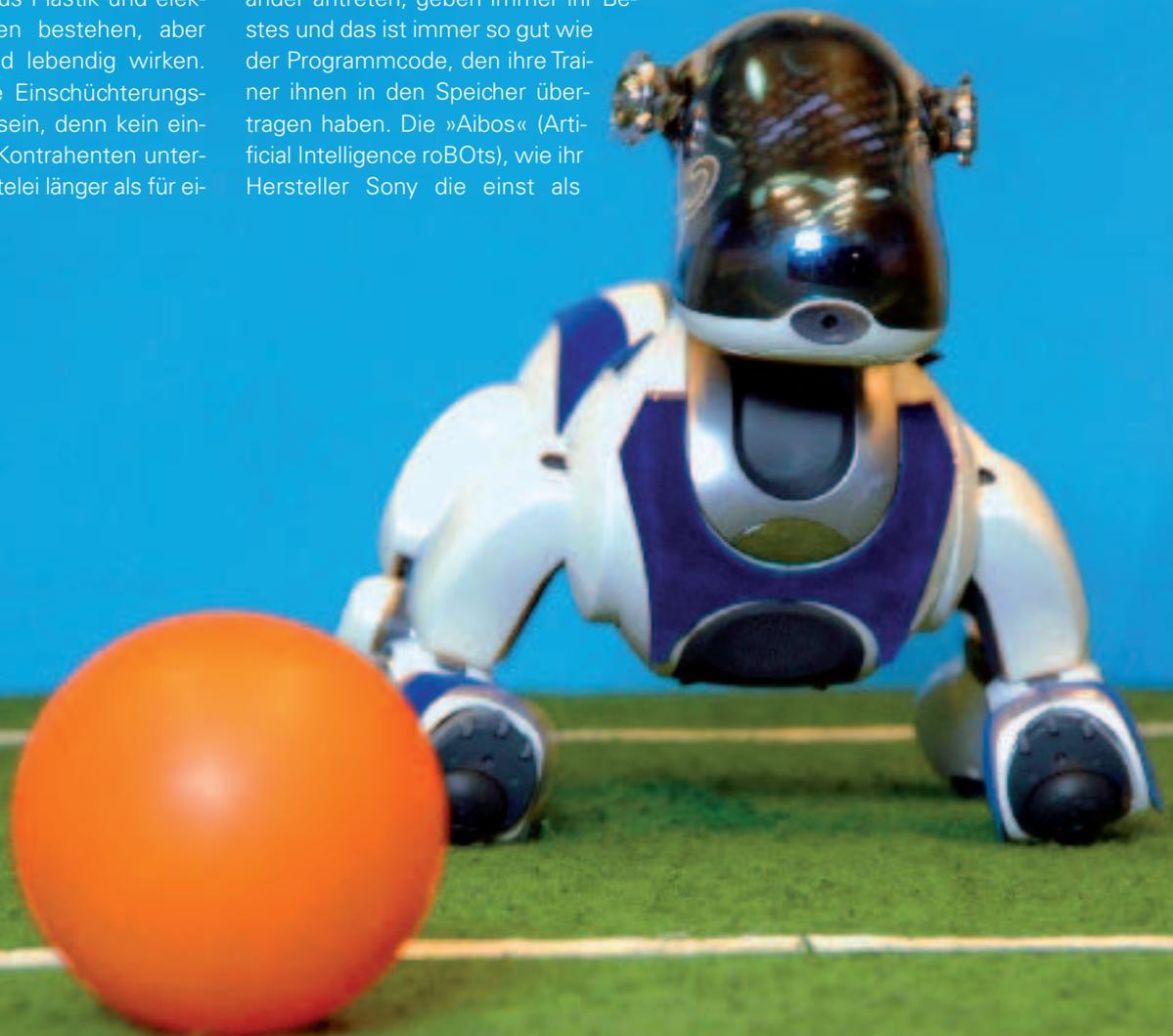
# Kopfschütteln für den Durchblick

DIE KAMERA IST FÜR ROBOTER DAS ZENTRALE INSTRUMENT DER WAHRNEHMUNG

– WIE ES FÜR DEN MENSCHEN DAS AUGE IST

**A**uf den ersten Blick scheint es, als wollten sie ihre Gegner einschüchtern. Ohne Unterlass schütteln sie ihre Köpfe ständig hin und her. So als wollten sie zeigen: An mir kommst du nicht vorbei, auf keinen Fall! Aber eine solche Hinterlist mag man ihnen dann doch nicht zutrauen, diesen drolligen Vierbeinern, die zwar gut erkennbar aus Plastik und elektrischen Servomotoren bestehen, aber doch so überraschend lebendig wirken. Außerdem würde die Einschüchterungstaktik wenig sinnvoll sein, denn kein einziger der künstlichen Kontrahenten unterbricht seine Kopfschüttelei länger als für ei-

nen Schuss aufs gegnerische Tor. In der Tat spielt psychologisches Taktieren in der "Four-Legged League", der Vierbeiner-Liga, überhaupt keine Rolle, wie der »Teamchef« der international erfolgreichen »Hellhounds« und Leiter des Dortmunder Instituts für Roboterforschung Uwe Schwiigelshohn versichert. Die ungewöhnlichen Fußballer, die in dieser Klasse gegeneinander antreten, geben immer ihr Bestes und das ist immer so gut wie der Programmcode, den ihre Trainer ihnen in den Speicher übertragen haben. Die »Aibos« (Artificial Intelligence roBOts), wie ihr Hersteller Sony die einst als





Uwe Schwiegelshohn mit seinem »autonomen« Roboter-Hund.

Luxusspielzeug konzipierten Roboterhunde getauft hat, sind zum unterhaltsamsten und populärsten Gegenstand ernsthafter Roboterforschung geworden. Sie sind »autonome« Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen, diese Informationen intern verarbeiten und sich eigenständig bewegen können.

**Und weil es sie zu einem erschwinglichen Stückpreis von rund 2.000 Euro als Serienprodukt gab,** haben sie es zu einer eigenen Fußballliga gebracht. Dabei müssten sie – was ihre Wahrnehmung angeht – eher als Maulwürfe denn als Hunde gelten. Ihr einziges Auge, das sie kurioserweise in der Schnauze tragen, liefert die Bildqualität einer sehr einfachen Handy-Kamera. Und weil der Bildwinkel gerade mal so groß ist wie bei einer Normal-Linse an einer Kleinbildkamera (rund 45 Grad), muss der Robo-Hund seinen Blick ständig schweifen lassen, um die Orientierung zu

behalten. Von einem Adlerblick, wie ihn der Terminator im Kino hat, kann beim »Aibo« keine Rede sein:

Die Optik ist so bescheiden, dass das wahrgenommene Bild in den Ecken deutlich dunkler wird. (Hobby-Fotografen kennen den »Vignettierung« genannten Effekt von billigen Weitwinkelobjektiven.) Und durch das ständige Kopfschütteln werden die wahrgenommenen Objekte auch noch in der Waagerechten verzerrt. Statt eines runden Balles sehen die Robo-Kicker in der Regel bloß ein verwischtes Oval. Damit sie ihn trotzdem sicher erkennen und nicht ziellos übers Spielfeld robben, muss die interne Bildverarbeitung umso besser sein. Allzu aufwändige Rechen-Operationen aber können sich die Roboter-Programmierer nicht leisten. Schließlich muss der Robo-Kicker seine Wahrnehmungen in Echtzeit verarbeiten und das mit einem Chip, der mit knapp 600 Megahertz Taktfrequenz drei-

mal langsamer ist als jedes moderne Notebook. Also gilt es, die Informationen geschickt zu filtern und möglichst effizient zu verarbeiten.

**So reicht es, die Bildbereiche in der Nähe relativ grob zu erfassen.** Nur in der Ferne, wo die Objekte und Strukturen kleiner erscheinen, muss der Roboter auch feine Details erkennen. Aber wie kann ein Computer überhaupt etwas erkennen? Im Wesentlichen sieht er seine Umgebung als gerichtete Veränderungen, so genannte Gradienten: Er erfasst also, wie stark und in welche Richtung sich Helligkeit und Farbe ändern. Besonders starke und regelmäßige Änderungen werden als Kanten erkannt und mit gespeicherten Formen verglichen. In erster Linie sind dies die Form des Balls, die der Linien auf dem Spielfeld und die des Horizonts. Doch die Linien können ihm nur weiterhelfen, wenn er auch weiß, wie das Spielfeld insgesamt aussieht. Der Roboter



braucht für seine Aufgabe eine Karte in seinem Speicher, in der er sich immer wieder positionieren kann. Zur Positionsbestimmung nutzt er dann einerseits die Linien als Orientierung, andererseits aber auch die »Landmarken« genannten Türmchen am Spielfeldrand. Sie kann er an breiten farbigen Ringen erkennen und zuordnen.

**Allerdings verlässt sich der Roboter nicht nur auf seine Wahrnehmung,** dafür ist die Gefahr von Störungen und Verwechslungen zu groß. Deshalb kalkuliert er genauso ein, wie weit und in welche Richtung er mit seinen Motoren gelaufen ist. Nach dem gleichen, Odometrie genannten, Verfahren, haben schon die Pioniere der Weltmeere navigiert, wenn ihnen der Blick auf die Sterne verwehrt war. Sie maßen – so gut es eben ging – ihre Richtung und Geschwindigkeit, dazu noch die Reisezeit und trugen die daraus kalkulierte Strecke in ihre Seekarte ein. Sobald sich die Ge-

stirne wieder blicken ließen, konnten sie ihre blind abgeschätzte Position korrigieren. Nur eine Kombination aus Odometrie und regelmäßigen astronomischen Positionsbestimmungen ließen die Seefahrer letztlich ihr Ziel erreichen. Denn jede Messung hat einen Fehler, und nur wenn solche, sich schnell summierenden Fehler regelmäßig wieder korrigiert werden, kann die Navigation verlässlich funktionieren. Für einen rein optisch orientierten Roboter wie »Aibo« gilt dies ganz besonders, weil er nur selten so perfekte Bilder sieht, dass sie sich eindeutig einer Position auf seiner internen Karte zuordnen ließen. Die »gesehenen« Konturen können kontrastarm sein, die Formen verzerrt, die Farben verwaschen. Der Roboter muss mitunter aus mangelhaften, »verrauschten« Bildern bestmöglich schlussfolgern, wo er sich wahrscheinlich befindet. Die Informatiker benutzen zu diesem Zweck verschiedene stochastische Fil-

ter. Bei der Bestimmung der eigenen Position des Hundes im Spielfeld etwa ist es ein so genanntes Partikelfilter, das eine kleine Auswahl der wahrscheinlichsten Positionen liefert, die mit den Odometrie-Daten relativ schnell abgeglichen werden können. Für die Verfolgung des Balls benutzt man hingegen ein so genanntes Kalman-Filter, wie es beispielsweise auch in »PLL-optimierten« Autoradios, Videorekordern oder ISDN-Telefonen eingesetzt wird. Das Kalman-Filter ist im Fall der Ball-Lokalisierung besser geeignet, weil es nur einen Wert liefert. Denn wenn nur ein einziger Ball im Spiel ist, kann der nicht zur selben Zeit an verschiedenen Orten sein.

**Die Abstände zu Ball, Tor und Gegnern zu erfassen,** ist ein weiteres Rechenkunststück. Wie ein Mensch, der nur mit einem Auge sieht, kann der Roboter mit seiner einen Kamera nicht unmittelbar Abstände erfassen. Das räumliche Sehen ent-

Kleiner Blickwinkel, denn der Roboterhund trägt sein einziges Auge in der Schnauze.



## zur person



**Prof. Dr.-Ing. Uwe Schwiegelshohn** wurde am 7. September 1958 in Aachen geboren. Er studierte an der Technischen Universität München Elektrotechnik und schloss sein Studium 1984 mit dem Diplom ab. An der gleichen Stelle promovierte er 1988 zum Dr.-Ing.. Danach war er am IBM Forschungszentrum in Yorktown Heights, USA, beschäftigt, bis er 1994 den Lehrstuhl für Datenverarbeitungssysteme an der Universität Dortmund übernahm. Seit 2005 ist er einer der Leiter des Instituts für Roboterforschung an der Universität Dortmund. Seine gegenwärtigen Forschungsinteressen liegen vor allem auf den Gebieten des Grid Computing und der autonomen mobilen Roboter. Uwe Schwiegelshohn ist verheiratet und Vater zweier erwachsener Söhne. Privat läuft er viel und fährt gern Rad.

steht bei der Verschmelzung der beiden Einzelbilder in den Gehirnen von Mensch und Tier. Unbewusst nehmen wir den Parallaxen-Winkel wahr, der zwischen den Sichtlinien beider Augen zum anvisierten Objekt entsteht. Je weiter ein Objekt entfernt ist, desto kleiner wird der Parallaxen-Winkel. Ohne Stereo-Kamera aber muss der Roboter »wissen«, wie groß die gesehenen Objekte in Wirklichkeit sind. Durch einen Vergleich mit der scheinbaren Größe im Bild kann er den Abstand errechnen. Dem heutigen Stand der Sensortechnik entspricht die Wahrnehmung des »Aibo« eigentlich nicht mehr. Neben Stereo-Kameras, die das Zwei-Augen-Sehen nachahmen, gibt es mittlerweile sogar »Omni-Direction-Cams«, die über einen zylindrischen Spiegel eine Rundumsicht vermitteln. Genaue Distanzmessungen sind außerdem mittels Ultraschall oder hochpräzisen »Laser-Range-Findern« möglich.

**Dass der »Aibo« immer noch interessant ist für Roboter-Forscher** und deren Ausbildung, liegt an der einheitlichen Hardware, die mit dem Robo-Hund bis Anfang 2006, als Sony überraschend die Produktion einstellte, verfügbar war. Auf dieser Grundlage starteten die Roboterforscher 1998 einen weltweiten Wettbewerb, der sich als dauerhafter Motivationsschub erwies: den RoboCup. Seitdem wetteifern Teams von Doktoranden und Studierenden aus fast allen Kontinenten um die beste Programmierung. Die Geheimniskrämerei um den besten Code reicht dabei übrigens immer nur bis zum Endspiel. Danach veröffentlichten die Sieger ihre Software, die dann zur Grundlage der meisten Teams im

kommenden Jahr wird. Die rund 300.000 in der effizienten Sprache C++ programmierten Code-Zeilen unterliegen somit einer Art künstlicher Evolution.

**Das System hat sich bislang bewährt. In jedem Jahr konnten die Robo-Kicker** verbessert werden. War es bis 2004 noch nötig, den Ball mit einer Bande im Spielfeld zu halten, gibt es seitdem nur noch Linien, die für die Roboter weitaus schwieriger zu erkennen sind. Gleichzeitig konnten die Abmessungen des Spielfeldes, der Tore und Strafräume von Jahr zu Jahr vergrößert werden. Auch wenn die Kameratechnik der Aibos mittlerweile überholt ist, steht die Kamera prinzipiell noch immer im Mittelpunkt der Roboter-Sensorik. „Das liegt daran, dass Roboter sich oft in menschlicher Umgebung zurechtfinden müssen. Und Menschen orientieren sich eben überwiegend mit den Augen“, erklärt Doktorand Matthias Hebbel, der gemeinsam mit seinem italienischen Kollegen Walter Nistico die Projektteams für die Dortmunder »Hellhounds« betreut.

Die internationale RoboCup Federation hat sich offiziell zum Ziel gesetzt, bis 2050 ein Team autonomer humanoider Roboter zu entwickeln, das es mit dem menschlichen Weltmeisterteam aufnehmen kann. In der Tat gibt es bereits die ersten Fußball-Roboter, die auf zwei Beinen unterwegs sind. Für die Konstrukteure steigt die Herausforderung ganz enorm mit jedem Beinpaar, auf das sie verzichten müssen. Insektenähnliche Sechsheiner können noch in jeder Lage stabil mit drei Beinen am Boden stehen. Bei Vierbeinern ist die Aufgabe, beim Gehen das Gleichgewicht zu hal-

ten, schon anspruchsvoller. „Und bei zwei Beinen“, sagt Uwe Schwiegelshohn, „ist es ganz schwierig. Wäre die Welt von Robotern gemacht, wäre alles auf Rollen zu erreichen“, glaubt er, „aber wenn Roboter dem Menschen helfen sollen, müssen sie sich auch in menschlicher Umgebung bewegen. Und das geht am besten auf zwei Beinen.“

**Wie kompliziert der aufrechte Gang ist, lässt sich gut an kleinen Kindern** beobachten, die das Laufen lange und mühsam erlernen müssen. Schon das Stehen ist im Grunde ein ständiger Balanceakt, der sich bei einem Roboter noch durch große Standfüße in den Griff bekommen lässt. Sobald er aber einen seiner Füße hebt und ein Bein nach vorne setzt, gerät er zwangsläufig in ein labiles Gleichgewicht – so wie der Ball, den der dressierte Seelöwe auf seiner Nase balanciert. Gehen ist so ge-

sehen nichts anderes als ein kontrolliertes Fallen auf den versetzten Fuß. Der Mensch hat sich von Kindheit an daran gewöhnt, ständig den eigenen Schwerpunkt über seine verhältnismäßig kleinen Füße zu bugisieren. Außerdem stehen ihm dazu jede Menge Muskeln vom kleinen Zeh bis zum Nacken zu Verfügung – weit mehr als es sinnvoll wäre, einem Roboter an Motoren einzusetzen.

Am Dortmunder Roboterinstitut laufen zurzeit erste Versuche mit Zwei-Bein-Robotern. Dass in 44 Jahren aber ein Humanoide-Team aus Dortmund gegen den menschlichen Fußballweltmeister antritt, hält Uwe Schwiegelshohn für fraglich: „Fußball ist einfach zu körperbetont“, meint der Teamchef, „welcher menschliche Spieler würde schon gegen Kontrahenten aus Titanium antreten?“

Karsten Mark

## abstract

*Professor Uwe Schwiegelshohn is the head of the Institute of Robot Research at the University of Dortmund. Many of the research projects and classes at the Institute focus on autonomous robots. Autonomous robots process their own perceptions and make decisions passed on these perceptions. The Dortmund Institute carries out much of its research using soccer-playing robot dogs that regularly square off against teams from other universities in the international Four-Legged League. During the games, the dogs draw most of their perceptions from a simple camera - much like the low-quality cameras found in mobile phones. To compensate, the real time image processing functions have to be extremely well programmed .*

**DEMAG**  
Cranes & Components

Wir halten das Geschäft unserer Kunden in Bewegung.

Erfolg hat, wer seine Fertigungsprozesse schnell und effizient gestaltet. Ein entscheidender Erfolgsfaktor sind Krane und fördertechnische Komponenten von Demag Cranes & Components. Mit Tempo und Effizienz, kompromissloser Qualität und intensivem Monitoring

optimieren wir Wertschöpfungsketten, stellen die Lieferfähigkeit sicher und bieten durch lückenlosen Service ein Höchstmaß an Investitionssicherheit und Wirtschaftlichkeit.

# ERFOLGSFAKTOR



Demag Cranes & Components GmbH · Telefon 02335 92-2922 · info@demagcranes.com · www.demagcranes.de

# Vorwärts in die Vergangenheit!

ARCHITEKTUR IST OHNE GESCHICHTE NICHT DENKBAR

Die moderne Architektur wird von vielen Menschen als »unwirtlich« wahrgenommen, meint Prof. Christoph Mäckler. An seinem Lehrstuhl für Städtebau an der Fakultät Bauwesen treibt der Architekt die Gegenbewegung voran: Vorwärts in die Vergangenheit!

## **Professor Mäckler, was haben Sie gegen moderne Städte?**

Die moderne Stadt missachtet grundlegende Bedürfnisse der Menschen. Nach dem Zweiten Weltkrieg haben wir unsere Wurzeln zur Geschichte bewusst gekappt. Historisches wurde rücksichtslos weggerissen, die neue Gesellschaft sollte für jeden sichtbar mit Hilfe moderner Architektur entstehen. Jetzt aber beginnen die Menschen, die den Nationalsozialismus



nicht erlebt haben, sich nach den alten Städten zu sehnen. Seit einigen Jahren sieht man überall an den Autobahnen Schilder, die auf historische Altstädte hinweisen. Man ist sich der Qualität, die man hat, wieder bewusst. Wir bewegen uns lieber in historischen Städten, wir fühlen uns dort wohl. Und diese historischen Altstädte entstanden nach Prinzipien, die uns heute völlig verloren gegangen sind.

### **Was ist verloren gegangen?**

Architektur und Städtebau beeinflussen die Wahrnehmung des Menschen und seine Bewegungen. Deshalb brauchen wir einen Städtebau, der Stadträume schafft, in denen man sich orientieren kann. Nehmen wir den Campus der Universität Dortmund. Wenn man das Rektorat in irgendeinem Flachbau im Vorbeigehen an den Müllcontainern der Mensa nur deshalb findet, weil davor ein Schild steht, dann entspricht dies nicht dem notwendigen Repräsentationscharakter des Rektorates einer Universität. Oder die Bibliothek, das geistige Zentrum einer Universität: Sie hat einen winzigen Eingang wie ein Mauseloch, die dunkle Verglasung und die merkwürdige Form des Gebäudes sind abweisend. Diese Wahrnehmung trägt sicher nicht dazu bei, dass Studierende dort gerne hineingehen, um zu studieren.

Die Planung unseres Campus stammt aus den 60er, 70er Jahren, als man sich weniger um Architektur als um soziologische und politische Dimensionen kümmerte. Dabei ist die architektonische Ausformulierung der Stadt von größter Wichtigkeit für das Wohlbefinden des Bewohners. Wir müssen die Dominanz der Stadt- und Raumplanung einschränken und den Städtebau – die Stadtbaukunst – stärken, wenn wir uns in unseren Städten wieder wohl fühlen wollen. Wir müssen

uns wieder stärker an überlieferten Prinzipien orientieren.

### **Ein Beispiel?**

Man hat früher in Räumen und Architekturen gedacht und dadurch unvergessliche Plätze geschaffen. Der Prinzipalmarkt in Münster ist ein Platz, der sich einprägt. Interessanterweise hat ihn die Bevölkerung nach dem Krieg mitsamt der spitzgiebligen Häuser und Arkaden wieder aufgebaut. Diesen Platz nehmen wir als harmonisch und geschlossen wahr, weil er allein durch die einheitliche Architektur, durch die Reihung der Häuser, bestimmt wird. Stellen Sie andere Häuser rund um diesen Platz – dann ist es nicht mehr der Prinzipalmarkt.

Es gibt keinen vergleichbaren Platz der Moderne der vergangenen 50 Jahre. Ein Platz ist eben nicht nur eine Fläche, die funktional genutzt werden kann. Man kann ihn nicht planen, ohne die Architektur mitzudenken. Ein Platz wirkt durch seine Weite im Gegensatz zur umgebenden Enge, seine Proportion, die Farbe, das Material der Häuser, die ihn umgeben. Die Moderne hat dies ignoriert.

### **Die moderne Architektur hat den Menschen aber auch mehr Wohnqualität gegeben. Sie leben heute nicht mehr in engen Gassen, sondern auf breiten Straßen mit viel Grün.**

Ja, das war die Idee – aber die funktioniert ja nicht! Siedlungsgesellschaften haben riesige Probleme mit ihren Zeilenbauten im Grünen, in der so genannten Stadtlandschaft, weil dort kein Mensch mehr wohnen will. Diese großzügige Bauweise mit all ihren öffentlich gepflegten Grünflächen entspricht nicht unseren Bedürfnissen.

### **Sie wollen also zurück – oder besser gesagt: vorwärts in die Vergangenheit?**

Ja. Allerdings nicht, um wie in der Vergangenheit zu bauen. Unsere Häuser müssen nicht wie aus dem 18. Jahrhundert aussehen. Aber immerhin haben sich über Jahrhunderte in der Architektur und im Städtebau Regeln entwickelt, die heute gar keine Rolle mehr spielen. Die Farbgebung etwa oder die Proportionierung eines Gebäudes. Ein wohlproportionierter Raum ist ja kein Zufall, sondern eine Wissenschaft für sich – das wird heute an keiner deutschen Universität mehr gelehrt. Wir versuchen in Dortmund, Stück für Stück solche Dinge wieder aufzugreifen und den Studierenden eine Grammatik an die Hand zu geben. Wir wollen sie heranführen an die Geschichte der Architektur, die ohne die Geschichte des europäischen Städtebaus nicht denkbar ist. Die Moderne ist doch baugeschichtlich gesehen Dreck unterm Fingernagel – was sind schon ein paar Jahrzehnte gegen Jahrhunderte? Eine 1000-jährige Baugeschichte kann man nicht auf den Müllhaufen werfen, das sind unsere Wurzeln.

### **Sie haben viele Hochhäuser gebaut. Wie passt das in Ihr Konzept?**

Höhe gab es in der Baugeschichte immer schon: Wer Macht demonstrieren will, baut hoch. Früher waren es die Kirchen, im 19. Jahrhundert dann die Rathaustürme. Heute drücken Banken und Versicherungen mit Hochhäusern ihre wirtschaftliche Macht aus. In den vergangenen 50 Jahren hatten Hochhäuser wenig Akzeptanz in der Bevölkerung. Dabei waren die Menschen immer stolz auf hohe Gebäude, die die Stadt repräsentierten. Ich bin sicher, und man kann dies in Frankfurt am Main sehen, dass diese Ablehnung längst der Vergangenheit angehört.

Christoph Mäckler will Architektur und Städtebau weiter entwickeln.

## zur person

### Prof. Dipl.-Ing. Christoph Mäckler

wohnt in Kronberg, einer kleinen Stadt bei Frankfurt. „Ich genieße die Urbanität dieser Stadt. Mein Auto bleibt am Freitagabend stehen, ich mache alles zu Fuß. Im Ort gibt es Bäcker, Metzger, Schlosser – diese Lebensqualität wünsche ich mir für jeden“, sagt der Städtebauer. Sein Wohnhaus stammt aus dem 19. Jahrhundert. „Ich wohne in einem alten Haus wie die meisten Architekten – vor allem wie jene, die meinen, man müsse immer neue Glas- kisten in die Welt setzen.“ Der gebürtige Frankfurter (Jahrgang 1951) studierte in Darmstadt und Aachen und arbeitet seit 1981 als selbstständiger Architekt in seinem Frankfurter Büro. Seine wichtigsten Bauten sind das Lindencorso in Berlin, das Haus Stiegeler in Konstanz und die Kunsthalle Portikus in Frankfurt am Main. 2005 gewann er den internationalen Wettbewerb für den neuen Flughafen in Frankfurt. In Nord rhein-Westfalen hat Mäckler aus der ehemaligen Waschkau- e der Essener Zeche Zollverein das Choreographische Zentrum geschaffen. Nach Jahren als Gastprofessor an mehreren Universitäten im In- und Aus- land ist Mäckler seit 1998 ordentlicher Professor an der Uni Dortmund, wo er den Lehrstuhl für Städtebau innehat.



### Ist es in einer modernen Gesellschaft denn überhaupt möglich, zurück zu gehen?

In den nächsten 20 Jahren werden wir erleben, dass sich die Gesellschaft die belanglosen Fassaden und das, was sie von der Stadtplanung geboten bekommt, nicht mehr gefallen lassen wird. Sie sehen das in Dresden, wo Teile der Altstadt wieder aufgebaut werden. Mit dem Hessischen Rundfunk mache ich eine Serie »Die hässlichsten Plätze Hessens«, auf die die Zuschauer geradezu ekstatisch reagieren. In Frankfurt am Main gibt es eine Bürgerinitiative, die fordert, das Zentrum wieder mit Fachwerkhäusern aufzubauen. Das ist natürlich absurd. Aber man spürt den Widerwillen, den der Bürger der Stadt der Moderne entgegenbringt. In wenigen Jahren wird die Politik stärker als bisher darauf reagieren müssen.

### Woher kommt dieser neue Konservatismus?

Das hat mit Konservatismus nichts zu tun, sondern mit natürlicher Wahrnehmung, ein Urbedürfnis der Menschen. Die Bekleidungsindustrie hat dieses Bedürfnis längst erkannt und nutzt es zur Verkaufsförderung: Bei Barcelona gibt es eine künstliche Stadt aus so genannten Outlet-Stores. Sie gehen durch ein Tor und glauben, im 19. Jahrhundert zu sein. Es gibt Straßen, Plätze, historische Fassaden – genau das, was der Mensch gerne mag, hat sich dort die Industrie zunutze gemacht. Wenn Sie

hinter die Fassaden schauen, sehen Sie, dass es eine Containerstadt ist. Dieser Ort ist geradezu beängstigend – aber ein guter Beleg für meine These.

### Und wie könnte die Politik auf dieses Bedürfnis reagieren?

Die Politik muss auf die Bedürfnisse der Bewohner reagieren und sie nicht ignorieren! Die alten Städte der Toskana, die wir heute so lieben, unterlagen strengen Regularien, die in den Stadtstatuten festgeschrieben waren. Man hat die Bewohner dazu gebracht, Teile ihrer Häuser abzureißen, um sie 40 Zentimeter weiter hinten wieder aufzubauen. Solche Gestaltungssatzungen gab es bis ans Ende des 19. Jahrhunderts hinein. Man konnte sein Haus nicht einfach rot streichen oder einen Erker bauen. In Frankfurt entstand so im 19. Jahrhundert eine repräsentative Stadt mit klassizistischem Mainprospekt, auf die die Menschen stolz waren. Auch heute gibt es noch Gestaltungssatzungen – meist für die historischen Altstädte und nicht etwa für Neubauten und Siedlungen. Ich glaube, dass wir wieder dorthin kommen müssen.

Die andere Frage, die dahinter steckt: Funktioniert das in einer pluralistischen Gesellschaft überhaupt, solche Restriktionen einzuführen? Da sage ich ganz klar: Ja! Sie legen ja auch einen Sicherheitsgurt an, wenn Sie Auto fahren und Sie bleiben an der roten Ampel stehen. Wenn man uns vor 20 Jahren erklärt hätte, dass wir 2006 unseren Müll in blaue, gelbe, grüne und



graue Tonnen sortieren, hätten wir ungläubig gelacht! Wenn wir meinen, dass es für unsere Gesellschaft besser ist, den Individualismus einzuschränken, dann ist die Gesellschaft gehalten, so etwas auch voranzutreiben. Das gilt für das Haus genauso wie für den Müll.

**Nehmen Sie damit in Ihrer Branche nicht eine Außenseiter-Position ein?**

Wir haben in Dortmund Vorstellungen, die vorausschauend sind. Wir versuchen, Architektur und Städtebau weiterzuentwickeln. Und Kunsthistoriker, Baugeschichtler und Architekten an großen Universitäten wie der ETH Zürich denken ähnlich. Es ist eine Gemeinschaft, die wächst. Wenn wir nicht daran gehindert werden, wird unsere Fakultät in wenigen Jahren deutschlandweit Aufsehen erregen. Natürlich sind wir mit Vorurteilen und Widerständen konfrontiert. Ein Le Corbusier oder Mies van der Rohe hatte zu Beginn des 20. Jahrhunderts auch heftige Widerstände auszuhalten. So was erleben wir heute wieder, aber in umgekehrter Richtung. Wenn ich heute ein Dach plane wie bei der Kunsthalle Portikus in Frankfurt, dann gibt es einen Aufschrei des Entsetzens: Wie kann man so etwas Spießiges wie ein Dach machen? Die Moderne hat gewisse Prinzipien zerstört. Ein Satteldach, eine Gaube, ein Portal, ein Erker – das alles gilt als Teufelszeug. Für 90 Prozent meiner Kollegen ist es Spießerei. Aber so ist das immer, wenn man etwas Neues macht. Ich habe

nicht das Gefühl, dass wir isoliert sind.

**Haben Sie diese Position schon immer vertreten? Immerhin haben die 70er und 80er Jahre Sie selbst ja auch geprägt.**

In den 70er Jahren war ich Student in Aachen, aber ich bin in einem Elternhaus aufgewachsen, das beide Elemente in sich trug. Mein Vater war auch Architekt und hat sich ein sehr modernes Haus gebaut. Wir hatten 1953 die erste Fußbodenheizung in Deutschland und einen Wohnraum der vom Boden bis zur Decke mit Schiebefenstern versehen war. In diesem Raum standen gleichzeitig ein Biedermeier-Sessel und eine Truhe aus dem 18. Jahrhundert. Dass man den Bezug zur Geschichte demonstrierte, war in dieser Zeit in einem Architektenhaushalt schon ungewöhnlich, um nicht zu sagen: missachtet. Für mich sind diese Dinge selbstverständlich.

**Sie haben also keine Bausünde zu verantworten?**

Nein. Ich arbeite seit 25 Jahren als Architekt und es gibt keine Stelle, für die ich mich schäme. Aber das sagen Ihnen sicher alle Architekten.

*Interview: Katrin Pinetzki*

**abstract**

*Many architects and urban planners have utterly disregarded people's needs in past decades, says Professor Christoph Mäckler, Chair of Urban Development at the Department for Architecture and Civil Engineering. Even the training of architects consistently ignores elements that have been a major fixture of architectural history for centuries. People's desire for imposing buildings, sculpted plazas, historic façades and pointed roofs are not a sign of growing conservatism, but rather one of our primal needs, according to the architect. To a large part, the perception of architecture determines whether people enjoy spending time in plazas and downtown areas.*

# Lernen mit allen Sinnen

SELBSTWAHRNEHMUNG HILFT IM UNTERRICHT

## zur person



Wenn **Prof. Dietmar Schmetz** (Jahrgang 1942) verschiedene Schulformen miteinander vergleicht, weiß er, wovon er spricht: Er ist nicht nur ausgebildeter Sonderschullehrer, sondern auch Volksschullehrer. Außerdem hat er einen Abschluss als Lehrer an Realschulen und Gymnasien. Nach mehrjähriger Lehrtätigkeit ist der Sonderpädagoge seit 1976 im Bereich Lernbehindertenpädagogik tätig, zunächst an der Pädagogischen Hochschule, später in der Fakultät Rehabilitationswissenschaften der Universität Dortmund. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten gehören neben der Wahrnehmungsförderung vor allem auch die Sexualerziehung, die Interaktionsgestaltung in Schule und Unterricht sowie das mündliche und schriftliche Sprachhandeln. Außerdem betreut Schmetz die Lernwerkstatt der Rehabilitationswissenschaften. Nicht nur in seinen Seminaren, sondern auch in seinem Privatleben spielt die Kunst eine große Rolle. Ein weiteres Hobby ist die Musik: Schmetz spielt seit vielen Jahren Dudelsack.

**W**enn ein Kind seinen Stift nicht richtig halten kann, Schwierigkeiten beim Binden der Schnürsenkel hat, häufig hinfällt oder unaufmerksam und zappelig ist, können Störungen seiner Wahrnehmung der Grund dafür sein. Schätzungen zufolge sind bis zu 15 Prozent aller Schulkinder davon betroffen – als Konsequenz steht an vielen Schulen die Wahrnehmungsförderung mittlerweile fest auf dem Stundenplan.

Dieses »Lernen mit allen Sinnen« muss besonders an Förderschulen zentraler Bestandteil didaktischen Denkens und Handelns sein, findet Professor Dietmar Schmetz vom Lehrgebiet Rehabilitation und Pädagogik bei Lernbehinderungen: „Bei Kindern im Förderschwerpunkt Lernen finden wir ausgeprägte Wahrnehmungsstörungen, die fast immer auf frühkindliche Wahrnehmungsausfälle zurückgehen. Die früh erworbene Sinnesfähigkeit im Bereich des Tastens und Spürens und des Gleichgewichts bildet die Grundlage für die Entwicklung aller anderen Sinne, insbesondere des Sehens und Hörens.“ Die Wahrnehmungsstörungen beeinflussen also unmittelbar auch den Lernerfolg der Kinder. Schüler, die zum Beispiel Probleme haben, beim Sehen zwischen Figur und Grund zu unterscheiden, sind auch beim Lernen von Lesen und Schreiben beeinträchtigt. „Viele Kinder fällt die Auge-Hand-Koordination schwer und daher auch das Abschreiben von der Tafel“, erklärt Schmetz.

**Diesem erhöhten Förderbedarf begegnet der Sonderpädagoge** innerhalb der Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern in seinen Seminaren zur Wahrnehmungsförderung. Hier geht es ihm vor allem darum, die theoretischen Grundlagen zur Wahrnehmung für die schulische Praxis umzusetzen. Häufig geschieht dies in der Lernwerkstatt der Fakultät Rehabilitationswissenschaften: „Wir haben hier ein riesiges Angebot von Förder- und Lernmaterialien.“ Zum Bestand der Werkstatt zählt auch das komplette Montessori-Material, das das Lernen mit allen Sinnen för-

dert. Hierzu gehören zum Beispiel Farbtäfelchen zum Unterscheiden von Farben und Formen oder Geräuschkassetten und Glocken zur Schulung des Gehörs. Neben den künftigen Lehrern nutzen auch ihre »fertigen« Kolleginnen und Kollegen die Lernwerkstatt und besuchen Fortbildungen oder leihen das Material für den Unterricht.

**Was Dietmar Schmetz seinen Studierenden neben theoretischen Grundlagen** und didaktischen Hilfen für eine gute Unterrichtspraxis aber vor allem mit auf den Weg geben will, ist die Fähigkeit zur Selbstwahrnehmung. „Das ist enorm wichtig für Pädagoginnen und Pädagogen. Die Schwierigkeit besteht vor allem darin, die eigene Welt kritisch wahrzunehmen.“ Schmetz hält es hier mit dem modernen Konstruktivismus: „Die Welt, die sich über unsere eigene Wahrnehmung abbildet, ist die unserer eigenen Konstruktion. Wir konstruieren unsere eigene Welt und glauben, dass das die Wirklichkeit ist. Das macht uns blind für die Gewissheiten der anderen, denn jeder hat einen blinden Fleck!“ Mit dem blinden Fleck meint er die Teile des Selbst, die von der eigenen Persönlichkeit nicht wahrgenommen werden. Doch nur wer sich diesen Fleck bewusst macht, kann laut Schmetz auch auf die Bedürfnisse anderer eingehen.

Um die Lehrer von morgen also für den blinden Fleck zu sensibilisieren, stellt er in seinen Lehrveranstaltungen zur Wahrnehmung den »Baum der Erkenntnis« von Francisco Varela und Umberto Maturana in den Mittelpunkt. „Es ist verboten, das Erkennen zu erkennen“, lautet das radikale Tabu der beiden Neurobiologen. Sie verdeutlichen dies am Beispiel des Bildes »Dornenkrönung« von Hieronymus Bosch. Gemäß dem mittelalterlichen Denken charakterisiert der Maler menschliche Urcharaktere, die jeweils ein Versuchung für Jesus darstellen. Unter anderem zeigt das Bild die Versuchung der Gewissheit – repräsentiert durch eine Person, die ihn mit beiden Händen am Gewand Christi festhält. Gewissheit kann es aber nicht geben, denn in allen Dingen ist ein ständiger Wandel. Schmetz zitiert aus der Philosophie des



Konstruktivismus Heraklits, der bereits 500 vor Christi Geburt formulierte: „Wir können nicht zwei Mal in den selben Fluss steigen.“ Mit der Metapher Fluss verdeutlicht Heraklit den ständigen Wandel aller Dinge. Doch die Versuchung der Gewissheit verführt laut Varela und Maturana dazu, diesen Wandel zu missachten und von der eigenen Wahrnehmung unbeirrbar überzeugt zu sein.

**Besonders die emotionale Selbstwahrnehmung** der künftigen Lehrerinnen und Lehrer liegt Schmetz am Herzen. Dazu benutzt er zum Beispiel ein Gefühlsrad, bei dem ähnlich wie beim Glücksrad ein Feld erdreht wird. Doch statt Gewinn oder Niete finden sich hier Gefühle, die dann mit »Inhalt« gefüllt werden sollen. „Hierbei geht es um das Erkennen und Benennen der eigenen Gefühle, um die Fähigkeit, die Ursache von Gefühlen zu verstehen sowie den Umgang mit Emotionen zu verdeutlichen“, erklärt Schmetz. Neben diesem „sich selbst kennen lernen“ ist für ihn aber auch die Förderung der interpersonalen Fähigkeiten entscheidend. Dabei kommt es darauf an, die Empathiefähigkeit im Umgang mit anderen Menschen zu verbessern. „Auch durch die Spiegelung der anderen kann der Mensch sich selbst kennen lernen.“ Diese Erkenntnis nach dem Motto „Wie man in den Wald ruft, so schallt es heraus“ ist für Schmetz in der heutigen Pädagogik eine unabdingbare Fähigkeit. Denn der Lehrer ist nicht mehr der Einzelgänger, der er früher einmal war. Heute sind Teamwork und Teamteaching angesagt. An der Uni bedeutet dies: Es stehen schon ganz früh Gruppenarbeiten auf dem Lehrplan, um eine gesunde Feedbackkultur einzuführen.

Doch nicht nur, um gut unterrichten zu können, gehört die Selbstwahrnehmung zum Rüstzeug eines jeden Sonderpädagogen: Sie schützt auch vor dem Burn-out-Syndrom. „Nur wer sich selbst gut kennt,

kann auch auf seinen eigenen Körper hören“ erläutert Schmetz diesen Zusammenhang. Besonders Sonder- schullehrkräfte sind vom Burn-out-Syndrom bedroht. „Die höchste Burn-out-Quote haben wir bei Lehrerinnen und Lehrern an Förderschulen, die erziehungsschwierige und lernbeeinträchtigte Kinder unterrichten.“

Die Fähigkeit der Selbstwahrnehmung macht eine gezielte Wahrnehmungsförderung erst möglich. Denn wenn ein Lehrer sich den eigenen blinden Fleck bewusst macht, kann er besser auf die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler eingehen. Aber gerade an der Sonderschule geht es nicht nur darum, die Wahrnehmung der Kinder zu fördern, damit sie Lesen, Schreiben und Rechnen lernen können. Wichtig innerhalb der Wahrnehmungserziehung ist vor allem die positive Sichtweise der eigenen Persönlichkeit; für behinderte Kinder oftmals nicht selbstverständlich, wie Schmetz weiß: „Jeder ist wertvoll und wichtig! Die Schülerinnen und Schüler müssen dabei unterstützt werden, die eigenen Stärken zu entdecken und wahrzunehmen!“

Stephanie Bolsinger

## abstract

*Many children suffer from perceptive disorders, especially at schools for learning disabilities. These disorders may manifest themselves as deficiencies in reading, writing and arithmetic abilities. The key to helping them, according to special education researcher Professor Ditmar Schmetz, is perception training. He imparts these skills to tomorrow's teachers at his seminars. Nor does Schmetz stop at improving students' perceptions – he is keenly interested in teachers' self-perceptions. His attitude is this: You can only respond properly to other people if you know yourself well. Being a strong believer in modern constructivism, he impresses upon his students the fact that they construct the reality that they perceive. in plazas and downtown areas.*

# Wenn der Zahnarzt Mozart spielt

GÜNTHER RÖTTER UNTERSUCHT DEN ZUSAMMENHANG  
ZWISCHEN SCHMERZ UND MUSIK

**S**anft perlt Mozarts »Fantasie in d-Moll« durch die Lautsprecher. Entspannt schließt der Patient im Zahnarzt-Stuhl die Augen und öffnet den Mund. Mit Mozart im Ohr ist der Bohrer vor der Nase nur halb so schlimm – so lautet zumindest die Theorie vieler Ärzte. Der Glaube an die ablenkende und sogar schmerzlindernde Wirkung von Takten und Tönen ist so verbreitet, dass es sogar einen Fachausdruck für diese Therapie gibt: Audioanalgesie. Dahinter steckt die Idee, dass sich die beiden Reize »Schmerz« und »Musik«, wenn sie gleichzeitig im menschlichen Organismus auftreten, beeinflussen.

**Wenn das stimmt: Welche Musik eignet sich dann am besten,** um Patienten Spritze und Bohrer leichter erträglich zu machen? Und welche Rollen spielen dabei Persönlichkeitsmerkmale? Fragen, die Günther Rötter, Professor für Musikwissenschaft am Institut für Musik und Musikwissenschaft, seit langem umtreiben. Denn, erstaunlich genug: Obwohl die Forschungsfrage recht nahe liegt und die Ergebnisse von großem Interesse für Medizin und Angstpatienten sein könnten, gibt es zumindest in Deutschland bislang kaum verlässliche Studien dazu. Rötter selbst hat vor einigen Jahren erste Antworten auf diese Forschungsfrage geliefert. Bei einem Versuch – in Kooperation mit der medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum – konnte er zusammen mit Diana Karow nachweisen, dass Musik die Schmerzschwelle nicht nur erhöht, sondern dass sie sogar die Sensibilisierung aufhält – also das

typische Absinken der Schmerzschwelle, wenn ein Schmerz-Reiz länger andauert. Dabei durfte jeder Proband seine Lieblingsmusik mitbringen. Günther Rötter wollte es noch genauer wissen; diesmal sollten körperliche und persönliche Merkmale mituntersucht werden.

**Dass ausgerechnet ein Musikwissenschaftler in diese Forschungslücke** stößt, überrascht ein wenig. Schließlich ist es vielen von Günther Rötters Kollegen ein Dorn im Auge, dass Musik zunehmend funktionalisiert wird – sei es zur Verkaufsförderung in Kaufhäusern oder als Hintergrundplätschern im Fahrstuhl. „Natürlich ist es ein Sakrileg“, sagt Rötter. Doch als Musikpsychologe hat er sich längst daran gewöhnt, dass Musik instrumentalisiert wird. Viele rein historisch orientierte Musikwissenschaftler, glaubt Rötter, werden ihm die Studie sicher übel nehmen. Günther Rötter wirkt nicht so, als mache ihm das viel aus. Zumal die Ergebnisse wohl ganz im Sinne der Musik-Puristen ausgefallen sind.

Zwei Jahre dauerte Rötters Forschungsprojekt, das er zusammen mit Dr. Gunther Kreutz vom Royal Northern College of Music in Manchester anging. Einen Finanzier für seine Studie hat er sich nicht gesucht. Die Experimente fallen unter Grundlagenforschung; der Anwendungsbezug interessiert Rötter zunächst weniger, als mit den Ergebnissen in einer der renommierten Fachzeitschriften wie »Music Perception« oder »Psychology of Music« zu landen. Ganz ohne Hilfe kam er allerdings nicht aus: Die Uni Dortmund spendierte ein Gerät zur Erfassung physiologi-



**abstract**

*So far, no one has conclusively proven that music is medically effective at reducing pain or the fear of pain. Music psychologist Professor Günther Rötter had previously demonstrated that subjects who listen to music of their own choosing would experience an increase in their pain threshold, without undergoing the customary sensitization. In a recent study, Rötter and Dr. Gunther Kreuz from the Royal Northern College of Music in Manchester investigated the extent to which pain responses depend on the type of sound, musical genre and personality traits, and how the subjects' bodies respond to changes in these parameters. They discovered that music only increased pain thresholds if it had been selected by the subjects. However, subjects who heard no music or sound during the pain stimulus had an equally high pain threshold. This suggests that listening to your favorite music while experiencing pain stimuli for only a few minutes is just as effective as no music at all. This finding is not restricted to specific genders or personality traits.*

scher Messdaten, das schon die erste Studie ermöglicht hatte. Denn wie das Thema bereits ahnen lässt, hat es das Forschungsdesign in sich: Nicht nur die Schmerzschwelle, sondern diverse weitere Körperreaktions- und Persönlichkeitsmerkmale von 40 Probanden wurden unter dem Einfluss verschiedener Musikstücke und Geräusche in aufwändigen Einzelversuchen getestet.

**Um zu seinem Versuchslabor zu gelangen, muss Günther Rötter** sein Büro in der fünften Etage mit dem weiten Blick über Dortmund verlassen und mit dem Fahrstuhl sechs Stockwerke in die Tiefe fahren. Im Keller des Gebäudes üben Musikstudierende in Schall schluckenden Zellen an ihren Instrumenten. Zelle U.306 gehört zu Rötters Lehrstuhl. »Musikpsychologisches Labor« steht an der orangefarbenen Tür. Die Studierenden, die an Rötters Versuchen mitgewirkt haben, und auch Rötter selbst nennen den Raum freilich anders: »Schmerzlabor«. Ein schmaler Schlauch mit einem kleinen Kellerfenster, durch das jedoch kein Licht dringt. Weiß gestrichenes Mauerwerk und hellblaue Vorhänge, die eine Regalwand verdecken, bringen etwas Helligkeit in die Zelle, die ansonsten von Technik beherrscht wird. Da ist zunächst die Musikanlage und eine Auswahl verschiedener CDs, auf die angenehme wie unangenehme Geräusche und Musik gebrannt wurden: Meeresrauschen und Vogelgezwitscher neben jenem Lärm, den man einfängt, wenn man ein Mikrofon aus dem Fenster hält, während man mit dem Auto durch einen Tunnel fährt. Ein in falscher Tonart eingespielter Tango wechselte sich ab mit Instrumentalmusik sowie einer männlichen und einer weiblichen Stimme, die humorvolle Geschichten erzählen. Schließlich gab es CDs mit einer Auswahl aktueller Musik, aus der die Probanden ihr Lieblingsstück auswählen konnten. Insgesamt zehn akustische Umgebungen waren es, in denen die jeweiligen Versuchspersonen ihre Schmerz-Schwelle austesten sollten – darunter auch zwei ohne Geräusche oder Musik.

**Als Schmerz-Erzeuger wählte Rötter eine Infrarotlampe, deren Rotlicht den** Probanden während des Versuchs im Abstand von etwa 20 Zentimetern für die Dauer der Musikstücke – also jeweils wenige Minuten – auf den zuvor schwarz angemalten Arm strahlte. Zwischen 40 und 45 Grad, so

steht es in medizinischen Lehrbüchern, beginnt der Schmerz. Den Grad der Intensität des Rotlichts konnten die Probanden mit einem Drehregler selbst einstellen. „Sie durften jederzeit am Regler drehen, aber sie sollten schon an ihre Grenzen gehen“, formuliert Rötter die Aufgabe. Über die Hypothese waren die Versuchspersonen nicht informiert. Die Wichtigste lautete: Beim Hören angenehmer Musik oder Geräusche ist die Schmerzschwelle höher als bei unangenehmen. „Das wären meine Lieblings-ergebnisse gewesen“, sagt Rötter. Das enttäuschendste Ergebnis hätte dagegen gelautet: Irgendein Geräusch erhöht die Schmerzschwelle – ob es nun eine starrende Düsenmaschine ist oder Mozart.

Während des Versuchs wurden die Probanden verkabelt und vermessen: Elektroden jagten Strom im Mikroampere-Bereich durch die Finger der Test-Teilnehmer, deren Hautwiderstand damit ablesbar wurde – ein Verfahren, das unter dem Namen »Lügendetektor« bekannt wurde und das etwa fünf Sekunden nach einem Reiz körperliche Reaktionen nachweisen kann. Die Muskelspannung der Stirn – und damit nervöse Anspannung – wurden ebenso gemessen wie Puls und Atemfrequenz. Insgesamt 2.800 Kurvenverläufe für die 40 Probanden hatte Rötter am Ende, dazu kamen noch die Ergebnisse der Persönlichkeitstests: Vor ihrem Gang ins Schmerzlabor hatten die Probanden über einen Zeitraum von 45 Minuten standardisierte Tests aus der Psychologie auszufüllen, die den Grad der Risikobereitschaft, Stimmungsschwankungen und Hypnotisierbarkeit erheben.

**Ein früheres Experiment hatte Günther Rötters Interesse für den Einfluss** von Persönlichkeitsmerkmalen geweckt. Damals maß er die Angst von Patienten, denen eine Magenspiegelung bevorstand – unter dem Einfluss von selbst ausgewählter Musik sowie ohne Musik. „Zunächst kam nichts, aber auch gar nichts heraus“, erinnert sich Rötter, „die Musik schien überhaupt keinen Einfluss zu haben. Dann haben wir als Variable Persönlichkeitsmerkmale hinzugenommen, und zwar den Grad des Neurotizismus, der eine Aussage darüber trifft, wie ängstlich Menschen sind.“ Erst als die Probanden in Neurotiker und Nicht-Neurotiker unterteilt waren, habe es ein Ergebnis gegeben: nicht-neurotische Menschen hatten mit der Musik ihrer Wahl während

der Magenspiegelung deutlich weniger Angst. Die Angst der Neurotiker dagegen wurde mit der vermeintlich beruhigenden Musik sogar noch größer – was dazu führte, dass sich die Ergebnisse auf Null nivellierten. „Vermutlich haben die neurotischen Menschen Musik als einen weiteren irritierenden Faktor wahrgenommen, der sie noch mehr verunsichert hat“, glaubt Rötter.

#### **Bei seinem jüngsten Experiment jedoch sollten es noch mehr Variablen sein.**

Am Ende hatte Rötter in seinem Statistik-Programm 40 Datensätze mit 200 Variablen. Ein ganzes Wochenende lang werteten er und sein Kollege Gunther Kreuz aus, drehten und wendeten die Zahlen, kreuzten alles mit allem – und kamen zu einem Ergebnis, das sich kurz und bündig zusammenfassen lässt: In Ruhe erträgt der Mensch am meisten Schmerzen.

Was wie ein Widerspruch zu den eigenen Ergebnissen aus früherer Forschung klingt, liegt laut Rötter am unterschiedlichen Versuchsaufbau und Forschungsdesign. Damals hörten die Probanden ausschließlich selbst gewählte Musik, außerdem waren die Messzeiten mit 25 Minuten deutlich länger. Unter diesen Bedingungen erhöhte sich die Schmerzschwelle während des Musikhörens sogar. Die neuesten Ergebnisse besagen dagegen: Seine Lieblingsmusik zu hören, ist genauso gut wie gar nichts zu hören. Andere Geräusche und auch Musik, die nicht der Proband, sondern die Forscher ausgewählt haben, lässt die Menschen sogar noch empfindlicher reagieren.

Signifikante Korrelationen zwischen den gemessenen Körperreaktionen und der Schmerzempfindlichkeit habe es nicht gegeben – bis auf das Ergebnis, dass angenehme und unangenehme Stücke den gleichen Hautwiderstand produzieren. „Das beweist, dass die Menschen auf schöne und schreckliche Musik gleich heftig reagieren – einmal aus Ärger, einmal aus Freude. Eine Schmerzdifferenzierung findet man jedoch nicht“, so Rötter. Auch die Berücksichtigung von Persönlichkeitsmerkmalen ergab kaum etwas. „Probanden mit einer hohen Risikobereitschaft drehen die Regler höher auf, zeigen aber sonst die gleichen Reaktionen“, so Rötter.

Eine Erklärung für seine Ergebnisse hat er bereits gefunden: „Wenn man in einer unangenehmen Situation Musik hört, die

man sich nicht selbst ausgesucht hat, die also unbekannt ist, hat man ein Gefühl von Kontrollverlust. Man will in dieser Lage wenigstens die Variable ausschalten, die man selbst beeinflussen kann – nämlich die Musik. Ansonsten sind es zu viele fremde Faktoren auf einmal.“ Die »eigene Musik« dagegen sei vertraut und verursache keinen zusätzlichen Stress mehr.

Ein Einfluss von Musikstilen ließ sich nicht feststellen. Ob Mozart oder Marilyn Manson beim Zahnarzt läuft – „das macht nur dann einen Unterschied, wenn der Hörer einen macht“, sagt Rötter. Es gebe keine objektiven Eigenschaften von Musik, die aus sich heraus etwas beim Hörer auslöse, entscheidend seien die persönlichen Präferenzen.

Nur Stücke, die uns gefallen, haben eine Wirkung. Aber ein Stück, das allen Menschen gefällt, wird es niemals geben, glaubt Rötter. „Da gibt es schlechte Erfahrungen aus der Praxis. Man hat versucht, in Kaufhäusern und für Supermärkte eine Musik zu machen, die möglichst vielen gefällt, und die wirkte am Ende überhaupt nicht. Heraus kam ein diffuser, amorpher Klang, der nachweisbar keine Wirkung mehr hat.“

Alles in allem lassen die Ergebnisse am Erfolg der gängigen Praxis, Patienten in Zahn- oder anderen Kliniken Mozart oder Bach vorzuspielen, zweifeln. „Wenn der Arzt die Musik, die er selber gut findet, auswählt, dann kann das sogar nach hinten losgehen“, sagt Rötter und ergänzt: „als Musik-Therapeut würden mich die Ergebnisse ganz schön ärgern.“

**Einwände, dass die künstliche Laborsituation andere Ergebnisse** produzieren könne als in einer Zahnarztpraxis, lässt Rötter nicht gelten. „Natürlich war unser Experiment keines aus dem Alltagsleben. Aber ich schätze, dass der Effekt in einer Situation, die man dann nicht kontrollieren kann wie eben beim Zahnarzt, sogar noch stärker ist.“ Ein Kollege, sagt Rötter, habe den Einwand, geäußert, dass man Zahnschmerz nicht mit Armschmerz vergleichen könne. Auch dies überzeugt den Musikwissenschaftler nicht. Je ernster die Situation, desto stärker müssten seine Ergebnisse gelten, glaubt er.

„Das ist kein Ergebnis, auf das ich mich gefreut habe“, gibt Rötter zu, „aber die Zahlen sind halt unbestechlich.“

*Interview: Katrin Pinetzki*

## **zur person**



**Prof. Dr. Günther Rötter**, geboren 1954 im Kreis Friesland, studierte zunächst Schulmusik, Erziehungswissenschaft und Philosophie in Detmold und Paderborn und anschließend Musikwissenschaft an der TU Berlin, wo er 1985 promovierte. Nach Stationen an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster, einer Lehrstuhlvertretung an der Hochschule Vechta und der Habilitation an der Universität Osnabrück ist Rötter seit 1996 Professor für Musikwissenschaft an der Universität Dortmund, wo er für Musikpsychologie zuständig ist.

Als Patient ist Günther Rötter ein hoffnungsloser Fall für audioanalgetische Experimente – das wusste der Musikwissenschaftler schon, bevor er mit seinen Studien begann. „Bei mir funktioniert Musik als Ablenkungsmanöver nicht, dazu habe ich mir das bewusste Hören zu sehr antrainiert. Ich war neulich in der Zahnklinik, nahm die Musik dort wahr und dachte: Aha, das also soll mich jetzt beruhigen.“



# Reporter mit Grenzen?

WARUM DER EUROPÄISCHE ALLTAG IN DEN MEDIEN KAUM STATTFINDET

neuen und zukünftigen EU-Staaten ist auch das Land Norwegen vertreten, das beharrlich draußen bleiben möchte.

Die ersten Ergebnisse sind ernüchternd, kommen für die Wissenschaftler jedoch nicht überraschend. „Überraschend ist höchstens, dass das, was schlecht funktioniert, überall ähnlich schlecht funktioniert“, fasst Kopper zusammen. So gaben die von den Wissenschaftlern befragten 158 Journalisten in allen zehn untersuchten Ländern gleichermaßen an, dass sie ständig kämpfen müssen, damit EU-Themen überhaupt in der Berichterstattung auftauchen. Mit Ausnahme der deutschen Journalisten haben dabei alle Befragten den Eindruck, es gebe zunehmend weniger EU-Berichte in den Medien. Während Journalisten aus Estland ihre fehlende Qualifizierung und mangelnde Ressourcen für EU-Berichterstattung ins Feld führen, verweisen belgische Medienmacher auf die mangelnde Unterhaltsamkeit von EU-Nachrichten. Im Grunde aber, so Kopper, ähneln sich die Argumente.

**Ebenfalls ein Phänomen in ganz Europa: EU-Berichterstattung** ist vornehmlich Sache der großen, landesweit erscheinenden Zeitungen. In ihnen wird die Hälfte von insgesamt 2.614 untersuchten Beiträgen über die Europäische Union veröffentlicht. Dennoch nimmt das europäische Publikum EU-Themen vor allem übers Fernsehen wahr – also über jenes Medium, in dem die Europäische Union vergleichsweise selten vorkommt und dem in der Regel die Bilder fehlen, um EU-Themen unterhaltsam und spannend zu präsentieren. „Zu sehen sind dann schwache, abstrakte, von Köpfen geprägte Bilder, meist im Zusammenhang mit Krisen. Der normale europäische Alltag findet im Fernse-

hen gar nicht statt“, so Gerd G. Kopper. Die Wahrnehmung der Europäischen Union als langweilig und krisenhaft prägte sich nach und nach ein – eine „negativ sedierende Wirkung“ nennt Kopper dies.

Wenn die Medien dann doch über inhaltliche Fragen berichten, reagieren die Medienmacher – ebenfalls in ganz Europa – fast ausschließlich auf das, was die Institutionen ihnen an Themen vorgeben. Eigene Schwerpunkte, eigene Recherche – Fehlanzeige. Journalisten finden EU-Themen „selten sexy“, wie eine norwegische Zeitungsredakteurin salopp formulierte.

**Schon die Journalisten also nehmen die Themen als zu komplex und abstrakt wahr** – und liegen damit, wie sie glauben, ganz auf Linie ihres Publikums. „Nur fünf Prozent unserer Leser interessieren sich für Europa. Wir verkaufen das Blatt aber auch an die restlichen 95 Prozent“, gab der Chefredakteur einer britischen Regionalzeitung den Wissenschaftlern zu Protokoll. „Das ist das eine Extrem“, sagt Prof. Gerd Kopper. Auf der anderen Seite gebe es Zeitungen wie die französische »Le Monde«, die mehrmals pro Woche ganze Seiten mit Europa-Themen füllen, oder die deutsche FAZ, die wöchentlich eine EU-Seite bringt und dabei auch mal Themen abseits der vorgegebenen Agenda aufgreift. Im Ergebnis bedeutet das: EU-Berichterstattung wird für Eliten gemacht. Das breite Publikum bekommt gar nicht erst die Chance, die vielen Facetten der Europäischen Union als lesenswert und spannend wahrzunehmen.

Um herauszufinden, woran das liegt, haben die Wissenschaftler aus dem AIM-Projekt nicht nur Journalisten befragt und ihre Beiträge untersucht, sondern auch die Funktions- und Arbeitsweisen der Medien unter die Lupe genommen. „Der wunde

Punkt in der ganzen EU-Berichterstattung ist das Verhältnis zwischen dem Korrespondenten in Brüssel und der Heimatredaktion“, sagt Kopper. Ein Schwachpunkt, der sich wiederum in allen europäischen Zeitungsredaktionen wiederfindet. Demnach liegt es in der Regel nicht an den Korrespondenten, wenn Brüssel, Straßburg und Den Haag so selten in den Medien auftauchen. Die Auswahl der Themen wird von den Redakteuren in der Heimat bestimmt, EU-Berichte landen dabei je nach Ressort mal auf der Wirtschaftsseite, mal bei der Kultur, mal in der Politik, mal im Auslandsressort und stehen dabei in harter Konkurrenz zu Themen aus dem Inland. Selbst Journalisten, die einen guten Draht zu den Ressortleitern in ihrer Heimatredaktion haben und die Diskussionen in den täglichen Konferenzen kennen, haben nicht mehr Erfolg damit, ihre Themen zu platzieren. „Die Sehschlitze sind eng, durch die EU-Themen von der Heimatredaktion wahrgenommen werden – in der Regel sind es nur national codierte Themen, die es schaffen“, sagt Kopper: „In Spanien und Italien interessieren sich die Menschen für Oliven, in Dänemark für die Fischereiwirtschaft und in Deutschland für Energie.“

**Dabei sind die deutschen Medien im Vergleich noch vorbildlich**, was die Häufigkeit der EU-Berichterstattung angeht. Deutsche Medien sind es auch, die die meisten Korrespondenten in Brüssel stellen. „Spätestens seit der Währungsunion wird registriert, dass Europa ein funktionierendes politisches System darstellt und dass Deutschland selber eine Rolle darin spielt“, hat Kopper beobachtet. In deutschen Redaktionen sitzen mehr EU-Lobbyisten als in den Medienhäusern anderer Länder – „dazu gehören auch Chefredak-

**zur person**

**Prof. Dr. Gerd G. Kopper** (Jahrgang 1941) wurde in den USA zum Journalisten ausgebildet und arbeitete unter anderem als Journalismustrainer, Wissenschaftsredakteur und Korrespondent in Tokio, bevor er 1978 auf den Lehrstuhl für Strukturfragen der Massenmedien im Studiengang Journalistik an der Universität Dortmund berufen wurde. Von 1991 an war er Direktor des Erich-Brost-Instituts für Journalismus in Europa. Seit August 2006 ist er emeritiert.

teure, und damit unterscheidet sich Deutschland schon von anderen Ländern“, so Kopper. Ernüchternd findet er es dennoch, wenn er als Gast in einer Redaktionskonferenz beobachten kann, wie Journalisten heimlich zu gähnen beginnen, sobald die aus Brüssel zugeschaltete Kollegin ihre Themen vorstellt.

**Emüchtemd sind die Ergebnisse jedoch vor allem für die Europäische Union** selbst, die die Studie im 6. Forschungsrahmenprogramm fördert. Doch auch wenn Medien bislang wenig dazu beitragen: Für das große Ziel einer europäischen Öffentlichkeit ist die EU auf sie angewiesen. Bei allen Versuchen, eine europäische Identität jenseits der Medien herauszubilden, ist die EU immer wieder in einer Sackgasse gelandet, urteilt Kopper. So blieb es jahrelang weitgehend unbemerkt, dass sie zu den Sponsoren der Tour de France gehörte. Durch die populäre Sport-Veranstaltung, die viele junge Leute in ganz Europa erreicht, erhoffte man sich Öffentlichkeitswirkung. Doch das hat nicht funktioniert. Nach dem

Doping-Debakel in diesem Jahr ist der Europäischen Kommission dadurch zumindest schlechte Presse erspart geblieben. Sogar mit einem eigenen europäischen Nachrichtenkanal hat die Europäische Kommission es versucht: Der Sender EuroNews sollte als Gegenmodell zur amerikanischen CNN den Blick auf Europa lenken und das Weltgeschehen aus europäischem Blickwinkel betrachten. Das tut er auch heute noch, jedoch weitgehend unter Ausschluss der breiten Öffentlichkeit. Auch EuroNews ist ein Elite-Angebot, das vor allem von jenen EU-Bürgern genutzt wird, die sowieso schon gut informiert sind.

**Auch all die anderen Bürger zu erreichen, ist das Ziel, das Kopper** seit fast zwei Jahrzehnten mit der Journalistenausbildung verfolgt hat. Nicht wenige seiner ehemaligen Studierenden sind EU-Korrespondenten in Brüssel geworden und am Dortmunder Institut für Journalistik haben Lehrveranstaltungen zur EU-Berichterstattung einen festen Platz. Darin sollen die Nachwuchsjournalisten auch lernen, Ar-

Gerd G. Kopper möchte Nachwuchsjournalisten für EU-Themen sensibilisieren.



beitsabläufe und redaktionelle Routine in Frage zu stellen, um EU-Berichterstattung langfristig zu verändern. „In Brüssel arbeitet man wie bei der Tagesschau: Wichtig ist, wenn Präsident Barroso etwas sagt oder tut, und wichtig sind auch die offiziellen Pressekonferenzen. Es ist ein künstlicher Terminjournalismus entstanden, der inzwischen das Passmuster für die Erwartungen liefert“, sagt Kopper. Neben dem stressigen Alltagsgeschäft bleibe den Korrespondenten kaum Zeit, sich tiefer in ein Thema einzuarbeiten und es länger zu verfolgen. Die spannenden und wirklich relevanten Themen bekommt der Journalist allerdings nicht serviert – die muss er sich suchen: Was passiert in der Technologie- oder in der Verteidigungspolitik? „Das läuft völlig unter der Hand, kein Journalist schaut hin, in welche Entwicklungsprogramme das Steuergeld der EU-Bürger gesteckt wird“, sagt Kopper. Während es hierzu keine offiziellen Informationen gebe, werden Journalisten mit Positivberichten und Verlautbarungsmeldungen geradezu zugeschüttet.

Glücklich seien die Korrespondenten und EU-Journalisten damit nicht, meint Kopper: „Es gibt viel Frust, denn die Journalisten ahnen, dass sie die EU-Wirklichkeit eigentlich anders abbilden müssten.“ Diese Frustration sei auch der Grund dafür, warum Journalisten, dankbar für jede Ablenkung, zu bunten Themen greifen. Und so schaffen es die Straßburger Schnecken dann, zum Medienrenner zu werden.

Katrin Pinetzki

## info

Das Forschungsprojekt ist auf drei Jahre angelegt und wird geleitet von Prof. Dr. Gerd G. Kopper am Erich-Brost-Institut. Koordiniert wird es von den Mitarbeitern und Fellows Prof. Dr. Oliver Hahn und Prof. Dr. Roland Schröder, Julia Lönnendonker und Tanja Leppik. Die Europäische Kommission finanziert die Suche nach der europäischen Öffentlichkeit.

**Internet:** <http://www.aim-project.net/>

## abstract

*Europe is still terra incognita in the mass media. Therefore, the project "Adequate Information Management in Europe" (AIM) aims at investigating the media's impact on the development of a European public sphere - or different public spheres. On the one hand, it focuses on actors (EU institutions and media organisations as well as journalists, correspondents and editors on European, national, regional and local levels) and, on the other hand, on mechanisms (structures and processes of news management). In the centre of attention is how the mass media produce EU coverage in the context of diverse journalistic cultures and professional standards. The project is based on two levels: First, it analyses the practical conditions that determine whether an EU issue is set on the news agenda or not. Second, it deals with the normative approach that the access to EU information and its plurality can provide a basis for democracy and (a) European public sphere(s) as well as in a further step a breeding ground for active civic participation, European citizenship and identity, as well as for public governance. This is also linked to the aim to enhance the openness, transparency, accountability, and legitimacy of the political system of the EU and may not only concern an elite group of intellectuals, but the European peoples as such.*

## PROFESSIONELLE TECHNIK



## HAT IN GUMMERSBACH TRADITION.

Denn ebenso wie im Handballsport hat das Bergische Land auch als Maschinenbauregion

Professionelles zu bieten: ein präzises Zusammenspiel von Praxis und Technik, hoch motivierte Mannschaften und Bestleistungen auf vielen Positionen. Mit Gummersbach als logistischem Zentrum für Hebetchnik. Im Herzen Europas für ABUS Kunden in aller Welt.

Fordern Sie jetzt den neuen ABUS Film auf DVD an.



**ABUS** Wir bewegen etwas.  
Kransysteme

ABUS Kransysteme GmbH · Postfach 100162 · 51601 Gummersbach · Telefon 02261 37-0 · Telefax 02261 37-247 · [www.abus-kransysteme.de](http://www.abus-kransysteme.de)

# Das gesteuerte Chaos

WIE SICH TRÖPFCHEN BEIM ZERSTÄUBEN DER BESCHREIBUNG ENTZIEHEN

**D**as Phänomen begegnet uns schon morgens nach dem Aufstehen: Wir drehen die Dusche auf und verwandeln einen dicken Wasserstrahl in einen feinen Regen, das Deo kommt aus dem Pumpzerstäuber, Haarfestiger und Rasierschaum quellen auf Knopfdruck aus der Dose. Zum Frühstück füllen wir ein wenig Instant-Pulver in die Tasse und haben in Sekundenschnelle fertigen Kaffee. Hinzu kommt Milch, die in der Molkerei unter Hochdruck »homogenisiert« wurde, damit sich auf ihr kein Rahm absetzt.

**Auf dem Weg zur Haustür schließlich bekommen die Orchideen noch ein bisschen Wasser** aus der Blumenspritze, bevor wir uns hinters Steuer setzen und den Motor unseres Wagens starten – einen Einspritzer, der den Kraftstoff fein dosiert in die Zylinder gibt. Das Prinzip erscheint uns so vertraut, dass im Alltag kaum noch jemand darüber nachdenkt: Flüssigkeiten werden versprüht und zerstäubt, indem man sie unter Druck aus kleinen Öffnungen strömen lässt. Heraus kommen größere oder kleinere Tröpfchen: größere beim Regen, den wir unter der Dusche auf uns niederprasseln lassen, sehr viel feinere bei der Blumenspritze, deren Sprühnebel sich sehr viel langsamer auf die Pflanzen legt. Aber nicht immer ist es eine Flüssigkeit, die in der Luft oder einem anderen Gas verteilt wird. Beim Rasierschaum oder Haarfestiger etwa verhält es sich genau anders herum: Das Treibgas aus der Sprühdose wird in feinen Bläschen in einer Flüssigkeit verteilt. Es entsteht ein Schaum.

Bei der Kaffeemilch ist es eine Emulsion. Denn Milch besteht aus kleinen Fetttröpfchen, die in Wasser gelöst sind. »Un-echte« oder kolloidale Lösungen nennen

die Chemiker Mischungen wie Nebel, Schaum oder Emulsionen, in denen sich nicht einzelne Moleküle oder Ionen im Lösungsmittel verteilen, sondern kleine Partikel – seien es nun feine Tröpfchen, Gasbläschen oder auch feste Partikel wie in Rauch. Weil in der naturbelassenen Rohmilch auch relativ große Fetttröpfchen vorkommen, setzt sich Rahm darauf ab. Denn das Fett hat ein geringeres spezifisches Gewicht als Wasser und strebt deshalb nach oben. Presst man die Milch aber unter sehr hohem Druck durch feine Düsen, werden die Fetttröpfchen auf eine Größe von weniger als einem tausendstel Millimeter zerkleinert. Die Milch ist dauerhaft homogenisiert, Fett und Wasser trennen sich nicht mehr.

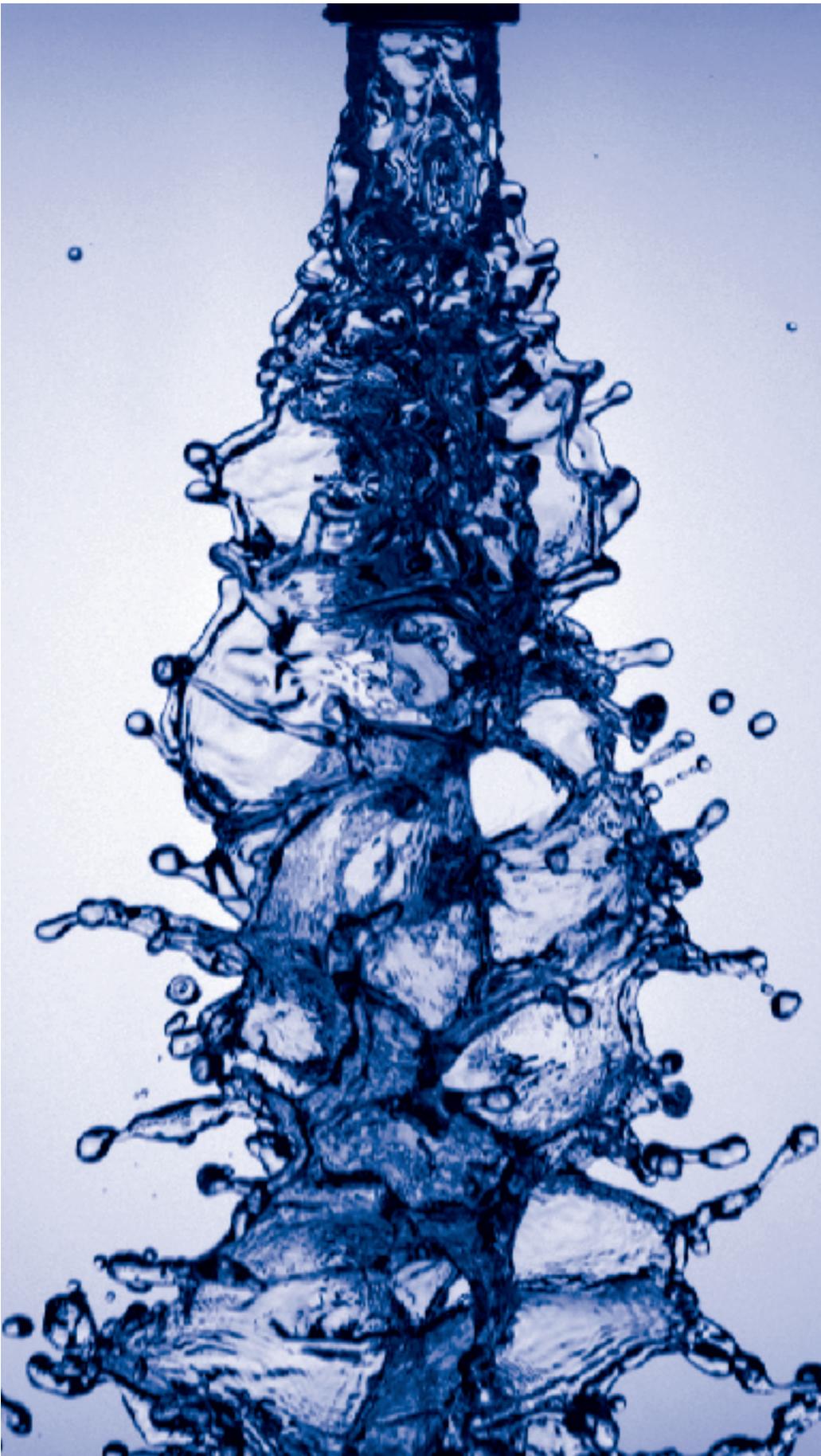
**Das Prinzip erscheint intuitiv einleuchtend. Doch was passiert eigentlich genau** beim Versprühen und Zerstäuben? Von der Wissenschaft ist diese Frage bisher nur zum Teil beantwortet worden. Chemietechnik-Professor Peter Walzel versucht, die letzten Geheimnisse an seinem Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik zu lüften. Besonders die Sprühtrocknung interessiert die Dortmunder Chemietechnik-Ingenieure – ein Verfahren, das zum Beispiel dazu verwendet wird, frisch aufgebrühtem Kaffee das Wasser wieder zu entziehen. Die extrem starke schwarze Brühe wird dabei von oben in einen mehrere Meter tiefen Kessel eingesprüht, durch den ständig heiße, trockene Luft strömt. Noch bevor die Kaffeetropfen auf den Boden des Kessels prallen können, sind sie zu einem festen Granulat getrocknet – zu schnell löslichem Instant-Kaffee.

Lebensmittel machen allerdings nur einen kleinen Teil der Anwendungen dieses Verfahrens aus. In der chemischen Indus-

trie spielt die Sprühtrocknung eine weitaus größere Rolle: sowohl bei der Verarbeitung von Zwischenprodukten als auch bei der Herstellung besonders effektiver Katalysatoren. „Man will kein Wasser durch die Gegend fahren“, erklärt Prof. Walzel die häufigste Motivation zur Anwendung der Sprühtrocknung. Chemische Zwischenprodukte wie Farbpigmente oder Kautschuk sind als trockene Granulate schlicht viel leichter als Lösungen in Wasser und sie nehmen weniger Raum ein – beides spart erheblich Frachtkosten beim Transport. Um das Optimum dabei herauszuholen, sollen die getrockneten Körnchen in der Regel möglichst kompakt und gleich groß sein. Denn auch für die Luft zwischen den Körnchen möchte die Industrie keine Frachtkosten zahlen. Das Granulat soll sich möglichst dicht aufschütten lassen. „Es geht beim Zerstäuben fast immer darum, mit minimaler Energie möglichst feine und möglichst gleich große Partikel herzustellen“, erklärt Walzel. Eine bestimmte Mindestgröße dürfen diese aber auch nicht unterschreiten. „Variiert die Tröpfchengröße beim Zerstäuben zu stark, bleiben die großen Tropfen an der Kesselwand kleben, und die feinen Partikel müssen als Staub aus der Abluft herausgefiltert werden“, erklärt Walzel das Hauptproblem.

**Zerstäuberdüsen erzeugen am oberen Ende eines Trockenturms in aller Regel** ein glockenförmiges Spray. Die Tröpfchen werden durch gleichzeitig eingeblasene heiße Luft nach unten mitgenommen und geben dabei ihre Feuchtigkeit ab. Sind die Tropfen zu groß und damit zu schwer, fliegen sie in zu weitem Bogen und prallen gegen die Kesselwand, bevor sie trocken sind. Auch trocknen große Tropfen nicht immer zu kompakten Kügelchen. Manche Materialien

Ein Flüssigkeitsstrahl tritt aus einer rotierenden Düse aus.

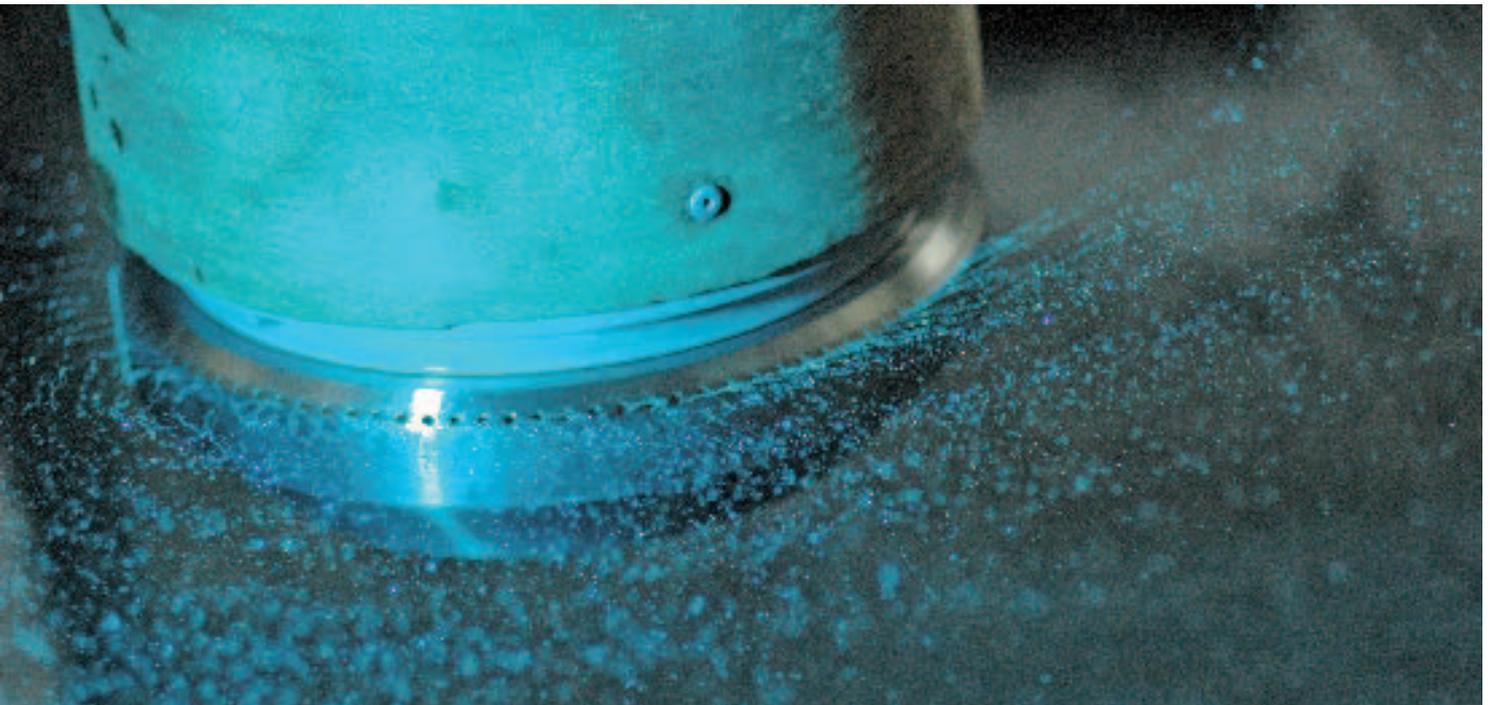


neigen dazu, beim Trocknen kleine Krümel zu bilden. In Anlehnung an die amerikanischen Krümel sprechen die Chemietechniker von »Doughnut-Bildung«. Die ist zwar ein nettes Kuriosum, aber eindeutig unerwünscht. Das Loch in der Mitte schließt Luft ein, die die Schüttdichte des Materials reduziert und damit wieder die Frachtkosten steigert. Außerdem können die »Doughnuts« schneller zerbrechen als kompakte Kügelchen.

Lösen lässt sich das Problem, indem man höher konzentrierte Lösungen zerstäubt und die Tröpfchen dann mit geringerer Hitze trocknet. Allerdings erfordern feine Tropfen auch feine Zerstäuberdüsen. Und die neigen eher zum Verstopfen als größere. Außerdem lässt sich mit ihnen weniger Material pro Stunde verarbeiten. „Man versucht also, den Austrittsquerschnitt möglichst groß zu halten und trotzdem möglichst kleine Tröpfchen zu erzeugen“, so Walzel. Ihm selbst ist die Vereinigung dieser eigentlichen Gegensätze bereits gut gelungen. Erst kürzlich ging ein Rotationszerstäuber in die Serienfertigung, der seinen Namen trägt. »The Walzel-Atomizer« gilt als robust und dennoch präzise in der Tröpfchenbildung. Peter Walzel zeigt die Verkaufsannonce des Herstellers mit einem bescheidenen Lächeln. Ein wenig stolz ist er aber schon darauf.

**Was geschieht nun genau, wenn eine Flüssigkeit** die Öffnungen einer Zerstäuberdüse verlässt? Am Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik wird mit Kameras untersucht, wie die Tropfenbildung bei einer Hohlkegeldüse funktioniert. Diese Düse rotiert nicht. Das Wasser bildet beim Austreten eine dünne Haut in Form eines Kreiskegels. »Lamelle« nennen die Chemietechniker diese Haut. Und diese Lamelle behält ihre geometrische Form nur für ein paar Millimeter. Danach zerfleddert sie ziemlich chaotisch zu verschiedenen großen Tropfen“, so Walzel. Aus der »lamina ren«, also verwirbelungsfreien Strömung wird eine »turbulente« Strömung. „Der erste Teil dieses Vorgangs ist ganz gut zu beschreiben“, sagt der Ingenieur-Wissenschaftler, „für den zweiten aber sind die vorhandenen Theorien alle nicht zufrieden stellend.“

Immerhin scheint es „gewisse Regelmäßigkeiten“ in diesem „Chaos“ zu geben, so Walzel. Eine Projektgruppe in Kooperation mit dem Informatik-Lehrstuhl für



Der Rotationszerstäuber bildet gleichmäßige Tropfen und Fäden.

Graphische Systeme von Prof. Heinrich Müller macht sich zurzeit auf die Suche nach diesen Regelmäßigkeiten. Mit Hilfe fluoreszierender Markierungspartikel im Wasser und zwei Hochgeschwindigkeitskameras soll der Lamellenzerfall en détail erfasst und in einer »erweiterten Realität« dargestellt werden. Erweitert wird die »normale« Realität, die in einer dreidimensionalen Abbildung des bewegten Sprühkegels besteht, um virtuelle, vom Computer generierte Daten. Diese Daten bestehen im Wesentlichen aus den errechneten Geschwindigkeiten der fluoreszierenden Partikel. In der »erweiterten Realität« lassen sich also Wege und Geschwindigkeiten der Partikel gleichzeitig darstellen. Aus sehr vielen solcher Darstellungen versuchen die Informatiker und Chemietechniker letztlich die Regelmäßigkeiten des Lamellenzerfalls herauszurechnen.

**Unterdessen lässt sich die Tröpfchenbildung bei so genannten Ziehdüsen** schon jetzt so gut steuern, dass nicht nur der Materialdurchsatz bei relativ kleinen Düsen mit einem findigen Kniff gesteigert werden kann, sondern sogar die gezielte Verkapselung – etwa katalytisch wirksamer Kügelchen mit einer abriebfesten, aber durchlässigen Schale – möglich ist. Bei einer pneumatischen Ziehdüse strömt Luft oder ein anderes Gas an der Düse entlang

und »zieht« gewissermaßen die Tröpfchen aus der Düse. Das an ihm entlang strömende Gas verschmälert den Flüssigkeitsstrahl und ermöglicht die Bildung feiner Tröpfchen bei relativ großer Düse. Lässt man zusätzlich zum Gas eine weitere Flüssigkeit entlangströmen, kann sogar eine konzentrische Verkapselung der inneren Flüssigkeit in einen äußeren Mantel gelingen. Kombiniert man eine solche Verkapselung schließlich noch mit dem Sprühtrocknungsverfahren, erhält man ein festes verkapseltes Granulat.

**Am Dortmunder Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik** ist es gelungen, ein Katalysator-Material in gefällter Kieselsäure zu verkapseln. Der Katalysator bekommt eine abriebfeste aber gasdurchlässige Schale, die ihn ideal einsetzbar für Gasreaktionen in effektiven Wirbelschichtanlagen macht. Darin wird das Granulat bei 300 bis 400°C ständig durcheinander gewirbelt und soll möglichst lange haltbar bleiben. Konkret ist mit der Sprüh-Verkapselung die Herstellung eines Redox-Katalysators für die Synthese eines Kunststoffvorprodukts gelungen. An das schnell lösliche Kaffeepulver erinnert ein solches Hightech-Produkt kaum noch. Dennoch liegt beiden das gleiche Prinzip zu Grunde: das gesteuerte Chaos der Zerstäubung.

*Karsten Mark*

## Prozessorientierte **Beratung und Schulung** für **Stanz- und Umformbetriebe**



- Steigerung von Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit
- Prozessketten-Benchmarking und Layout-Optimierung
- Verbesserung von Materialfluss und Logistik
- Aufbau und Implementierung von QM-Systemen nach DIN/ISO/TS
- UVV Maschinen-Überprüfung und UVV-Mitarbeiterschulung
- Unternehmensspezifische Schulungs- und Weiterbildungskonzepte
- Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern für Stanz- und Umformbetriebe



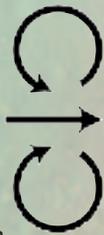
GSU Schulungsgesellschaft für Stanz- und Umformtechnik mbH

Martin-Schmeißer-Weg 19 · D-44227 Dortmund  
Tel. +49 231 725-487-0 · Fax +49 231 725-487-25  
[www.gsu-schulung.de](http://www.gsu-schulung.de) · [info@gsu-schulung.de](mailto:info@gsu-schulung.de)



Kompetenz- und Innovationszentrum  
für die StanzTechnologie Dortmund e.V.

# VMK



Druckerei GmbH

Faberstraße 17  
D-67590 Monsheim  
Tel.: 06243/909-110  
Fax: 06243/909-100  
ISDN: 06243/909-499  
e-Mail: [info@vmk-druckerei.de](mailto:info@vmk-druckerei.de)

Wir haben das  
Passende für Sie!

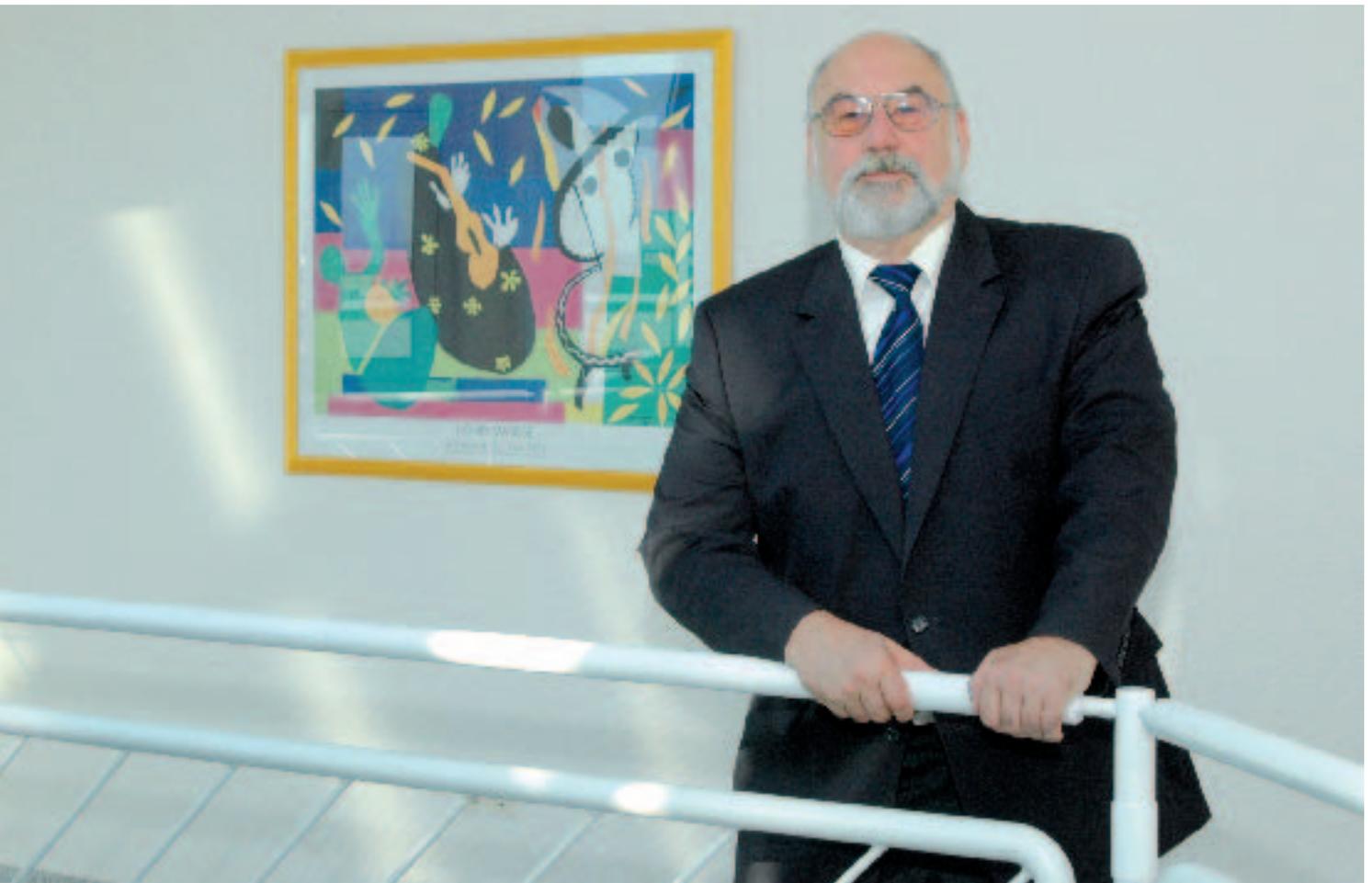
Prospekte 🐾 Festschriften 🐾 Kataloge 🐾 Broschüren 🐾 Bücher 🐾  
Zeitschriften 🐾 Speisekarten 🐾 Plakate 🐾 Etiketten(auch selbstklebend) 🐾  
Durchschreibesätze 🐾 Endlosformulare 🐾 Briefbögen 🐾 Visitenkarten

# Intelligente Förderbänder

NEUE WEGE ZU SICHEREN FÖRDERANLAGEN

**K**napp neben der Zwölf ist auch daneben", ist sich Prof. Horst-Artur Crostack sicher. Viele Förderanlagen seien nicht passgenau auf die Anforderungen der heutigen globalisierten Warenströme zugeschnitten – Ausfälle, Reparaturen und aufwändige Instandhaltung sind die teure Folge. Nach einer präzisen und flexiblen Lösung suchen deshalb seit Juli dieses Jahres 25 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler rund um Crostack im neuen Sonderforschungsbereich »Logistics on demand«.





Horst-Artur Crostack sucht nach flexiblen und präzisen Lösungen für »intelligente« Förderbänder.

**Ziel des Projektes, das mit 5,5 Millionen Euro von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird,** ist eine solide Grundlage für intelligente Förderanlagen. Dass hier noch vieles im Argen liegt, verdeutlicht er anhand eines eindrucksvollen Beispiels: „Allein am Frankfurter Flughafen sind 300 Menschen damit beschäftigt, die defekten Gepäckbänder zu reparieren.“ Diese scheinbar einfachen Anlagen sind nämlich ein höchst kompliziertes und fragiles System. Am Flughafen Düsseldorf sorgen zum Beispiel 1.400 Motoren für den Betrieb von acht Kilometern Förderband – und wenn nur ein Motor streikt, dann stehen alle acht Kilometer. „Optimal wäre also eine automatische Früherkennung von Ausfällen. Wenn ein Rädchen im System droht zu versagen, muss es sofort entdeckt und ausgetauscht werden“, so die Idealvorstellung des Lehrstuhlinhabers für Qualitätswesen. Doch nicht nur im Bereich des Tourismus sehen die Mitglieder des Sonderforschungsbereichs Verbesserungspotenzial. Mögliche Anwendungsbe-

reiche von intelligenten Fördersystemen sind zum Beispiel auch die riesigen Logistikzentren der Versandhäuser, in denen Warensendungen aus Tausenden von Artikeln zusammengestellt werden. Oder im Braunkohlebergbau, wo die Förderanlagen nur zu 60 Prozent genutzt werden. Die übrige Zeit stehen sie wegen Mängeln und Reparaturen still.

**In insgesamt 13 Teilprojekten von »Logistics on demand«** sollen diese Ausfallzeiten und die damit verbundenen Kosten behoben werden. „Betriebsgerecht – Instandhaltungsgerecht – Kundenkonform“ lauten die Schlagworte, die sich das interdisziplinäre Team von Logistikern, Ingenieuren und Marketingexperten auf die Fahnen geschrieben hat. Um die Anforderungen potenzieller Kunden zu erfüllen, werden diese in einem ersten Schritt abgefragt und ausgewertet. Dass diese Analyse bisher vernachlässigt wurde, zeigt die Tatsache, dass derzeit die Hälfte aller Förderanlagen nicht so in Betrieb ist, wie sie konzipiert wurden. In jedem zweiten Fall muss

## Wer mehr aus sich machen will, macht das besser mit uns.

Wer die Märkte von morgen gestalten will, darf nicht von gestern sein. Deshalb suchen wir Absolventen, die mit uns ihre Fähigkeiten dort einsetzen, wo Miele seit über 100 Jahren steht: an der Spitze technologischer Entwicklungen. In einem weltweit operierenden Unternehmen mit vielen Weiterbildungsmöglichkeiten und spannenden individuellen Aufstiegschancen. Haben Sie Lust, den Sprung nach vorne zu machen und ein Spezialist für Innovation und Qualität zu werden? Kreative technisch und kaufmännisch begabte Köpfe finden bei Miele immer ein offenes Ohr.

Weitere Informationen zu Miele: [www.miele.de](http://www.miele.de)

**Miele**  
IMMER BESSER

also nachgebessert werden. Das führt insbesondere dann zu Problemen, wenn zum Beispiel eine deutsche Anlage in China aufgebaut wird. „Nur durch Kundenbindung und effektiven Service kann man hier der Verlagerung ins Ausland begegnen“, beschreibt Crostack die Standortvorteile, die sich durch intelligente und ausgereifte Anlagen ergeben.

**Auf Grundlage der ermittelten Kundenwünsche werden dann im zweiten Schritt Komponenten konstruiert;** eine dritte Forschergruppe innerhalb des Sonderforschungsbereichs kümmert sich um die Instandhaltung und den Betrieb. Die Forscher bauen allerdings keine fertigen Anlagen oder Prototypen: „Es ist keine angewandte Forschung, sondern ein Grundlagenforschungsprojekt“, betont Crostack. Ziel des Teams ist es, einzelne intelligente Komponenten zu entwickeln und aus ihren Ergebnissen eine »Anforderungsmatrix« zu erstellen. „Die Ansprüche ändern sich im Laufe der Nutzungsdauer. Eine Maschine muss nicht immer zu hundert Pro-

zent ausgelastet sein, sie kann auch mal weniger in Gebrauch sein.“ Genau diese dynamische Anpassung ist die Schwierigkeit, die durch eine flexible Matrix gelöst werden soll. Je nach gewünschter Intensität kann das Förderband dann so eingestellt werden, dass es möglichst optimal ausgelastet wird. Doch trotz Frühwarnsystemen und intelligenter Sensoren bleibt ein hundertprozentig störungsfreier Anlagenbetrieb laut Crostack wohl illusorisch: „Die beste Qualitätssicherung ist immer die, die nicht mehr gebraucht wird. Und ich bin schon seit 25 Jahren dabei.“

*Stefanie Bolsinger*

Herbst-Special

HILLERT



IHRE PERSÖNLICHE ABO-PRÄMIE!



Beinhaltet einen ausziehbaren Wanderstock, Taschenkompass und eine Trinkflasche mit praktischem Flaschenhalter.

LOGISTIKinside ist Ihr zuverlässiger Führer auf den Wegen durch die Welt der Logistikbranche. Denn das Fach- und Wirtschaftsmagazin der Branche unterstützt Sie mit top-aktuellen Informationen zu den Themen Logistik und Supply Chain Management. Und das auf höchstem Niveau.

# Genießen Sie beste Aussichten!

Auf dem Weg zum Insiderwissen von LOGISTIKinside bieten wir Ihnen den Blick auf zwei Gratis-Ausgaben und unser Panorama von Insiderwissen. Mit Abschluss eines Jahres-Abos sichern Sie sich 12 mal aktuellste Branchen-Berichte – und die Abo-Prämie für Aufsteiger: Das exklusive Wanderset.

Ihr Anruf oder Fax genügt:

Tel: 01 80/5 00 92 91 (0,12 €/Min.)  
Fax: 01 80/5 99 55 66 (0,12 €/Min.)  
Internet: www.logistik-inside.de

Verlag Heinrich Vogel  
Springer Transport Media GmbH  
Leser-Service • Neumarkter Straße 18  
81673 München



Ja, ich möchte 2 Ausgaben von LOGISTIKinside kostenlos lesen.

Bitte senden Sie mir die nächsten 2 Ausgaben von LOGISTIKinside kostenlos zu. Wenn ich von LOGISTIKinside überzeugt bin und nicht innerhalb von 14 Tagen nach Zustellung der zweiten Ausgabe schriftlich abbestelle, erhalte ich LOGISTIKinside monatlich für die Dauer eines Jahres (12 Ausgaben) zum Abo-Preis von 145,- €\* (im Ausland 155,20 €\*). Die Rechnungsstellung erfolgt jährlich. Das Abo kann ich nach Ablauf eines Jahres jeweils drei Monate vor Quartalsende kündigen. Die Auslieferung der Abo-Prämie erfolgt sobald das Abonnement bezahlt wurde und solange der Vorrat reicht.

\* Alle Abo-Preise inkl. Versandkosten und 7% MwSt.

Firma \_\_\_\_\_  
Branche \_\_\_\_\_  
Position \_\_\_\_\_  
Anzahl Mitarbeiter \_\_\_\_\_  
Name/Vorname \_\_\_\_\_  
Straße/Postfach \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort \_\_\_\_\_  
Telefon \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
E-Mail \_\_\_\_\_  
 Datum/Unterschrift \_\_\_\_\_

ANLIM0609

Ich bin damit einverstanden, dass mir von Ihnen oder Ihren Partnern telefonisch, schriftlich, per E-Mail oder per Fax weitere interessante Angebote gemacht werden, vorbehaltlich meines jederzeitigen Widerspruchsrechts (ggf. streichen). Dies bestätige ich mit meiner Unterschrift.



**VDI NACHRICHTEN HAT NUN MAL  
DIE ATTRAKTIVSTE BEWERBER-DATENBANK DEUTSCHLANDS.**

**ZUMINDEST FÜR INGENIEURE.\***

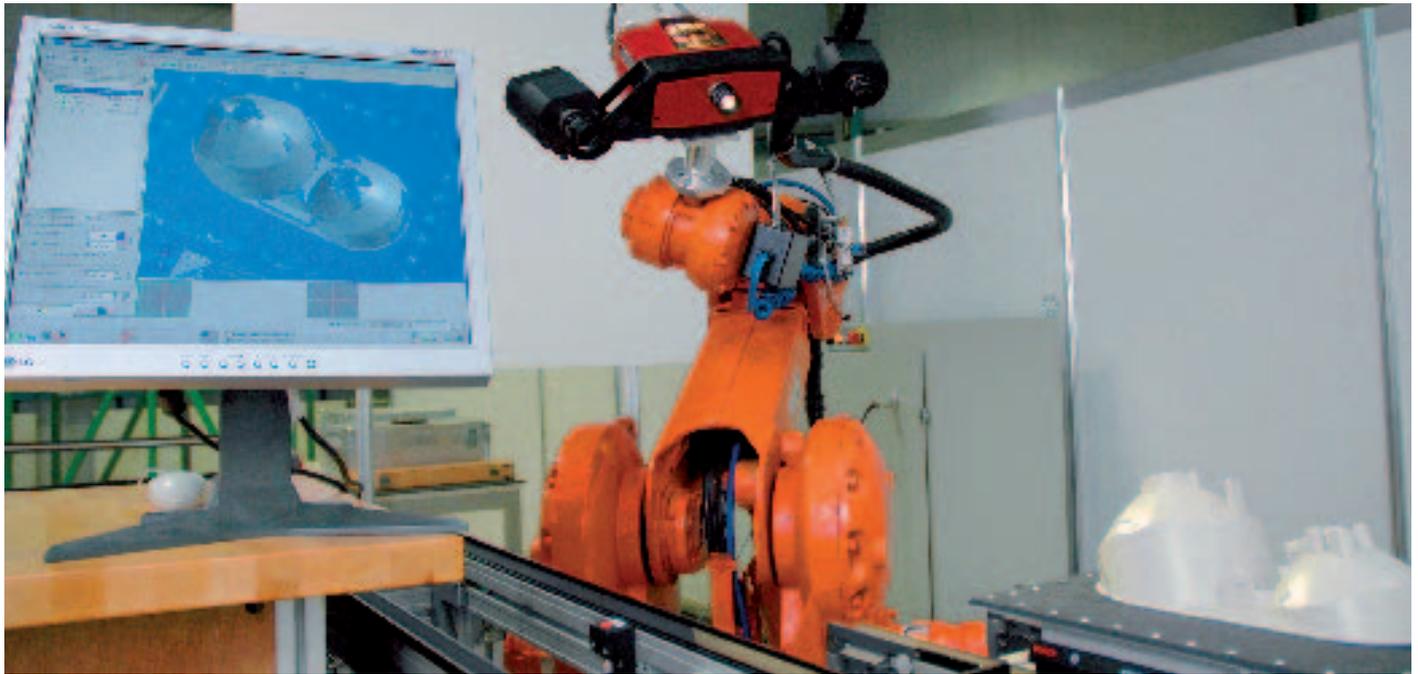
\* Mit über 6 000 von unabhängigen Personalberatern bewerteten Lebensläufen verfügt das VDI nachrichten-Karriereportal [ingenieurkarriere.de](http://ingenieurkarriere.de) über Deutschlands qualifizierte Bewerber-Datenbank für Ingenieure.

Ingenieure, die sich beruflich neu orientieren wollen, bauen darauf: die Bewerber-Datenbank auf [ingenieurkarriere.de](http://ingenieurkarriere.de). Wer hier steht, hat größte Chancen, den Job zu finden, den er sucht. Erfolgreich bewerben mit VDI nachrichten. Täglich im Internet. Wöchentlich im Stellenmarkt. Regelmäßig im Magazin Ingenieur Karriere und auf den Recruiting Events.

Das Karriereportal der VDI nachrichten.

**VDI nachrichten**  
**ingenieurkarriere.de**

Medienübergreifende Jobsuche mit VDI nachrichten: Stellenmarkt · Ingenieur Karriere · [ingenieurkarriere.de](http://ingenieurkarriere.de) · Recruiting Events



## Saugen und Greifen zugleich

### AUCH ROBOTER LERNEN NIE AUS

Zielstrebig nähert sich der Roboter dem chromglänzenden Scheinwerfer, nimmt ihn kurz ins Visier und greift dann millimetergenau zu. Fallenlassen ausgeschlossen. „Das kommt nie vor“, sagt Michael Sdahl. Er muss es wissen, denn der Diplomingenieur kennt die Anlage, die am Institut für Roboterforschung entwickelt wurde, bis ins kleinste Detail.

**An dieser nachgebauten Fertigungsstraße arbeitete** Sdahl fast fünf Jahre lang daran, Prozesse in der Automobilindustrie zu verbessern. Das Projekt heißt »Autonomes Sauggreifen«, weil ein Greifarm selbstständig die Werkstücke anhebt – nein, ansaugt, um sie zu transportieren. Drei Ejektoren, die mit etwa acht bar Luftdruck betrieben werden, erzeugen dabei ein Vakuum. Sie sorgen dafür, dass die Teile nicht herunterfallen. Die Reflektoren von Autoscheinwerfern stehen bei dem Projekt besonders im Fokus und zugleich die Frage, wie man sie am effektivsten handhaben kann. Bis ein Scheinwerfer einsatzbereit ist, sind zahlreiche Arbeitsschritte nötig: So wird unter anderem Grat entfernt, der Reflektor wird mit Aluminium metallisiert und lackiert, kontrolliert und schließlich verpackt. Für jedes Automodell werden unterschiedlich geformte Scheinwer-

fer hergestellt, denn die Lichter verleihen vielen Fahrzeugen den letzten Schliff. Einheitsdesign ist hier verpönt. Das macht die Verarbeitung allerdings nicht leichter. Diese geschieht bereits maschinell, doch „bisher gibt es für jedes einzelne Teil einen eigenen Greifer an den Produktionsstraßen. Das ist teuer, vor allem, wenn auf der gleichen Straße ein anderes Teil bearbeitet werden soll“, so Sdahl. Dann nämlich müssen die einzelnen Roboterarme wieder neu auf die Maße dieses Produkts eingestellt werden – was Zeit und Geld kostet.

**An diesem Punkt setzt Sdahl mit seiner Dissertation** »Autonomes Sauggreifen« an, die er im Rahmen des Projekts geschrieben hat. Sein Ziel: Ein Greifer für alle Reflektoren und ein einfaches Steuerungsprogramm, das schnell angepasst werden kann. Sein Konzept: Während das Bauteil auf einem einfachen Fließband entlangfährt, werden die komplexen Oberflächen und unterschiedlichen Formen der Reflektoren von einem 3D-Kamerasystem gescannt. Hundertstel Millimeter genau. „Der Scanner liefert allerdings nur Punkte, die zu Flächen zusammengefügt werden“, wirft Sdahl ein. Wie bei einer CAD-Zeichnung können dann auf dem digitalisierten Objekt die optimalen Greifpunkte festge-

legt werden. Egal wie das Teil liegt, es kann genau bestimmt werden, wo die Maschine es am besten anheben kann.

„Bisher wurden die Teile in festgelegten Positionen auf speziellen Werkstückträgern transportiert. Diese können nun eingespart werden, da die Reflektoren jetzt frei auf dem Förderband liegen“, zählt Michael Sdahl einen Vorteil des neuen Systems auf. Vorteil Nummer zwei: Die Fertigungsstraßen müssen durch die flexible Sauggreiftechnik nicht mehr aufwändig von Hand umgerüstet werden, wenn ein anderer Scheinwerfer bearbeitet werden soll. Welches Modell auch immer auf dem Band beim Roboter ankommt – es kann sofort bearbeitet werden.

Auf dem umkämpften Markt ist das Interesse der Automobilindustrie an einer solchen Optimierung natürlich groß. Andere Einsatzgebiete der hier entwickelten Technologie sind zum Beispiel das vollautomatische Sortieren von Paketen oder die Störstoffentfrachtung von biologischen Abfällen sowie die Müllsortierung allgemein. So kann die Technologie nicht nur einen Beitrag zur Produktivitätssteigerung leisten, sondern auch zur Umweltentlastung beitragen.

*Katrin Braun*

# Schrittmacher für die Pharmaforschung

## DIE LEBENSWISSENSCHAFTLICHE INNOVATIONSPLATTFORM DORTMUND

**E**in Reaktor, der bei 37 Grad Celsius arbeitet und dann noch mit Wasser – davon träumen wir Chemiker“, sagt Prof. Alfred Wittinghofer und gerät beinahe ins Schwärmen. Seine Begeisterung aber gilt nicht etwa einem besonders gelungenen Versuchsaufbau, sondern dem menschlichen Körper. In den Augen eines Biochemikers wie Wittinghofer ist der eben auch ein besonders faszinierender Reaktor, der sämtliche Errungenschaften der Chemietechnik immer noch locker in den Schatten stellt. Was in Stahltanks mit ausgeklügelten Lösungsmitteln, großer Hitze und unter hohem Druck nur mühsam – oder auch gar nicht – gelingt, schafft der Körper in lauwarmem Wasser, aus dem er schließlich zum größten Teil besteht. Am

Dortmunder Max-Planck-Institut für molekulare Physiologie (MPI) erforscht Wittinghofer die komplizierten chemischen Reaktionen, mit denen die rund 100 Billionen Zellen, aus denen ein Mensch zusammengesetzt ist, sich selber und gegenseitig beeinflussen. Gefahndet wird am MPI unter anderem nach »biochemischen Schaltern«, die zum Beispiel Wachstum durch Zellteilung oder auch den Tod der Zelle auslösen. Geraten solche biochemischen Signale aus dem Ruder, können etwa Tumore durch ungebremstes Wachstum entstehen.

**Wittinghofer und seine Mitarbeiter versuchen, den Signalketten** möglichst tief auf den Grund zu gehen. Sie betreiben damit zwar in erster Linie Grundlagenforschung,

viele ihrer Ergebnisse sind aber durchaus schon nah an der Anwendung. So bedienen sich bestimmte Krebs-Medikamente bereits jetzt genau jener biochemischen Mechanismen, die die Grundlagenforscher unter die Lupe nehmen. Und „damit wir nicht wunderbare Forschung machen, und die Industrie es gar nicht merkt“, so Wittinghofer, haben das Land Nordrhein-Westfalen und die Europäische Union nun im großen Stil in eine »Lebenswissenschaftliche Innovationsplattform Dortmund« investiert. 37 Millionen Euro fließen bis 2008 in einen Verbund aus MPI, dem BioMedizinZentrumDortmund (BMZ), der Universität Dortmund und der Ruhr-Universität Bochum. Am 23. Juni konnte die Plattform offiziell ihre Arbeit aufnehmen. Das BMZ,



Die Zentren der Innovationsplattform bieten der Wirtschaft effiziente Analysemethoden.



eine Tochtergesellschaft des Technologie-ZentrumDortmund, fungiert dabei als Bindeglied zur Wirtschaft.

**„Wir werden ein aktives Informationsmanagement nach außen betreiben“**, sagt Dr. Doris Schnabel, die Projektleiterin am BMZ, „und das wird weit über Messebesuche und Veranstaltungen hinausgehen. Unser Ziel ist zum einen, Unternehmen an den Standort zu holen, zum anderen aber auch, Ausgründungen aus den Instituten und eigene Patente zu fördern.“ Auf drei Säulen steht die neue Innovationsplattform: dem am MPI angesiedelten Zentrum für Systembiologie (ZfS), das vom geschäftsführenden Direktor Wittinghofer stellvertretend für alle vier beteiligten MPI-Direktoren geleitet wird, sowie zwei ebenfalls neu gegründete Zentren, die organisatorisch dem BMZ angegliedert sind. Wie eng die Verzahnung ist, zeigt schon, wer für die wissenschaftliche Leitung der Zentren berufen wurde: Beim Zentrum für Angewandte Chemische Genomik (ZACG) ist es mit Prof. Herbert Waldmann ebenfalls ein MPI-Direktor. Prof. Helmut E. Meyer von der medizinischen Fakultät der Ruhr-

Universität Bochum leitet das Zentrum für Angewandte Proteomik (ZAP). Durch diese weit gestreckte interdisziplinäre Konstellation erhoffen sich die Forscher der Innovationsplattform gute Chancen, die rein anwendungsorientierte Pharmaforschung erfolgreich ergänzen zu können. „Wir sehen uns als Zulieferer“, sagt Doris Schnabel, „wir setzen dort an, wo es für die Wirtschaft noch zu früh ist, mit der Forschung zu beginnen.“

Das Konzept bei der Wirtschaft auf großes Interesse stößt, zeigt die aktive Teilnahme der Industrie vertreten durch Boehringer Ingelheim microParts, Bruker Daltonik, Degussa, Qiagen und dem niederländischen Konzern Organon an der Auftaktveranstaltung der Lebenswissenschaftlichen Innovationsplattform Dortmund im Juni 2006.

**Allen Zentren der Innovationsplattform ist gemein, dass sie der Wirtschaft effiziente Analysemethoden anbieten können**, die den Entwicklungs- und Erprobungsprozess in der Medikamentenentwicklung stark verkürzen könnten. Wie schnell ein Unternehmen ein neues Präparat auf den

Markt bringen kann, entscheidet über den Gewinn, den es damit erwirtschaftet – und letztlich auch, wie viel es in die Entwicklung investieren kann. Denn die Patentlaufzeit ist festgelegt und jeder vorklinische Test braucht wertvolle Zeit, in der das Unternehmen noch kein Geld verdienen kann.

**Das ZACG setzt bereits bei der Suche nach neuen Wirkstoffen** an. Um das Trial-and-Error-Verfahren, das bei der Auswahl neuer Substanzen noch immer eine große Rolle spielt, entscheidend einzuschränken, gehen die Forscher von Naturstoffen wie etwa dem Penicillin aus. Naturstoffe sind „prävalidiert“; sie haben ihre Wirksamkeit bereits in biologischen Systemen bewiesen.

Mit umfangreichen Datenbanken, die solche natürlichen Wirkstoffe systematisieren, könnte die Auswahl neuer Wirkstoffe entscheidend abgekürzt werden. Auch die Proteinforscher vom ZAP setzen auf die Kombination von Analyse und Systematisierung durch Bioinformatik und Biostatistik. Mittels Biochips lassen sich etwa Protein- oder auch Antikörperreaktionen, die bei Krebs- oder Autoimmunerkrankungen eine Rolle spielen, in großer Zahl gleichzeitig erfassen. Auch mit einem hochmodernen zweidimensionalen Elektrophorese-Verfahren, das die Proteinforscher weiter verfeinern, lassen sich an die 1.000 verschiedene Proteine zeitgleich unterscheiden und identifizieren.

Während die Protein- und Genomforscher sich mit möglichen Wirkstoffen vorwiegend auf molekularer Ebene beschäftigen, betrachten die Systembiologen deren Auswirkungen auf komplexere Systeme wie Zellen, Organe oder Organismen.

**„Es gibt manchmal wunderbare Reagenzglas-Ergebnisse**, und selbst bei Mäusen zeigen sich noch die erwarteten Wirkungen“, erklärt Alfred Wittinghofer, „aber beim Menschen funktioniert es dann überhaupt nicht mehr.“ Auch für Naturwissenschaftler ist der Mensch weit mehr als die Summe seiner Teile. Und selbst wenn schon eine ganze Reihe biochemischer Schalter unter den Genen und Proteinen bekannt ist, ist es nur selten einfach, einen solchen Schalter umzulegen. „Es ist wie bei einer komplexen elektronischen Schaltung“, sagt Wittinghofer, „es führen meistens viele Drähte zu einem Punkt.“

Karsten Mark

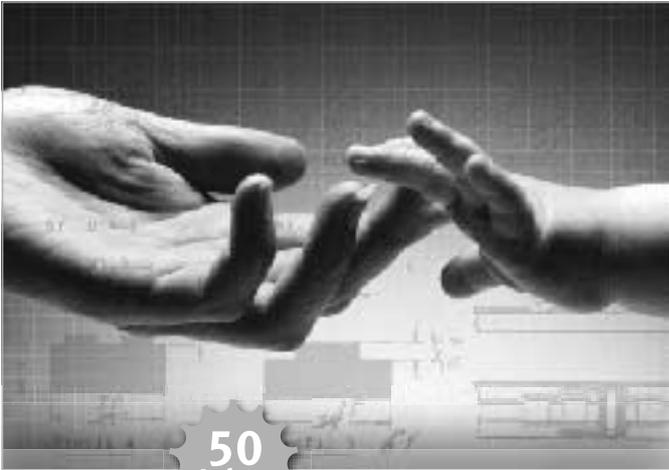
## info

Die **Lebenswissenschaftliche Innovationsplattform Dortmund** ist eine interdisziplinäre Forschungsk Kooperation, die mit einem wissenschaftlichen Leitungsgremium statt eines einzelnen Leiters an der Spitze arbeitet. Jedes der drei neu gegründeten Zentren, die die Säulen der Plattform bilden, ist mit einem eigenen Leiter vertreten.

Prof. Dr. Alfred Wittinghofer vertritt als geschäftsführender Direktor des Dortmunder Max-Planck-Instituts für molekulare Physiologie (MPI) das Zentrum für Systembiologie (ZfS), das als zentrale tragende Säule fungiert. Intern wird das ZfS von allen vier Dortmunder MPI-Direktoren gleichberechtigt geführt – neben Wittinghofer sind das Prof. Dr. Philippe Bastiaens, Prof. Dr. Roger S. Goody und Prof. Dr. Herbert Waldmann.

Prof. Dr. Herbert Waldmann fungiert zugleich als Leiter des Zentrums für Angewandte Chemische Genomik (ZACG), das ebenso wie das Zentrum für Angewandte Proteomik (ZAP) mit der Universität Dortmund kooperiert. Leiter des ZAP ist Prof. Dr. Helmut E. Meyer von der Ruhr-Universität Bochum.

ZACG und ZAP sind dem BioMedizinZentrumDortmund (BMZ) angegliedert, einer Tochtergesellschaft der TechnologieZentrumDortmund GmbH. Als Projektkoordinatoren fungieren Dr. Doris Schnabel für das BMZ, Dr. Astrid Krämer für das ZfS, Dr. Petra Grünwald für das ZAP und Dr. Klaus Klaus F. Rammert für das ZACG.



**50 Jahre**

### Händchen für Innovationen

Frische Ideen rund um das Thema Industriekunststoffe prägen Murtfeldt seit über einem halben Jahrhundert. Systematische Forschungen und viel Ehrgeiz waren dabei schon immer maßgebliche Triebfedern für den weltweiten Durchbruch von Murtfeldt Produkten. Damit dies auch in Zukunft so bleibt, geben wir heute unsere Erfahrung verantwortungsbewusst an künftige Leistungsträger weiter. Wir entwickeln, damit Sie morgen führend sind.

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



Wir danken der Firma

**REWE DORTMUND**

**Großhandel eG**

für die finanzielle Unterstützung  
dieser Publikation.

**REWE**

# Von gefallenen Engeln und wachsender Wirtschaft

DER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN HIMMELSLEHRE UND SOZIALEN SYSTEMEN



Wissenschaftler beschäftigen sich nicht mit Engeln. Sogar in der Theologie ist das Thema schon seit Jahrzehnten out. Nach dem modernen Wirklichkeitsverständnis ist nur das wahr, was wir erforschen und begreifen können – und dazu zählen der Himmel und seine Bewohner eindeutig nicht. Oder? Thomas Ruster plädiert für eine andere Wahrnehmung. Mit Niklas Luhmanns Systemtheorie hat der katholische Theologe einen wissenschaftlichen Dreh gefunden, sich wieder mit Engeln beschäftigen zu können – und die Fachöffentlichkeit damit ziemlich geschockt.

**Auch wenn die Wissenschaft einen Bogen um himmlische Wesen macht** – viele Menschen sind fasziniert vom Gedanken an die Existenz von Engeln. Dass die Engelslehre ein Eigenleben in der Esoterik führt, hat Thomas Ruster deshalb schon immer gestört: Weniger der »gute« Engel stehe dabei im Mittelpunkt des Interesses, sondern vielmehr der dämonische. In Filmen wie »Harry Potter«, in Computerspielen und Romanen kämpfen die Helden von heute gegen Wesen aus dem Jenseits. „Menschen suchen diese Dimension der Wirklichkeit, weil sie das Gefühl haben, dass unsere aufgeklärte Wirklichkeitsbeschreibung zu kurz greift“, glaubt Ruster. Zu viel Irrationales und Unerklärliches passiert in der hoch technisierten Gesellschaft, die scheinbar so vernunftbetont handelt. Dass es da noch mehr gibt – dieser Gedanke sei nicht esoterisch, sondern zutiefst biblisch. Gott schuf schließlich Himmel und Erde. Der erste Satz der Bibel sei fast schon der wichtigste: „Er besagt, dass zur Welt auch ein unzugänglicher und unbeflussbar Teil gehört – eben der Himmel. Genau da setze ich mit meiner Forschung an.“ Ruster zufolge haben Engel als

Mächte und Gewalten auch heute noch Macht und Gewalt – und irritieren das Zeitalter der Vernunft durch ihre eigene Logik, die auf Erden als Irrationalität wahrgenommen wird.

**Irrational findet der Wissenschaftler zum Beispiel**, dass das Wirtschaftssystem Armut, Arbeitslosigkeit und Ausgrenzung produziert. Dass die Wirtschaft immer weiter wachsen, dass alles immer schneller gehen muss. „Solche negativen Effekte kann man auf das Wirken von Mächten und Gestalten zurückführen. Das Wirtschaftssystem ist ein gefallener Engel“, sagt Ruster. Ein Satz, an den man sich gewöhnen muss. Aus Sicht der Systemtheorie des Juristen und Soziologen Niklas Luhmann lautet dies so: Das gesellschaftlich autonome und autopoietische – also sich selbst erschaffende und erhaltende – Wirtschaftssystem hat sich verselbstständigt und ist nur noch auf den eigenen Erhalt bedacht. Es erfüllt keine Funktion mehr für den Einzelnen, sondern schadet ihm im schlimmsten Falle.

Engel sind also soziale Systeme, und soziale Systeme sind Engel – für den Theologen sind die Parallelen verblüffend. Er hat die Probe aufs Exempel gemacht: „Die Aussagen der Engellehre, die heute weitgehend verschüttet sind, ergeben wieder Sinn, wenn man für das Wort »Engel« die Wörter »soziales System« einsetzt.“ Und umgekehrt funktioniert es auch: Luhmann spreche von sozialen Systemen als unsichtbare, aber reale Wesen. Mit allem, was lebt, teilen sie den Willen zur Selbsterhaltung. Menschen sind auf sie angewiesen, das System erfüllt ihre Bedürfnisse – darin liege der Ursprung der »himmlischen,« Macht.

**Als Beispiel führt Ruster am liebsten das Wirtschaftssystem an.** „Wir gehen ins Geschäft, legen einen bunt bedruckten Schein hin und bekommen dafür etwas zu essen – das ist eine unglaublich komplexe Kommunikationshandlung. Wie das genau funktioniert, durchschaut der Einzelne gar nicht.“ Das sei auch nicht nötig: Das System ist klüger, der Mensch fällt seiner Macht anheim. Ist der Mensch nur ein willenloses Opfer, das von himmlischen Gewalten beherrscht wird? Genau so sei es, sagt Ruster. Normalerweise tue das System, was den Menschen diene – schließlich nähre es sich aus deren Bedürfnissen. Gefährlich werde es, wenn das soziale Sys-

tem nur noch ums Überleben kämpft und dabei den Beteiligten schadet. Beispiele kenne jeder. Schon ein Gespräch sei so ein System, das mitunter weiter führt und länger dauert, als es den Sprechenden gut tut. Familien sind soziale Systeme, die oftmals auch dann zusammen bleiben wollen, wenn ein Beteiligter, etwa das Kind, darüber krank wird. Vereine existieren, obwohl sie ihren Zweck gar nicht mehr erfüllen. Kriege werden weiter geführt, auch wenn längst alles verloren ist. Das System setzt sich auf Kosten der Beteiligten durch. In der Bibel findet man das Phänomen als "Sündenfall der Engel“, sagt Thomas Ruster: „Gestürzte Engel erfüllen ihre schöpfungsgemäße Aufgabe nicht mehr, sondern wollen selber Götter sein. Wenn Systeme ihren Sündenfall erleiden, gibt es keine Instanz, die die Ordnung wiederherstellen kann. Im Fall des Nazi-Regimes hat sich das politische System autonomisiert. Heute hat es das Wirtschaftssystem geschafft. Wir tanzen nach der Pfeife der Wirtschaft.“

**Sein Buch »Von Menschen, Mächten und Gewalten. Eine Himmelslehre.** wird seit seinem Erscheinen im Juli 2005 lebhaft diskutiert, der Vorgänger »Der wechselbare Gott« aus dem Jahr 2000 erreichte in drei Jahren sieben Auflagen – in der Theologie eine der höchsten Auflagen des vergangenen Jahrzehnts. „Ich gelte als Aufseher erregender Außenseiter“, sagt Ruster und lacht. Ein Außenseiter vielleicht auch deshalb, weil er sich mit theologischer Theorie nicht zufrieden gibt. Seine Sicht auf die Welt soll dabei helfen, sie zu verändern – „das ist ein spezifisch katholisches Anliegen.“ Die Welt aus dem – mit Karl Marx gesprochen – stummen Zwang der ökonomischen Verhältnisse zu befreien, lautet das Ziel. Ungehemmtes Wirtschaftswachstum ist kein Muss: „Wir können inzwischen nur noch weiter wachsen, wenn wir Arbeitskraft verbilligen und gegen alle ökologischen Bedenken neue Märkte erschließen.“ Das Wirtschaftssystem könne zwar nicht sündigen, aber es nähre sich von der Grenzenlosigkeit der Menschen. Es zwingt sie, ihre Bedürfnisse in der Form zu erfüllen, die das System vorgibt. Das sei die teuflische Verführung unserer Zeit.

Während die Systemtheorie sich damit begnügt, solche gesellschaftlichen Zusammenhänge zu beschreiben, geht Ruster einen Schritt weiter. Schließlich spricht die Theologie nicht nur von der Sünde, son-

dern auch von Erlösung. Die Theologie, fordert er, müsse wieder mehr vom Himmel, den Engeln und Satan sprechen. Denn sie könne zeigen, dass die Mächte und Gewalten, die uns heute bedrängen, längst entmachtet sind: Gott sei als Schöpfer des Himmels und der Erde auch Herr über alle Mächte und Gewalten. Mit Gottes Hilfe könnten sich die Menschen aus den Fängen fehlgeleiteter Systeme lösen.

Als Christ, erinnert Ruster, lebe man zuallererst zur Ehre Gottes. So erhalte man das »ewige«, also das richtige, wahre Leben, das von dämonischen Mächten nicht mehr beeinflusst ist. Deshalb sollten Christen sich vor jeder Entscheidung fragen, was Gottes Wille wäre – und damit in der modernen Gesellschaft ein System durchsetzen, das nach einer anderen Unterscheidung operiert. Anhaltspunkte dafür liefere die alttestamentliche Tora mit ihren 613 Bestimmungen. Wer sie befolgen wolle, müsse lernen, nicht immer nur nach dem Sinn und Nutzen zu fragen, sondern danach, was Gott will.

**Die Welt retten können die Christen damit sicher nicht**, das weiß auch Ruster. Aber einiges in Bewegung bringen, das könnten sie schon. Die Christen wären ein Störfaktor im System, der die Umwelt zu Reaktionen zwingt – nach Luhmann passieren Veränderungen in der Gesellschaft genau dadurch. Für ihn hat Theologie heute die Aufgabe zu irritieren. In Vorträgen und Aufsätzen erinnert er an ein biblisches Gebot: das Zinsverbot. Gäbe es keinen Zins, dann gäbe es auch keinen unbedingten Zwang zum Wirtschaftswachstum. Eine zinsfreie Binnenwährung zumindest innerhalb der Kirche zu etablieren – das ist ein Ziel, für das er zusammen mit anderen Geldkritikern und alternativen Ökonomen kämpft, denn: „Wenn es die Christen mit ihrer nicht unbedeutenden Zahl hinbekämen, Güter zinsfrei auszutauschen, wäre das eine schöne Irritation im System.“

*Katrin Pinetzk*



Mit Blechen zum Erfolg: Die mittelständischen Baroper Federn- und Stanzzwerke



Das kommt doch inzwischen längst alles aus China", denken viele Menschen automatisch, wenn der Lebensmittel-Discounter mal wieder günstige Bürostühle im Angebot hat. Die Zukunft der deutschen Industriewirtschaft liegt im Hightech, denken ebenfalls viele Menschen. Wenn es noch Wachstum gibt, dann dort! Stimmt beides nicht, weiß Prof. Hartmut Hirsch-Kreinsen. Auch heimische Betriebe können gegen die Konkurrenz aus dem Ausland bestehen – sogar dann, wenn sie weder forschen noch entwickeln, sondern „nur“ produzieren.

**So genannte Lowtech-Betriebe sind ein Steckpferd des Lehrstuhlinhabers** für

Wirtschafts- und Industriosozologie. „Wald- und Wiesenbetrieb“ nennt er sie fast liebevoll: Unternehmen, die weniger als drei Prozent ihres Umsatzes in Forschung und Entwicklung stecken und deren Produkte so einfach und technisch längst ausgereift sind, dass die Konkurrenz sie leicht imitieren könnte. Das klingt nicht gerade nach Eigenschaften, die für Wachstum und Erfolg stehen. Dass solche Unternehmen jedoch erfolgreich sind, auch wenn sie nicht forschen; dass sie innovativ sind, auch ohne eigene Innovationsabteilung: Das belegen die Forschungen des 58-Jährigen – zuletzt im EU-Projekt »Policy and Innovation in Lowtech« das Hirsch-Kreinsen an der Universität Dortmund koordinierte. Seit das Projekt Ende 2005 abgeschlossen wurde, verkündet er sein Credo nur umso überzeugter: Lowtech-Firmen spielen für den Wirtschaftsstandort Deutschland eine große und größtenteils verkannte Rolle.

Da sind zunächst einmal die nackten Zahlen. Im Jahr 2003 erwirtschafteten Lowtech-Unternehmen immerhin gut die Hälfte des Industrieumsatzes in Deutschland. Dort arbeiten rund 60 Prozent aller Beschäftigten des verarbeitenden Gewerbes; das sind rund 3,8 Millionen Menschen. Die-

# Bleche und Badewannen trotz Bits und Bytes

HIGH- UND LOWTECH SOLLTEN SICH STÄRKER VERNETZEN

se Strukturen sind seit Jahren relativ stabil. Lowtech-Betriebe entwickeln sich nicht viel schlechter als Unternehmen der Hochtechnologie.

**Was ist Lowtech? „Lowtech sagt nichts über die hinter der Technologie** stehende Intelligenz aus. Oft werden neueste wissenschaftliche Erkenntnisse zur Entwicklung von Lowtech-Geräten verwendet“, beschreibt das freie Internet-Lexikon Wikipedia und nennt Lowtech eine Konstruktionsphilosophie, die bewusst auf teure und komplizierte Technik verzichtet, zugunsten einfacher Wirkprinzipien. Lowtech sei ein schwieriger Begriff, findet Wirtschaftsingenieur Hirsch-Kreinsen, in den Ohren vieler klinge er fast polemisch oder sogar diskriminierend: „Wer will schon Lowtech sein? Wir versuchen, den Begriff nicht mehr zu verwenden, obwohl er eigentlich eine neutrale, wissenschaftliche Kategorie ist. Wie sprechen lieber von »mature industries«, also reifen Industrien.“

Bewusste Wortwahl ist eine der Methoden, mit denen der Lowtech-Lobbyist gegen falsche Vorstellungen zum Beispiel in Politiker-Köpfen anforst. Die Vorstellung lautet: Um Innovationen voranzutreiben, müssen wir mehr in Forschung und Entwicklung investieren, müssen wir Hightech-Unternehmen wirtschafts- und technologiepolitisch fördern. „Das ist ja nicht falsch, aber in seiner Ausschließlichkeit sehr kurzfristig. Denn erstens sind auch Lowtech-Unternehmen innovativ – nur dass ihre Innovationen schrittweise passieren und daher weniger spektakulär sind. Und zweitens brauchen High- und Lowtech einander für den Erfolg.“

**Hightech, das ist in Deutschland vor allem die Automobilindustrie.** Das sind Software- und IT-Unternehmen, dazu gehören die Raumfahrt und der Maschinenbau. Lowtech-Unternehmen produzieren dagegen Dichtungsringe, Badewannen, Wellpappe-Kartons oder Steckverbindun-

gen für Elektroleitungen. Hirsch-Kreinsens Lieblingsbeispiel aber ist ein Bürostuhl-Produzent. Wie das süddeutsche Unternehmen es geschafft hat, sich mit seinen vergleichsweise einfachen Produkten gegen eine mächtige Konkurrenz vor allem aus China zu behaupten und sogar in den Filialen eines führenden Lebensmitteldiscounters zu landen, erzählt Hirsch-Kreinsen gerne. „Chinesische Hersteller wären wohl noch zehn Euro billiger gewesen, aber dieser Bürostuhlhersteller hat gewonnen – unter anderem, weil er innovativ ist“, sagt Hirsch-Kreinsen. So habe das Unternehmen sein Stuhl- mit einem Serviceangebot ergänzt: Käufer, die mit dem Aufbau nicht zurecht kommen, können eine Hotline anrufen und landen direkt im Unternehmen. Dort werden sie mit kompetenten Leuten verbunden – ein schlagendes Verkaufsargument für den Discounter.

**Beim Stichwort Innovation denken viele Menschen automatisch an Erfindungen,** Patente und Produkte, auf die die Welt schon lange gewartet hat. Doch Erfolg kommt oftmals viel unspektakulärer daher. „Ein Geschäftsführer kommt von einer Messe und bringt eine neue Idee mit. Ein Kunde hat einen speziellen Wunsch. Ein Mitarbeiter kommt auf die Idee, alte Komponenten neu zusammensetzen“, zählt Hirsch-Kreinsen auf. Aus solchen Situationen entstehen Innovationen. Jene, die den Grundstein für den Erfolg des Bürostuhl-Unternehmens legte, ist ein klassisches Beispiel dafür: Der Seniorchef hatte vor Jahren den Einfall, Drehstühle für Kinder zu produzieren – die gab es bis dato nicht. Er besorgte sich eine Lizenz von Walt Disney und bedruckte die Stühle mit Comicfiguren. „Das war damals ein neues Produkt, das sehr erfolgreich wurde“, erzählt Hirsch-Kreinsen. Eine andere aktuelle Innovation sei es, sich auf den US-Markt zu wagen – mit dem Wissen darum, dass die amerikanische Büro-Sitzkultur eine Katastrophe

sei. „Man hat eine Marktnische gesehen und besetzt – genau das ist Innovation.“

**Wichtig für die Innovationsfähigkeit von Lowtech-Unternehmen** sei Erfahrungswissen: Was kann man aus unseren Komponenten und Produkten noch machen? Was ist unser Markt, wer ist die Konkurrenz, wie schnell und wie teuer können wir sein? Dieses Wissen basiere nicht auf Forschung und Studien, sondern auf Erfahrung und Intuition, besonders aber auf der Fähigkeit, externes Wissen und neue Technologien gezielt zu nutzen – Faktoren, die die Konkurrenz nicht ohne weiteres nachahmen kann. Flexibilität und der Standortvorteil sind oft ebenfalls Gründe, warum deutsche Unternehmen die ausländische Konkurrenz hinter sich lassen: „Schaffen Sie mal 30 Container mit Stühlen übers Wochenende von China hierher!“

Solche Beispiele kennt Hirsch-Kreinsen Dutzende. Da ist der Ankerketten-Hersteller, der sich auf Anker für Bohrstationen spezialisiert hat und individuelle Ketten für jeden Kunden anfertigt. „Diese Firma hat keine Ingenieure, keine CAD-Anlage – nur die Beschäftigten in der Werkstatt“, sagt Hirsch-Kreinsen. Welche Materialien benutzt und wie geschmiedet wird, das werde dort im laufenden Prozess entschieden, allein auf Grundlage des Knowhows der Leute in der Werkstatt. „Ein sehr erfolgreicher Betrieb“, so Hirsch-Kreinsen. Da ist der Landmaschinenhersteller, der spezielle, auf seine Kunden abgestimmte Pflüge anbietet – mit einer Mini-Konstruktionsabteilung, aber einer erfahrenen Mannschaft in der Montage. Da sind die Baroper Federn- und Stanzwerke aus Dortmund, ein Unternehmen, das spezielle Bleche für Cabriolet-Hersteller produziert. „Auf den ersten Blick sind diese Bleche nicht sonderlich eindrucksvoll. Aber wenn Porsche ein neues Cabrio entwickelt, brauchen sie auch neue Bleche. Und die kann das Unternehmen aufgrund seiner Erfahrung in sehr gu-



Hartmut Hirsch-Kreinsen wünscht sich eine stärkere Vernetzung von High- und Lowtech.

ter Qualität, schnell und günstig anbieten.“ Die Baroper Federn- und Stanzwerke sowie vier weitere Unternehmen aus dem Lowtech-Sektor nimmt Hirsch-Kreinsen zurzeit für ein vom Bundesforschungsministeriums geförderte Projekt genauer unter die Lupe. „Wir untersuchen in diesen Betrieben einzelne Abläufe mit dem Ziel, sie besser aufeinander abzustimmen und systematischer zu gestalten“, beschreibt Hirsch-Kreinsen. Am Ende sollen exemplarische Lösungen stehen – zum Beispiel, wie Lowtech-Betriebe ganzheitliche Geschäftsmodelle entwickeln und möglichst einfach implementieren können. Denn trotz der Rolle, die Tradition und Erfahrungswissen oftmals in solchen Betrieben spielen: Voraussetzung für den Erfolg ist ein modernes Management. Erfolgreiche Lowtech-Betriebe gehören gerade nicht zu jenen, die sich seit Jahrzehnten nicht verändert haben.

**Gemein haben all diese oftmals unscheinbaren Unternehmen eines:** Sie spielen in der Hightech-Perspektive der politischen Entscheider und der wissenschaftlichen Innovationsdebatte so gut wie keine Rolle. „Wenn die Forschungsministerin und die Kanzlerin jetzt für den Wissenschaftsstandort Deutschland eine neue Hightech-Initiative verkünden, dann ist das wieder nur auf Unternehmen und Sektoren gemünzt, die in Forschung und Entwicklung viel tun. Da bleiben die Wald- und Wiesenbetriebe außen vor.“

Kurzichtig sei das auch deshalb, weil genau diese Betriebe die Kunden für viele Hightech-Unternehmen sind. Die Baroper Federn- und Stanzwerke etwa arbeiteten mit wenigen Ingenieuren, jedoch mit anspruchsvollen, teuren Anlagen. Der

mittelständische Blechhersteller ist es, der die mit großem Forschungsaufwand entwickelten Prozesstechnologien anwendet – und dem Hersteller zurückmeldet, wie die Maschine läuft, welche Probleme sie hat. „Nur so können die Hightech-Entwickler ihre technologisch sehr anspruchsvollen Produkte weiterentwickeln. Es ist eine Wechselwirkung, eine typische Hersteller-Anwender-Beziehung“, so Hirsch-Kreinsen. Die industrielle Innovationskette, behauptet er, hänge entscheidend von den Lowtech-Betrieben ab.

**Natürlich: Wie lange deutsche Betriebe gegen die teilweise übermächtige Konkurrenz noch aushalten können,** wisse niemand. Und für die Produktion von „Ex- und Hopp-Produkten“, die längst containerweise aus billigeren Ländern kommen, gelte die behauptete Konkurrenzfähigkeit nicht.

„Die räumliche Nähe zu den Kunden, die flexible Lieferfähigkeit und eine gute, verlässliche Belegschaft sind aber Argumente dafür, dass bestimmte Bereiche dieser traditionellen Industrien auf Dauer Chancen haben.“ Auch die Hightech-Umgebung sei ein Erfolgsfaktor der Lowtech-Betriebe, sagt Hirsch-Kreinsen: „Man kann natürlich auch Maschinen von irgendwoher kaufen. Aber wenn ich den Maschinenlieferanten im Land habe, kann ich mich mit ihm schneller kurzschließen.“

Man profitiert also voneinander. Dass sich High- und Lowtech stärker vernetzen, wünscht sich Hirsch-Kreinsen. Und dass Politiker in ganz Europa sich ein Stück weg von ihren Hightech-Lieblingsakteuren bewegen „und sich auch einmal die Wald- und Wiesenunternehmer angucken“

*Katrin Pinetzki*



Ist der Beratungsdschungel für benachteiligte Jugendliche eine Sackgasse?

## Kein Durchblick für benachteiligte Jugendliche?

BERATER MÜSSEN STÄRKER KOOPERIEREN

**S**ie sind die Kellerkinder des Bildungssystems: Sie stehen ganz unten. Allerdings nicht, weil sie tief gefallen sind – viele bekamen erst gar keine Chance zum Aufstieg: arbeits- und ausbildungslose Jugendliche; junge Menschen, die statt einer Berufslaufbahn eine »Maßnahmenkarriere« einschlagen. So heißt es, wenn am Ende des einen Projekts zur Berufsvorbereitung nur der Beginn des nächsten steht – bis man irgendwann zu alt für Fördermaßnahmen ist.

**Jeder zehnte Jugendliche verlässt heute die Schule ohne Abschluss.** Fast 1,5 Millionen junge Leute zwischen 20 und 30 Jahren haben in Deutschland keine abge-

schlossene Berufsausbildung, das sind etwa 15 Prozent dieser Altersgruppe. Sie sind benachteiligt, aus vielerlei Gründen: Religion, Geschlecht und Herkunft können die Chancen auf ein ganz normales Leben als Arbeitnehmer ebenso drücken wie eine Lernbehinderung, schlechte Schulnoten oder ein fehlender Abschluss. Abgeschrieben werden diese jungen Leute nicht – im Gegenteil: Geldgeber gibt es viele. Die Bundesagentur für Arbeit und die EU, Bildungs- und Arbeitsministerien in Bund und Ländern sowie einzelne Unternehmen nehmen Geld für die Benachteiligtenförderung in die Hand und geben es an gemeinnützige Vereine, Handwerks-

kammern oder kirchliche Träger weiter, die daraus Förderprogramme basteln mit Namen wie ORINETz, PFAU, JUMP oder KOMBI. Rund um die Benachteiligtenförderung ist ein Markt aus Projekten entstanden, der nach Expertenmeinung mittlerweile eher einem Dschungel denn einer Landschaft gleicht. Ungezählte Maßnahmen, Initiativen und Programme entstanden in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten mit dem Ziel, Jugendlichen in den Arbeitsmarkt zu verhelfen. Oftmals konkurrieren mehrere Anbieter an einem Ort und behindern sich dabei im schlimmsten Fall gegenseitig. Im besten Fall ergänzen sie einander und kooperieren mit Arbeits-



agentur, Betrieben, Schulen und weiteren örtlichen Trägern der Sozial- und Jugendhilfe – aber dieser Fall tritt nur selten ein, wie Prof. Günter Pätzold und seine Mitarbeiterin Judith Wingels herausgefunden haben.

**„Unübersichtlich, wenig transparent, wenig kooperativ“**, lautet das Fazit einer Studie, die der Lehrstuhlinhaber für Berufspädagogik an der Universität Dortmund kürzlich für die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) abgeschlossen hat. Pätzold und Wingels befragten 91 Akteure der Benachteiligtenförderung in ganz Deutschland mit einem Fragebogen, ergänzend gab es Einzelinterviews mit ausgewählten Trägern. Auch die Seite der Unternehmen und Betriebe, in die die Jugendlichen vermittelt werden, interessierte die Forscher. Für diese Zielgruppe konnte Pätzold auf die Hilfe des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) zurückgreifen: Das BIBB gewährte den Zugriff auf das Referenz-Betriebs-System (RBS). Diese Datenbank umfasst mehr als 1.800 Ausbildungsbetriebe, die sich regelmäßig zu aktuellen Themen der

betrieblichen Berufsausbildung befragen lassen. Mehr als 500 Betriebe schickten den Fragebogen nach Dortmund zurück.

Ob die Anbieter vor Ort mit Schulen, Betrieben und anderen Jugendhilfe-Einrichtungen kooperieren, interessierte die Forscher dabei besonders. Schließlich hatte der Auftraggeber, die Bund-Länder-Kommission, vor sechs Jahren ihre letzte Studie zu diesem Thema veröffentlicht und anschließend alle Beteiligten eindringlich zu mehr Kooperation und Netzwerkbildung aufgefordert. Haben die Mahnungen ge- fruchtet?

**„Ja, aber ...“ lautet die Antwort der Dortmunder.** So vergibt die Bundesagentur für Arbeit nur noch Fördergelder für Anbieter, die sich Kooperation auf die Fahnen schreiben – ein wichtiger Fortschritt, der die Notwendigkeit von Kooperation in ganz Deutschland ins Bewusstsein gerückt hat. Tatsächlich haben sich vielerorts Arbeitskreise gebildet und drei Viertel der von den Dortmunder Forschern befragten Akteure sehen Vorteile in der Kooperation. Vor allem für die Jugendlichen sei es besser,

wenn verschiedene Anbieter sich zu Netzwerken zusammenschließen, so die Befragten. Auch für die einzelnen Institutionen habe Kooperation durchaus Vorteile. Von den befragten Betrieben bilden knapp die Hälfte benachteiligte Jugendliche aus oder beschäftigen sie. Ein gutes Viertel hat in den vergangenen fünf Jahren an „kooperativen Maßnahmen“ teilgenommen – dahinter stecken allerdings überwiegend Betriebspraktika.

**Aber: Vielerorts gibt es gar keinen Boden, auf dem Kooperation** und Netzwerke fruchtbar gedeihen könnten. „Kooperation kostet anfangs viel Zeit und bringt erst nach einiger Zeit nützliche Effekte“, weiß Judith Wingels. Wenn Zeit und Personal jedoch knapp sind und schnelle Ergebnisse her müssen, weil die Förderprogramme auf ein oder zwei Jahre befristet sind, dann steht es um Kooperationen schlecht. Tatsächlich sprachen viele Befragte von einem enormen Arbeitsaufwand, der den Nutzen der Kooperation wieder in den Hintergrund rücken ließe. „Wenn dann noch mehrere Anbieter in einer Region um die gleichen



Arbeitslose Jugendliche stehen dem Beratungsangebot oft hilflos gegenüber.

Überblick zu bekommen, müssten sich die einzelnen Anbieter von Fördermaßnahmen mit der Arbeitsagentur oder Vertretern der Stadt an einen Tisch setzen und erheben, was es schon gibt und wo noch Lücken sind. Oft wissen die Träger voneinander gar nicht, was sie eigentlich machen“, weiß Judith Wingels. Profilbildung statt Konkurrenz, hieße es dann.

**Woran es in der Praxis außerdem hapert, sei die Dokumentation** der eigenen Netzwerk-Arbeit. „Natürlich werden die Projekte evaluiert und dokumentiert“, sagt Wingels, „aber gerade die Frage, wie Kooperation gestaltet wurde, was schief lief und wie man es besser machen kann, fehlt meist.“ Kein Wunder: Für die Träger gilt ihre Arbeit als erfolgreich, wenn sie einen Jugendlichen in ein Praktikum oder eine Ausbildungsstelle vermitteln – und nicht, wenn sie erfolgreich mit anderen kooperiert haben. Dies zu dokumentieren und reflektieren, wird von vielen als zu aufwändig angesehen – diese Zeit fehlt am Ende in der Arbeit mit Jugendlichen. So verständlich das ist, so fatal ist das aus Forschersicht für die Entwicklung insgesamt: Statt von den Fehlern anderer zu lernen und von erfolgreichen Entwicklungen zu profitieren, beginnen die Akteure in jeder Region bei Null.

Dass die Anbieter von Förderprogrammen nur auf die Rahmenbedingungen reagieren können, die die Politik setzt, ist den Forschern dabei klar. So kann die neue, bundesweite Ausschreibungspraxis der Bundesagentur für Arbeit dafür sorgen, dass ein Hannoveraner Träger eine Ausschreibung in Köln gewinnt – und ein regional etablierter Anbieter mit seinen Kontakten und Erfahrungen außen vor bleibt. Vor allem diese Neuerung sorgt derzeit für großen Unmut unter den Trägern, weiß Judith Wingels.

**Für Günter Pätzold steht fest: In Sachen Kooperation** und Netzwerk-Knüpfung besteht immer noch Handlungsbedarf. Damit

alle Beteiligten bei der Benachteiligtenförderung wirklich effektiv zusammenarbeiten, müssten neue, einrichtungsübergreifende und vor allem langfristige Strukturen her. „Es geht nicht darum, neue Stellen einzurichten und Förderprogramme aufzulegen. Vielmehr müssen vorhandene Maßnahmen gebündelt und Aufgabenbereiche neu verteilt werden“, so Günter Pätzold. Oberstes Ziel sollte die gemeinsame Förderung der Jugendlichen und nicht die Profilierung der einzelnen Einrichtung sein.

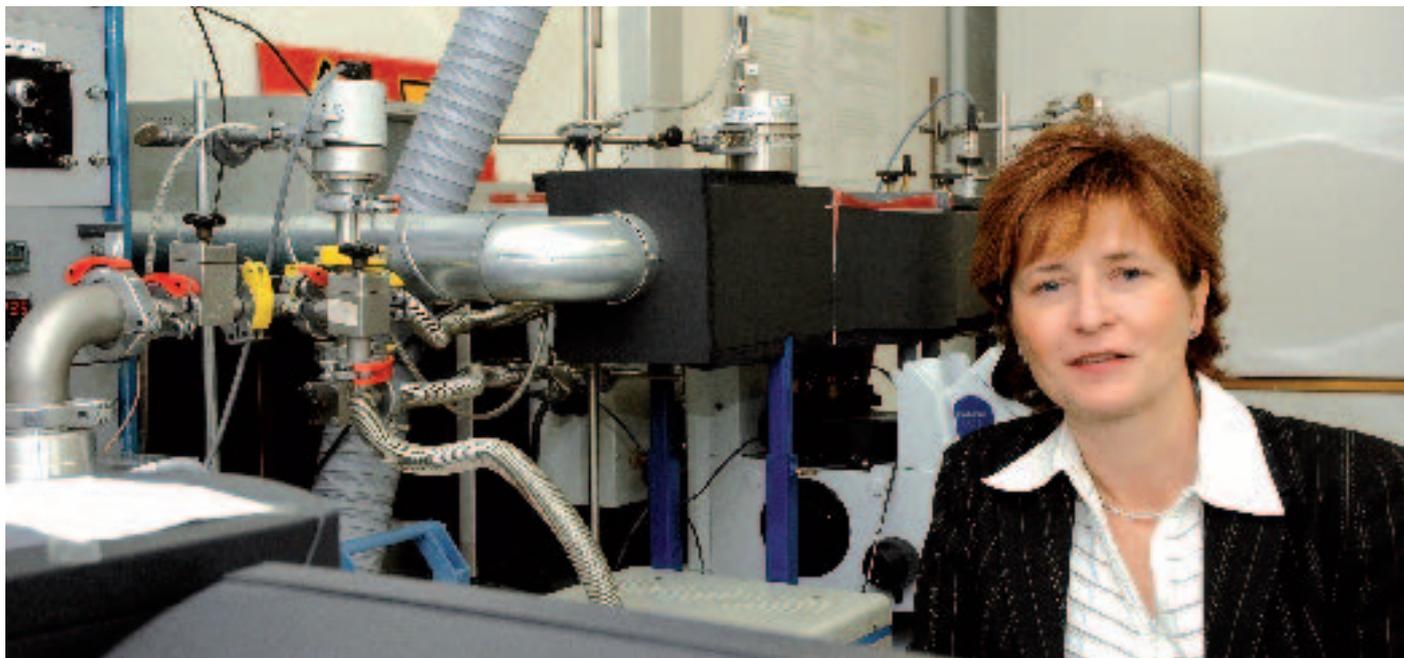
Was aus der Studie von Günter Pätzold und Judith Wingels folgt, sind neue Handlungsempfehlungen der BLK. „Die BLK fordert alle Beteiligten dazu auf, Fördermaßnahmen für benachteiligte Jugendliche in der Berufsausbildung besser zu bündeln, besser abzustimmen und hier auch mehr Transparenz zu schaffen“, heißt es dann auch auf den Internetseiten der Bund-Länder-Kommission.

„Dass Kooperation und ihre Notwendigkeit noch stärker ins Bewusstsein gelangt“, wünschen sich die Forscher, doch sie wissen auch: „Kooperation kann man nun mal nicht verordnen.“

*Katrin Pinetzki*

## info

Der gesamte Abschlussbericht der Studie ist als Heft 133 in der Reihe »Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung« erschienen und auf den Internetseiten der BLK unter <http://www.blk-bonn.de/papers/heft133.pdf> abzurufen.



# Der Traumjob

GABRIELE SADOWSKI IST DORTMUNDS ERSTE UND BISLANG EINZIGE PROFESSORIN IM BEREICH BIO- UND CHEMIEINGENIEURWESEN

**D**er Chemieingenieur befasst sich laut Internet-Lexikon Wikipedia „mit der Umsetzung von Materialien oder Chemikalien im technischen Maßstab. Hierbei bezieht sich der Chemieingenieur naturwissenschaftlicher und mathematischer Erkenntnisse, um zu einem funktionierenden, aber auch wirtschaftlichen, sicheren und umweltfreundlichen Verfahren zu gelangen.“ Das hört sich sehr technisch und vor allem sehr männlich an. Wer das Büro des Lehrstuhls für Thermodynamik am Fachbereich Bio- und Chemieingenieurwesen der Universität Dortmund betritt, sieht sich jedoch zunächst einmal mit der Wiederlegung dieses Vorurteils konfrontiert: Die Inhaberin Prof. Dr. Gabriele Sadowski entspricht so gar nicht dem gängigen Klischee eines Ingenieurs – und sie ist die erste Frau, die in Dortmund und eine der ersten, die in Deutschland auf eine Professur in diesem Bereich berufen wurde.

**Zufall? Heftig vermeint Sadowski dieses: „Frauen kommen auch** in der Verfahrenstechnik vor. Auf meinen ehemaligen

Lehrstuhl an der TU in Berlin ist jetzt auch eine Kollegin berufen worden.“ Auch ihr persönlicher Werdegang war kein Zufall, auch wenn sie am Anfang ihrer Karriere sicherlich eine Professur noch nicht fest ins Visier genommen hatte.

**„Zunächst habe ich Chemie studiert – eigentlich nicht ungewöhnlich für eine Frau.“** Hier spezialisierte sie sich recht schnell auf die Physikalische Chemie, „da musste ich nicht soviel auswendig lernen“, merkt sie verschmitzt an. Nach der Promotion wechselte sie dann in die Verfahrenstechnik als Oberassistentin am Lehrstuhl für Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik der TU Berlin und entschied sich damit endgültig für das Chemieingenieurwesen.

„Ich habe in der DDR studiert und promoviert, es war eine Selbstverständlichkeit dass Frauen arbeiten und es war genauso selbstverständlich, dass sie in den so genannten Männerberufen arbeiten.“ Auch die umfassende Kinderbetreuung hat ihre Bestrebungen, Familie und Karriere miteinander zu vereinbaren – die Wissenschaft-

lerin hat zwei Kinder – gefördert. „Mein Lebenslauf sieht so aus, wie er aussieht, weil ich mir zumindest in der Anfangsphase um diese Fragen keine Gedanken machen musste.“ Ob sie das unter den derzeitigen Bedingungen noch mal so schaffen könnte, stellt sie in Zweifel.

Doch nicht nur durch diese Rahmenbedingungen sieht sie den generell geringen Anteil von Frauen in technischen Berufen begründet. Es sei wichtig, dass schon in den Schulen vermittelt wird, dass »Ingenieur« auch ein Berufsbild für Frauen ist. Daher engagiert sich Sadowski in Initiativen, mit denen der Fachbereich Bio- und Chemieingenieurwesen für das Studium wirbt – mit Erfolg, wie die steigenden Studierendenzahlen und vor allem der steigende Anteil „weiblicher Studierender“ belegt.

**Bei ihrem eigenen Nachwuchs ist die Professorin** jedoch erfolglos geblieben: „Meine Tochter wird mit Sicherheit keine Ingenieurin!“

Für sie selber ist es die Nähe zur Anwendung, die die Wissenschaftlerin an ih-

rer Disziplin begeistert. Die Verfahrenstechnik setze dann ein, wenn die Arbeit der Chemiker beendet ist, wenn eine Reaktion abgelaufen ist. „Wir sind dann gefragt, wenn nicht nur wenige Milligramm, sondern Tonnen eines Stoffes produziert werden müssen.“

Obwohl ihr die Anwendung wichtig ist, ist sie im Laufe ihrer Karriere nicht dem Reiz erlegen, auf die Industrieseite zu wechseln. „Zwar habe ich nach der Habilitation darüber nachgedacht, doch dann kam der Ruf nach Dortmund und die Frage war schnell beantwortet.“

Die Professur – für Gabriele Sadowski nach wie vor ein Traumjob. „Ich kann mir nicht vorstellen, dass die Freiheit und die Gestaltungsmöglichkeiten, die man – trotz aller Zwänge – als Wissenschaftlerin hat, irgendwo größer sind.“ Zusätzlich ist es die Lehre, die sie an ihrem »Traumjob« reizt: „Wissen zu vermitteln, mit jungen Menschen arbeiten, das ist für mich durch einen Industriebetrieb nicht zu toppen, was auch immer der finanziell bringt!“

**Darüber hinaus waren es auch die Bedingungen an der Universität Dortmund**, die für sie ausschlaggebend waren. Sie schätzt es sehr, dass hier ein eigener verfahrenstechnischer Fachbereich existiert und die Verfahrenstechnik nicht – wie bei vielen anderen Hochschulen – kleiner Bestandteil eines großen Maschinenbaus ist. Die Entwicklung des Fachbereichs in Richtung Bioingenieurwesen, an der sie aktiv mitarbeiten konnte, hat ihr auch wissenschaftlich „passende“ Perspektiven eröffnet – Perspektiven, die vor allem auch von Kooperationen mit anderen Fachbereichen getragen werden. „Wir arbeiten hier mit der Chemie, der Informatik aber auch mit der Mathematik zusammen.“ Wichtig ist Sadowski, dass Kooperationspartner da sind und dass diese auch kooperieren wollen: „Das kenne ich von anderen Universitäten auch anders!“ Ein zusätzlicher großer Pluspunkt sei die Hochschulleitung. „Die interessiert sich dafür, was in den Fachbereichen passiert. Man wird mit seinen Ambitionen und Plänen nicht alleine gelassen, obwohl die Lage gerade in finanzieller Hinsicht oftmals schwierig ist.“

**Dabei sieht Gabriele Sadowski die Kooperation nicht nur auf Universitätsebene.** Die spezielle Situation in Dortmund – „eine Stadt, die viel grüner ist, als ich dachte“ – zum Beispiel die Verzahnung mit dem

Max-Planck-Institut und dem ISAS (Institute for Analytical Sciences) tragen zu einer Verbreiterung der wissenschaftlichen Kooperationen bei.

Besonders bemerkenswert ist für die Wissenschaftlerin darüber hinaus die enge Verbindung von Stadt und der Dortmunder Universität, die für sie fast schon einzigartig ist. Und das Beispiel, dass sie wählt, um diese enge Verbindung zu illustrieren, zeigt, dass sie in der Westfalenmetropole heimisch geworden ist. „Wo sonst werden die Erstsemestler im Stadion empfangen?“ – Typisch Dortmund eben, irgendwann landet jeder beim BVB.

*Ole Lünemann*

## zitat

„Der Schwerpunkt meiner Forschung liegt auf der Beschaffung von Stoffeigenschaften. Solche Eigenschaften werden für die Auslegung von Anlagen in der chemischen Industrie oder in der Biotechnologie benötigt. Sie bestimmen zum Beispiel, wie groß ein Trennapparat sein muss, um eine bestimmte Produkt-Reinheit zu erzielen. Hierzu haben wir eine ganze Reihe verschiedener Messapparaturen aufgebaut und Rechenmodelle entwickelt, um anhand weniger Messungen möglichst viel Information zu gewinnen. Besonders interessieren wir uns für Systeme, die Polymere enthalten. Polymere sind der Hauptbestandteil von Kunststoffen und werden in großen Mengen hergestellt. Deshalb haben hier selbst kleine technische Verbesserungen bei der Herstellung besonders große wirtschaftliche und auch ökologische Auswirkungen. In jüngster Zeit haben wir unsere Arbeiten auch auf biologische Systeme ausgedehnt. Hier ist unser Ziel für die nächsten Jahre, denselben Wissensstand zu erreichen, wie wir ihn heute für chemische Systeme haben. „

## zur person

### Prof. Dr. Gabriele Sadowski

wurde 1964 in Kleinmachnow bei Berlin geboren. Nach dem Chemie-Studium an der TH Leuna-Merseburg, wo sie 1991 promovierte, arbeitete sie zunächst für kurze Zeit als wissenschaftliche Angestellte im Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (BGA). 1992 kehrte sie dann als Assistentin an der TU Berlin, Fachgebiet Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik zurück in die Wissenschaft. Hier habilitierte sie sich 2000 zum Thema »Thermodynamik der Polymerlösungen«. 2001 erfolgte der Ruf auf den Lehrstuhl Thermodynamik an der Universität Dortmund. Gabriele Sadowski ist mit einem Elektroingenieur verheiratet, mit dem sie sich „zum Glück zuhause fachlich nicht austauschen kann“. Sie ist Mutter von zwei Kindern.

Ihr Hobby teilt sie mit vielen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Den Ausgleich zum Forschen und Lehren sucht und findet sie im heimischen Garten.

## Neue Berufungen



**Prof. Dr. theol. Michael Basse**, Fakultät für Humanwissenschaft und Theologie, Professur für Evangelische Theologie mit dem Schwerpunkt Kirchen- und Theologiegeschichte, wurde 1961 in Lünen geboren. Von 1981 bis 1987 studierte er Evangelische Theologie und Geschichtswissenschaft an der Kirchlichen Hochschule Bethel sowie den Universitäten Bielefeld und Bonn. Nach dem Referendariat war er von 1991 bis 2005 Gymnasiallehrer für Evangelische Religionslehre und Geschichte in Bonn. 1993 wurde er mit einer Arbeit über Thomas von Aquin an der Universität Bonn promoviert. 1998 habilitierte er sich dort mit einer dogmen- und kirchengeschichtlichen Arbeit. 1999 wurde er zum Privatdozenten und 2005 zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Im Sommersemester 2005 und Wintersemester 2005/06 vertrat er den Lehrstuhl für neuere Kirchengeschichte an der Evangelisch-Theologischen Fakultät der Universität Bonn, bevor dann im Sommersemester 2006 die Berufung nach Dortmund erfolgte. Seine Arbeitsschwerpunkte sind die Kirchen- und Theologiegeschichte des Späten Mittelalters, der Neuzeit sowie die Kirchengeschichtsdidaktik. Im Rahmen des laufenden Forschungsprojektes zur Auslegung der Zehn Gebote im Spätmittelalter und der frühen Neuzeit wird derzeit eine Edition der deutschen Übersetzung von Martin Luthers Dekalogpredigten vorbereitet. Daneben arbeitet er in Forschung und Lehre an der didaktischen Konzeption einer themenorientierten Vermittlung von Kirchengeschichte im Religionsunterricht.



**Prof. Dr. Silvia-Iris Beutel**, Jahrgang 1961, studierte von 1982 bis 1989 Germanistik und Pädagogik für das Lehramt Sekundarstufen I und II an der Universität Bielefeld. Nach dem Staatsexamen war sie als wissenschaftliche Hilfskraft an der Laborschule Bielefeld tätig. Ab 1994 war Beutel wissenschaftliche Angestellte am Institut für Erziehungswissenschaft der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Im Jahre 1995 promovierte sie zum Dr. phil. an der Fakultät für Pädagogik der Universität Bielefeld. Titel ihrer Dissertation war: »Ohne Noten. Lernberichte und pädagogischer Auftrag von Schule«. Danach war Silvia-Iris Beutel als Hochschulassistentin am Lehrstuhl »Schulpädagogik/Didaktik« an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena tätig. Während dieser Zeit hat Silvia-Iris Beutel intensiv in Forschungsprojekten zur Leistungsbeurteilung in den Bundesländern Hamburg und Thüringen gearbeitet, bis sie sich 2003 an der Friedrich-Schiller-Universität Jena habilitierte. Nach Professurvertretungen an der Universität Dortmund und an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg erhielt sie den Ruf nach Dortmund, wo sie seit dem 1. Februar 2006 am Institut für Allgemeine Didaktik und Schulpädagogik eine Professur mit dem Schwerpunkt Lehr- und Lernprozesse und empirische Unterrichtsforschung inne hat. Silvia-Iris Beutel schließt mit aktuellen und geplanten Projekten an ein breites Feld entwicklungsbezogener Vorarbeiten im Feld der schulischen Leistungsbeurteilung, der Entwicklung und Ausgestaltung von Ganztagschulen und der Qualitätsverbesserung von Schulen und Schulsystemen an.



**Prof. Dr.-Ing. Peter Ehrhard**, Fachbereich Bio- und Chemieingenieurwesen, Arbeitsgruppe Strömungsmechanik, wurde 1956 in Heidelberg geboren und studierte von 1977 bis 1984 Maschinenbau an der Universität Karlsruhe. Ab 1984 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum Karlsruhe tätig. 1988 promovierte er an der Universität Karlsruhe über »Dynamisches Verhalten der Naturkonvektion in geschlossenen Kreisläufen«. In den Jahren 1989 und 1990 befasste er sich an der Northwestern University bei Chicago mit der dynamischen Benetzung von Flüssigkeiten auf Festkörpern. Seit 1990 war er wieder am Forschungszentrum Karlsruhe tätig. 1995 habilitierte er sich an der Universität Karlsruhe für das Fach »Strömungsmechanik« mit dem Thema »Tropfenausbreitung – ein Beispiel für die Behandlung bewegter Kontaktlinien«. Seine Forschungsschwerpunkte liegen zum einen bei Strömungs- und Transportprozessen in Mikrokanälen. Solche Prozesse sind von Interesse bei miniaturisierten Analyselabors (»lab on a chip«) oder bei der Wärmeabfuhr von elektronischen Bauteilen wie etwa Prozessoren. Im Bereich der Mikroströmungen ist der Aufbau eines Mikroströmungslabors an der Universität Dortmund ein wichtiges Ziel. Zum anderen finden Vorgänge mit mehreren Phasen sein Interesse, etwa sich bewegende Grenzflächen zwischen Flüssigkeiten und Gasen oder fortschreitende Benetzungsfronten auf Festkörpern. Solche Vorgänge treten etwa bei Beschichtungs- oder Trennprozessen auf, aber auch in (Mikro-) Wärmetauschern oder (Mikro-) Reaktoren.



**Prof. Dr.-Ing. Gernot Fink**, geboren 1965, studierte von 1985 bis 1991 Informatik an der Universität Erlangen-Nürnberg. Anschließend promovierte er mit Auszeichnung an der Technischen Fakultät der Universität Bielefeld. Dort avancierte er zum wissenschaftlichen Assistenten und später zum Oberassistenten. Er betreute unter anderem Projekte in den Bereichen Mensch-Maschine-Interaktion, automatische Handschrifterkennung, industrielle Bildverarbeitung und Analyse biologischer Sequenzen. Im Jahr 2000 habilitierte Gernot Fink im Fach »Angewandte Informatik« an der Universität Bielefeld, wo er 2003 Privatdozent wurde. Seit Dezember 2005 ist er Professor für „»Praktische Informatik – Eingebettete Systeme/Ubiquitous Computing« an der Universität Dortmund und Leiter der Abteilung »Intelligente Systeme« am Institut für Roboterforschung. Finks Forschungsschwerpunkte liegen in der Entwicklung und Anwendung der Mustererkennung in den Bereichen der maschinellen Perzeption, der Mensch-Maschine-Interaktion sowie der Bioinformatik. Von zentraler Bedeutung für die Entwicklung intelligenter technischer Systeme, wie intelligente Arbeitsumgebungen oder Assistenzroboter, ist die automatische Wahrnehmung der Umwelt und die in ihr agierenden Benutzer.



**Prof. Dr.-Ing. Stephan Frei**, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Arbeitsgebiet Bordsysteme, wurde 1966 in Hanau geboren. Nach seinem Studium der Elektrotechnik an der Universität Saarbrücken und der TU Berlin, das er 1995 abschloss, promovierte er 1999 mit einer Arbeit über elektrostatische Entladungen und deren Störwirkung auf elektronische Systeme. Anschließend führt ihn sein Weg nach Ingolstadt in die Technische Entwicklung der Audi AG. Er begann dort mit der Einführung von numerischen Simulationsverfahren in der noch durch Mess- und Prüftechnik dominierten Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Anschließend leitete er eine Gruppe in der Serienentwicklung. Nach erfolgreichem Serienanlauf übernahm er die Leitung eines Bordnetz-Strategieprojektes. Im Jahr 2004 schloss er erfolgreich das Auswahlverfahren für die Aufnahme in das Audi-Management ab. 2005 erhielt er einen Ruf an die Uni Dortmund. Schwerpunkte seiner Arbeit sind die Modellbildung und Simulation von Bordnetzkomponenten sowie Messverfahren zur Aufnahme von Modellparametern.



**Prof. Dr. Dietwald Gruehn** wurde 1964 in Münster geboren und studierte Geographie, Landschaftsplanung und Öffentliches Recht an der Universität Gießen, der TU Berlin und der Fernuniversität Hagen. Von 1991 bis zu seiner Promotion über empirische Erfolgskontrollen von Planungsinstrumenten im Jahre 1997 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Landschaftsplanung, Landschaftspflege und Naturschutz an der TU Berlin tätig. Gruehn ist Mitbegründer und Gesellschafter der Gesellschaft für Umweltplanung, Forschung und Beratung für die Bundesländer Berlin, Brandenburg und Hessen, die 1992 ins Leben gerufen wurde. Nach seiner Promotion 1997 bis zum Jahre 2003 war er an der Fakultät »Architektur Umwelt Gesellschaft« der TU Berlin als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig, wo er sich 2004 mit einer Arbeit über die »Validität landschaftsökologischer Bewertungsmethoden« habilitierte und danach als Privatdozent tätig war. Im Rahmen eines EU finanzierten Forschungsaufenthalts bei der »Estonian, Latvian & Lithuanian Environment Ltd.« (ELLE) in Lettland im Jahre 2003 arbeitete Gruehn an einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Vor seinem Amtsantritt zum Wintersemester 06/07 am Lehrstuhl für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung in Dortmund war er für ein Semester Gastprofessor am Institut für Landschaftsplanung der »Swedish University of Agricultural Sciences« in Alnarp, wurde zum Geschäftsführer der Gesellschaft für Umweltplanung, Forschung und Beratung in Berlin ernannt und leitete im Jahre 2005/6 die Abteilung Umweltplanung des Austrian Research Centers in Wien.

## Neue Berufungen



**Prof. Dr. Martin Hiersemann** studierte von 1985 bis 1991 Chemie an der Freien Universität Berlin. Im Jahre 1995 promovierte er dort mit Arbeiten zu einer synthetisch-organischen Fragestellung. Nach seiner Promotion war Hiersemann für einen 18-monatigen Forschungsaufenthalt an der University of Colorado in Boulder. 1997 ging er an die TU Dresden, wo er mit ersten eigenen Forschungsarbeiten begann. Nach seiner Habilitation im Jahre 2002 wurde er ein Jahr später als Heisenberg Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) an der TU Dresden zum Privatdozenten ernannt. 2005 erhielt er fast zeitgleich einen Ruf an die Justus-Liebig-Universität Gießen und an die Universität Dortmund. Seit dem Sommersemester 2006 ist Martin Hiersemann Professor für Organische Chemie an der Universität Dortmund. Seine Lehr- und Forschungsaktivitäten liegen im Bereich der synthetisch-organischen Chemie. Besondere Schwerpunkte bilden dabei die Entwicklung stereoselektiver Syntheseverfahren, die Synthese biologisch aktiver Naturstoffe sowie die Anwendung computerchemischer Methoden zur Beantwortung von synthetisch relevanten Fragestellungen.



**Prof. Dr. Günter Rudolph**, geboren 1963 in Witten, ist seit April 2005 Professor für Informatik am Lehrstuhl für Algorithm Engineering, Fachgebiet »Computational Intelligence«. Er studierte Informatik an den Universitäten Karlsruhe (TH) und Dortmund, wo er 1991 sein Diplom machte. Von 1991 bis 1993 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Systemanalyse an der Universität Dortmund und betreute im Rahmen des NRW-Forschungsverbundes das Projekt »Paralleles Rechnen«. Von 1994 bis 1996 war Rudolph wissenschaftlicher Angestellter am Informatik Centrum Dortmund (ICD). Dort arbeitete unter anderem an einem Kooperationsprojekt mit F+E Siemens München und der Humboldt-Universität zu Berlin. 1996 promovierte er zum Dr. rer. nat. an der Universität Dortmund, Fachbereich Informatik, über die theoretische Analyse evolutionärer Algorithmen. Von 1997 bis 2001 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Systemanalyse im Sonderforschungsbereich »Design und Management komplexer technischer Prozesse und Systeme mit Methoden der Computational Intelligence« beschäftigt. Bis zu seiner Berufung an die Universität Dortmund arbeitete Rudolph einige Jahre in der Industrie, wo er als Projektingenieur und Produkt- und Softwareentwickler tätig war. Das Fachgebiet Computational Intelligence beschreibt das Studium der Informationsverarbeitung in natürlichen Systemen und die Umsetzung der dabei gewonnenen Erkenntnisse in algorithmische Konzepte.



**Prof. Dr. Götz S. Uhrig**, geboren 1964, studierte von 1984 bis 1990 Physik an der Universität Darmstadt sowie in Paris und Heidelberg, wo er sein Diplom mit einer Arbeit über »Das Ohmsche Gesetz beim Quantenhalleffekt« erwarb. 1994 promovierte er über hochdimensionale stark korrelierte Systeme mit Symmetriebrechung an der RWTH Aachen »mit Auszeichnung« und bekam dafür die »Borchers-Plakette« verliehen. Danach hatte er Forschungsaufenthalte an der Universität Köln und der Université Paris-Sud. 1999 habilitierte sich Uhrig mit einer Arbeit über niedrigdimensionale Spinsysteme und Spin-Phonon-Kopplung an der Universität Köln. Im Sommersemester 2004 war er als Gastprofessor an der Tohoku Universität in Sendai, Japan. Ende 2004 erhielt er einen Ruf an die Universität des Saarlandes, wo er bis zuletzt als Professor tätig war. Seit April 2006 ist Uhrig Professor am Lehrstuhl für Theoretische Festkörperphysik am Fachbereich Physik der Universität Dortmund. Uhrigs Forschungsinteressen liegen vor allem auf dem Gebiet korrelierter quantenmechanischer Systeme, wie sie sich durch die Elektronen in Festkörpern ergeben. Ihre komplexe Dynamik muss quantitativ erforscht werden, um zum Beispiel Hochtemperatur-Supraleitungen zu verstehen oder Systeme für die Quanteninformationsverarbeitung realisieren zu können.

## Ehrungen



**Prof. Dr. Uwe Wilkesmann**, Jahrgang 1963, studierte Philosophie, Wirtschaftswissenschaften und Politik in Wuppertal, Aachen und Bochum. Seit dem Sommersemester 2006 ist er am Lehrstuhl für Bildungs-, Sozial- und Organisationsmanagement vom Zentrum für Weiterbildung der Universität Dortmund tätig. Seine akademische Laufbahn begann 1989 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Arbeit und Technik in Gelsenkirchen. 1993 promovierte er zu dem Thema „Zur Logik des Handelns in betrieblichen Arbeitsgruppen“. 1998 folgte seine Habilitation in der Soziologie, in der er sich mit dem „Lernen in Organisationen“ befasste. 2000 wurde er Hochschuldozent an der Fakultät für Sozialwissenschaft der Ruhr-Universität Bochum, Sektion Sozialpsychologie. Vom Sommersemester 2002 bis zum Wintersemester 2002/2003 übernahm er die Vertretung des Lehrstuhls „Wirtschafts- und Organisationspsychologie“ an der Universität Hamburg. Im Juni 2004 wurde Wilkesmann schließlich zum apl. Professor für Organisationssoziologie an der Ruhr-Universität Bochum ernannt. In der Zwischenzeit war Wilkesmann unter anderem als Visiting Professor an der University of Connecticut und hatte zwei Semester den Lehrstuhl von Professor Allmendinger an der LMU München („Organisations- und Bildungssoziologie“) vertreten. Zu seinen Hauptarbeitsgebieten zählen die Organisationsforschung, das Wissensmanagement, die Weiterbildungsforschung, organisationales Lernen und Non-Profit-Organisationen.



**Prof. Dr. Hans-Peter Ziemek**, Fachbereich Chemie, Fachgruppe Biologie und Didaktik der Biologie, wurde 1960 in Gießen geboren und studierte dort von 1982 bis 1987 Biologie und promovierte 1991 zu einem limnologischen/pflanzenökologischen Thema. Von 1991 bis 2000 war er Sachbereichsleiter im Bereich Umwelterziehung in der Naturschutz-Akademie Hessen. Im Anschluss, zwischen 2001 und 2005, hatte Ziemek eine Position als Studienrat im Hochschuldienst im Institut für Biologiedidaktik der Universität Gießen inne. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten an der Justus Liebig Universität Gießen gehörten der Aufbau und die Leitung des Schülerlabors Biologie. Hierbei handelt es sich um eines der wenigen Schülerlabore in Deutschland, die unter fachdidaktischen Aspekten betrieben werden. Auch an der Universität Dortmund besteht einer seiner Schwerpunkte im Aufbau eines Schülerlabors. Dies wird in Zusammenarbeit mit den schon langjährigen Projekt zum »Freien Experimentieren« der Chemiedidaktik erfolgen. Der Ort des Schülerlabors ist das Freigelände der Universität in Dortmund-Barop. Seine fachdidaktischen Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Lernforschung. Speziell geht es dabei um die Analyse von Videoaufnahmen der Arbeitsweisen von Schülergruppen bei der Bearbeitung biologischer Themen. Eines dieser Projekte ist in Kooperation mit deutschen Schulen in Finnland und Spanien geplant.



**Prof. Dr. Ingo Wegener** erhielt für seine besonderen Verdienste um die Informatik die Konrad-Zuse-Medaille. Die Jury ehrte den Wissenschaftler wegen seiner wegweisenden Forschungsbeiträge auf dem Gebiet der Theoretischen Informatik sowie seiner außergewöhnlich engagierte Lehre und Nachwuchsförderung. Als Vorsitzender des Auswahlausschusses hat er den Bundeswettbewerb Informatik über viele Jahre geprägt. Zudem engagiert er sich in der Stiftung „Jugend forscht“ sowie im Wissenschaftsrat der Bundesregierung für die Informatik. Die Konrad-Zuse-Medaille ist die höchste Auszeichnung für Informatik im deutschsprachigen Raum.

Seit 1987 wird die Konrad-Zuse-Medaille für die Verdienste um die Informatik alle zwei Jahre an einen herausragenden Wissenschaftler verliehen. Sie stellt eine Anerkennung für den langjährigen außergewöhnlichen Einsatz für die und in der Informatik dar. Ingo Wegener ist der elfte Informatiker, der diese hohe Auszeichnung erhält.

Ingo Wegener ist Jahrgang 1950 und wuchs in Bremen auf. In Bielefeld studierte er Mathematik, wo er 1978 promovierte und sich 1981 habilitierte. Nach einer Professur in Frankfurt am Main leitet er seit 1987 den Lehrstuhl Informatik 2 »Effiziente Algorithmen und Komplexitätstheorie«. Wegener ist unter anderem auch Gutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), Mitglied des Wissenschaftsrates und sitzt in der Bundesjury im Nachwuchs-Wettbewerb »Jugend forscht«.

# Erkenntnistransfer ist keine Einbahnstraße

MATTHIAS KLEINER WIRD NEUER DFG-PRÄSIDENT



Wissenschaft trägt die Gesellschaft“, untermauert Prof. Matthias Kleiner die Notwendigkeit einer hochkarätigen und lebendigen Forschungslandschaft in Deutschland. Als neu gewählter Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) will er hier deutliche Impulse setzen.

So liegt dem 51-Jährigen, der als erster Ingenieurwissenschaftler an die Spitze der Organisation rückt, insbesondere auch der Erkenntnistransfer aus DFG-Forschungsprojekten in Wirtschaft und Gesellschaft am Herzen, ohne dabei die Grundlagenforschung aus dem Fokus zu verlieren. „Junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler könnten zum Beispiel gemeinsam mit Unternehmen wissenschaftliche Fragestellungen extrahieren und Lösungswege bis hin zum Prototyp erarbeiten“, so Kleiner. Hier müsse sich auch die Industrie engagieren, schließlich sei der Erkenntnistransfer ein Wechselspiel von Wissenschaft und Wirtschaft.

**In Sachen Exzellenzinitiative und Elite-Unis fordert er vor allem Nachhaltigkeit.**

„Dauerhafte Exzellenz braucht dauerhaften Wettbewerb“, betonte er nach seiner Wahl. Wichtig sei es aber auch, die „Verlierer“ dieses Wettbewerbs zu erreichen, damit deren Enttäuschung nicht in Frustration, sondern in neue Motivation umschlägt.

Gewählt wurde Kleiner Ende Mai 2006 auf der Mitgliederversammlung der DFG in München, wo von den insgesamt 82 anwesenden Mitgliedern 77 für ihn stimmten. Eine erste dreijährige Amtsperiode beginnt am 1. Januar 2007. Als Präsident leitet er dann die Sitzungen aller Bewilligungsgremien der DFG, die im Jahr 2005 immerhin über Fördergelder in Höhe von 1,35 Milliarden Euro befunden haben.

Ausschlaggebend für die einstimmige Nominierung des neuen Präsidenten durch den DFG-Senat waren neben der langjährigen DFG-Erfahrung die wissenschaftliche Exzellenz sowie das Verständnis für die Probleme der deutschen Universitäten und der Blick auf die Europäisierung der For-

schungslandschaft. Als Vizepräsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft seit 2005, Mitglied des Senats, Hauptausschusses und Bewilligungsausschusses für die Allgemeine Forschungsförderung von 2002 bis 2005 und unter anderem Sprecher des DFG-Sonderforschungsbereichs »Flexible Fertigung leichter Tragwerkstrukturen« verfügt er außerdem über vielfältige DFG-Erfahrungen.

**Matthias Kleiner wurde 1955 in Recklinghausen geboren.**

Er ist verheiratet mit der Pfarrerin Christine Burkhardt und hat drei Kinder im Alter von 17, 16 und 14 Jahren. Nach einem Maschinenbaustudium an der Universität Dortmund wurde er dort im Januar 1987 zum Doktor-Ingenieur bei Professor Eberhard von Finckenstein promoviert und habilitierte sich während seiner Zeit als Oberingenieur im Oktober 1991 für das Fach »Umformtechnik«. Von 1994 bis 1998 baute Kleiner als Universitätsprofessor den Lehrstuhl »Konstruktion und Fertigung« an der neu gegründeten Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus auf. Im September 1998 übernahm er den Lehrstuhl für Umformtechnik an der Universität Dortmund, war 2000 bis 2002 Dekan der Fakultät Maschinenbau und ist dort seit September 2004 Leiter des neu gegründeten »Instituts für Umformtechnik und Leichtbau«.

**1997 erhielt Matthias Kleiner den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis**

der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Der international renommierte Forscher ist an verschiedenen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschergruppen, Sonderforschungsbereichen und Projektverbänden beteiligt. Außerdem ist er Mitglied zahlreicher in- und ausländischer Wissenschaftseinrichtungen wie der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, des Konvents der Technikwissenschaften acatech und der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP) sowie Fellow der International Academy for Production Engineering (CIRP).

Stefanie Bolsinger



# Der »Saugheber-Effekt«



Was haben ein Aquarium, ein alter griechischer Trinkbecher und die Waschmaschine miteinander zu tun? Sie alle nutzen den »Saugheber-Effekt«!

## Alles was Du brauchst:

- 1 Trinkbecher,
  - 1 Trinkhalm mit Knick,
  - 1 Messer oder Schere,
  - Knetgummi oder Klebstoff,
  - Wasser,
- mindestens einen Erwachsenen, der Dir ein Loch in den Becher macht.

## So gehst Du vor:

Lass dir von einem Erwachsenen mit Messer oder Schere ein Loch in den Boden des Bechers bohren. Es sollte gerade groß genug sein, dass Du den Trinkhalm hindurchstecken kannst. Biege den Trinkhalm am Knick komplett um und stecke ihn mit dem langen Ende von innen nach außen durch den Becherboden, bis das kurze Ende innen auf dem Boden aufliegt. Drücke außen Knetgummi um das Loch, um es abzudichten. Wenn Du möchtest, kannst Du auch eine Naht aus Klebstoff drum herum ziehen, dann dauert es allerdings etwas, bis der Kleber trocken und fest ist.

Anschließend hältst Du den Becher mit dem herausragenden Trinkhalm nach unten über Spül- oder Waschbecken und lässt oben vorsichtig Wasser hineinlaufen.

## Das siehst Du:

Erst einmal passiert gar nichts. Der Becher tut, was man von einem Becher erwartet: Er hält das Wasser fest. Aber sobald das Wasser über den Knick steigt, fängt es an, durch den Trinkhalm auszulassen. Das Erstaunliche aber ist: Es hört nicht auf auszulaufen, wenn der Wasserpegel unter den Knick des Trinkhalms gefallen ist, sondern das Wasser läuft komplett aus dem Becher heraus, bis er ratzefutz leer ist.

## Die Physik dahinter:

Lässt Du Wasser in den Becher laufen, dringt es von unten in den Trinkhalm ein und steigt innen mit dem Wasserpegel mit. Sobald der Wasserpegel den Knick übersteigt, läuft das Wasser im Trinkhalm über

und fällt im langen Teil des Trinkhalms nach unten. Weil die Wassersäule im langen Teil des Trinkhalms länger ist, als im kurzen Teil, ist sie auch schwerer und es wird immer weiter Wasser nachgesogen, das dann im Trinkhalm nach oben strömt und hinter dem Knick nach unten fällt. Dieses Prinzip heißt »Saugheber-Effekt« und das Tolle daran ist, dass dieser Effekt sich selbst am Leben erhält, so lange noch Wasser im Becher ist.

## Der »Saugheber-Effekt« vorgestern und heute:

Schon vor über 2.500 Jahren haben die Griechen den »Saugheber-Effekt« in Trinkbecher eingebaut. Damals lebte der Philosoph und Mathematiker Pythagoras. Er erfand den »Gerechten Becher des Pythagoras«, mit dem er seine Zeitgenossen zum Maßhalten anregen wollte. Ähnlich wie Dein Plastikbecher enthält dieser Becher in der Mitte einen Knubbel, in dem ein Saugheber untergebracht ist. Unten, im Boden, hat dieser Becher ein Loch. Wer den Becher zu voll schenkt, dem läuft der Inhalt bis auf den letzten Tropfen aus als Strafe für seine Maßlosigkeit. Wer ein Aquarium besitzt, nutzt den »Saugheber-Effekt« zum Wasser wechseln. Dazu wird oben ein Schlauch hinein gehängt, dessen anderes Ende niedriger sein muss und über einem Eimer hängt. Saugt man unten, läuft das Wasser automatisch durch den Schlauch in den Eimer, bis kein Wasser mehr im Aquarium ist oder das obere Ende aus dem Wasser genommen wird. Das ist praktisch, erspart es doch zeitaufwändiges Schöpfen.

Joachim Hecker

info

WDR 5

## Mit »Wissenschaft für Kids« präsentiert

»mundo« Experimente aus der Sendereihe »Heckers Hexenküche« mit Joachim Hecker in der Sendung »LILIPUZ – Radio für Kinder«. LILIPUZ ([www.lilipuz.de](http://www.lilipuz.de)) gibt es jeden Tag zwischen 14:05 und 15:00 Uhr auf WDR 5.



## AB Elektronik GmbH

Wir sind eine Tochtergesellschaft des international tätigen Unternehmens TT electronics plc mit Werken in Werne und Klingenberg. Mit ca. 1.100 Mitarbeitern fertigen wir elektromechanische Komponenten und Systeme für die Automobil- und Elektronikindustrie.

Für Neuprojekte in Werne suchen wir regelmäßig für die Abteilungen technische Entwicklung, Qualitätssicherung, Arbeitsvorbereitung und Betriebsmittelkonstruktion

### Maschinenbauingenieure/-innen und Elektronikingenieure /-innen

In allen Abteilungen erwartet Sie ein abwechslungsreiches und eigenständiges Aufgabengebiet. Sie arbeiten jeweils projektbezogen in einem Team, das unsere Produkte von der Entwicklung, Konstruktion bis hin zur Erstbemusterung und serienmäßigen Fertigung betreut. Durch die internationale Ausrichtung unseres Unternehmens sind gute Englischkenntnisse unbedingt erforderlich.

Wir unterstützen Sie auch gerne bei Ihren **Praktika sowie Diplom- und Doktorandenarbeiten.**

Reizt es Sie, eigene und im Team erarbeitete Ideen schnell und zielorientiert umzusetzen? Dann verbinden Sie Ihren Ehrgeiz mit unserem Unternehmenserfolg und senden uns Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen.



AB Elektronik GmbH • Klocknerstrae 4 • 59368 Werne  
Telefon: 0 23 89/ 788 - 0 • Telefax 0 23 89/ 788 190  
email: siegfried.wank@abelektronik.de • www.abelektronik.de

## CARTEC Technologiezentrum LIPPSTADT

- ⇒ Konferenz- u. Besprechungsräume für 14 - 200 Personen
- ⇒ Büroflächen ab 15 m<sup>2</sup>
- ⇒ Empfangsservice
- ⇒ moderne Kommunikationsinfrastruktur

**Bei uns gelingt Ihnen der schnelle Start in die Selbständigkeit!**



CARTEC Technologie- und  
Entwicklungszentrum Lippstadt GmbH  
Dr. Ulrich Dornau  
Erwitter Str. 105, 59557 Lippstadt  
Tel: 02941/270-102, Fax: 02941/270-111  
E-Mail: info@cartec.de, Internet: www.cartec.de



## **Bestimmen Sie mit uns die Trends in der Automobilelektronik und Lichttechnik.**



*Als einer der größten und innovativsten Automobilzulieferer der Welt entwickeln wir die Trends der Zukunft, z. B. in den Bereichen Lichttechnik, Mechatronik und elektronische Systeme. Wir sind erfolgreich, weil wir bei allen Produkten die Standards setzen – in punkto Qualität, Innovation und Kundenorientierung.*

*Jeder Einzelne der über 24.000 Mitarbeiter trägt und lebt die Unternehmenswerte von Hella – an unseren internationalen Standorten genauso wie in unserer Zentrale in Lippstadt.*



**Ideen für das  
Auto der Zukunft**

### **Hochschulabsolventen/ Diplomanden und Praktikanten (m/w)**

#### **■ Elektrotechnik ■ Maschinenbau ■ Mechatronik**

Sie haben Ihr Studium erfolgreich beendet und wollen jetzt richtig durchstarten. In einem Unternehmen, das Ihnen einfach mehr bietet. Hervorragende Entwicklungschancen für eine Karriere nach Maß. Ein Umfeld, welches Ihnen den notwendigen Freiraum für eigene Ideen bietet. In einem Unternehmen, das aus Tradition an der Spitze des technischen Fortschritts ist. Willkommen bei Hella!

Ihr Profil

- Überdurchschnittliche Studienleistungen
- Erste Praxiserfahrung, z. B. durch Praktika oder Ausbildung
- Begeisterung für Technik
- Gute Englischkenntnisse
- Hohe Motivation und Einsatzbereitschaft

Ohne Umwege zum Erfolg! Wir freuen uns auf Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen.

**Hella KGaA** Hueck & Co.  
Frau Birgit Zander · Hochschulmarketing  
Rixbecker Straße 75 · 59552 Lippstadt  
Tel. (0 29 41) 38-11 55  
E-Mail: [birgit.zander@hella.com](mailto:birgit.zander@hella.com)

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

# Mit solider Unterstützung behalten Sie den Überblick.

Alles, was Sie jetzt brauchen:  
passgenaue Angebote für  
Gesundheit und Studium.

Beim Studieren kann schon mal das Gefühl aufkommen, dass einem alles über den Kopf wächst. Die TK hat daher mit Experten gezielt Angebote für Studenten entwickelt.

Mit [www.unikosmos.de](http://www.unikosmos.de) stellen wir Ihnen einen hilfreichen Onlinebegleiter für Ihren gesamten Uni-Alltag zur Seite.

Das **TK-Ärztezentrum** ist Tag und Nacht für Sie telefonisch erreichbar. Damit Sie medizinische Auskunft von einem Facharzt erhalten, wenn Sie sie brauchen.

Auf Reisen hilft Ihnen die **TK-Auslands-Assistance** rund um die Uhr weiter. Sie nennt Ihnen zum Beispiel einen deutsch- oder englischsprachigen Arzt an Ihrem Urlaubsort.

Hier erfahren Sie mehr:

[www.tk-online.de](http://www.tk-online.de)

oder

**018 02 - 22 55 85**

Montag bis Freitag von 7 bis 22 Uhr

(ab 6 Cent pro Gespräch, abhängig vom Anbieter)

