

mun^{do}

DAS MAGAZIN DER UNIVERSITÄT DORTMUND



ZAHLEN

NICHT NUR EIN THEMA DER MATHEMATIK



ZAHLEN, MYSTIK UND MUSIK MUSIK MIT MATHEMATIK INTERPRETIEREN

JEDE STIMME ZÄHLT ES GIBT KEIN PERFEKTES WAHLVERFAHREN

BLICK IN DIE ZUKUNFT VIRTUELLE SIMULATION HILFT ZU ERKENNEN



Gemeinsam neue Ziele erreichen. Mit Nokia.

Sie haben gerade Ihr Studium beendet und möchten Ihr Potenzial optimal ausschöpfen?

Dann lesen Sie aufmerksam diesen Text. Mobile Kommunikation ist ein Schlüsselthema der Zukunft. Nokia gestaltet diese Zukunft entscheidend mit.

Denn wir verbinden Menschen. Immer und überall.

Schnell, zuverlässig und unkompliziert. Entwickeln Sie mit uns die mobile Kommunikation von morgen. Als Ingenieur/in der Elektrotechnik, Nachrichtentechnik, technischen Informatik, Wirtschaftsinformatik, des Maschinenbaus oder als Absolvent eines vergleichbaren Studiengangs.

Nehmen Sie einfach Kontakt mit uns auf. Bewerben Sie sich online.

Wir freuen uns auf Sie.

www.jobs.nokia.de

NOKIA
Connecting People

editorial

Faszination Zahlen

Zahlen bitte! Kein Problem! In diesem Heft werden sie Ihnen serviert: als Ur-Code der Menschheit, von der einfachen Zahl bis zu den komplexen Mysterien der Mathematik.

Zahlen können zu Größen explodieren, die sich nur noch in Rechnerjahren darstellen lassen. Sie können aber ebenso zu Bruchteilen zerstäuben, für die uns jede Vorstellungskraft fehlt. Und noch immer warten sieben mathematische Grundprobleme auf eine Lösung. Allen voran die Primzahlen.

Viele Fragen lassen sich nur mit Computerkapazitäten beantworten – wenn gleich sich der Weg von der Ahnung bis zur möglichen Antwort in zahlreichen winzigen Schritten vollzieht. Komplexe Lösungen samt technischer Verfahren können nur mit interdisziplinären Allianzen bewerkstelligt werden, denkt man etwa an die Erforschung molekularer Prozesse.

In der Volkswirtschaft beschreiben Zahlen die Realität, lösen aber keine Probleme. Das wird deutlich bei Wahlprognosen und der Einschätzung der Wähler. Und doch können mathematische Determinanten die Zufriedenheit von Kunden ebenso beschreiben wie das Verhalten von Material in Umformprozessen.

Zahlen sind wahrscheinlich älter als Worte, meint der Neurologe Stanislas Dehaene. Mag sein. Sicher ist, dass wir mit ihnen von jeher die Welt ordnen und sie deshalb zu Recht eine Faszination auf uns ausüben.

The Fascination of Numbers

3..2.. 1.. Blast off! This issue takes to the sky with numbers: the primal code of humanity, from the humble cipher to the complex mysteries of mathematics.

Numbers can explode to scales that can only be described in computer years. But they can just as easily disintegrate into fractions that truly boggle the mind. Meanwhile, seven fundamental mathematical problems are still awaiting a solution. Beginning with prime numbers.

Many questions can only be answered with computers – even though the road from intuition to answer consists of many tiny steps. Complex problems with technical procedures can only be solved in interdisciplinary alliances – such as the discovery of molecular processes. And in the end, what began as a theoretical construct finishes as a practical application.

In economics, numbers describe reality, but can't solve any problems. That much is clear from election forecasts and voter estimates. And yet, mathematical determinants can describe customer satisfaction and material behavior in forming processes with equal accuracy.

Numbers are probably older than words, according to neurologist Stanislas Dehaene. Maybe so. We do know, however, that since time immemorial, we have organized the world with numbers, and that is why they continue to fascinate us.



Zahlen ordnen unsere Welt. Sie gewähren uns Einblick in die Zukunft, machen Unmessbares messbar oder interpretieren Kompositionen neu. Sie werfen aber auch viele Fragen auf. Mit der Macht der »Zahlen« beschäftigt sich das Schwerpunktthema dieser Ausgabe von »mun^{do}«.



Was die Welt der Logistik bewegt?
Studieren Sie einfach dieses Angebot!

Unser Studenten-Abo: 45% sparen + GRATIS Uhr sichern.

Sie wollen regelmäßig die wichtigsten Informationen aus Logistik, IT und Supply Chain Management? Und das frei Haus – 12mal pro Jahr? Dann entscheiden Sie sich noch heute für **LOGISTIKinside**. Holen Sie sich das logistische Wirtschaftsmagazin jetzt zum Studenten-Vorteilspreis von 78,50€*. Zusätzlich erhalten Sie diesen attraktiven Chronometer kostenlos dazu.

Ihr Anruf oder Fax genügt:

Tel: 01 80/5 26 26 18 (0,12 €/Min.)
Fax: 01 80/5 99 11 55 (0,12 €/Min.)
Internet: www.logistik-inside.de

Verlag Heinrich Vogel GmbH
Vertriebsservice • Neumarkter Straße 18
81664 München



Ihre Abo-Prämie: Sweda Chrono No. 1
Edelstahl-Chronometer mit SEIKO Markenuhrwerk

Ja, ich will das Studenten-Abo von **LOGISTIKinside**.

ANLIM0602

Ich erhalte **LOGISTIK inside** zum Studenten-Vorteilspreis von nur 78,50 € *(inkl. Versand und 7% MwSt). **Eine Studienbescheinigung lege ich bei!** 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. Das Abonnement gilt zunächst für ein Jahr. Es verlängert sich automatisch um 12 Monate (12 Ausgaben) zum Studenten-Vorteilspreis, wenn die Studienbescheinigung jeweils für das neue Semester vorliegt. Ansonsten erlischt das Abonnement.

Name/Vorname _____
Straße/Postfach _____
PLZ/Ort _____
Telefon _____
Fax _____
E-Mail _____
Universität _____
Fachrichtung _____
Datum/Unterschrift **X** _____

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.



in dieser ausgabe

nachrichten

Exzellente Graduiertenschule • Wann ist ein Berg ein Berg • Elektronische Dienstleistungen • Offenes Ohr im Kundenkontakt • 50 Jahre Rehabilitationswissenschaften • 15 Jahre Altersforschung 7

thema

ZAHLEN

Mysterien der Mathematik	10
Zahlen-Chemie	15
Das Problem eines Handlungsreisenden	20
Zahlen, Mystik und Musik	26
Jede Stimme zählt	32
Blick in die Zukunft	36
Gefühlte Verkehrskosten sind entscheidend	40

wissen schafft praxis

NATUR & TECHNIK

Spritsparer aus Titan	46
Highspeed vor der Linse	50
Die Wissenschaft vom Fußball	52

KULTUR, GESELLSCHAFT & BILDUNG

Unmessbares messen	58
Wenn Kinder plötzlich schweigen	62

mundorama

Kulturgeschichte erschließen	66
Neue Berufungen	70
Wissenschaft für Kids: Plastik aus Milch	74

ZAHLEN UND MUSIK

Für den Musikwissenschaftler Martin Geck gibt es keinen Gegensatz zwischen der Welt der Zahlen und der Welt der Musik.

SEITE 26



ZAHLENRÄTSEL

Primzahlen bergen viele Rätsel, an denen Mathematiker seit Jahrhunderten tüfteln. Zwar gibt es eine Reihe von Vermutungen, doch die mathematischen Beweise fehlen bislang.

SEITE 10



KONSUMENTENVERHALTEN

Mit Methoden aus der Psychologie wollen Dortmunder Wirtschaftswissenschaftler das Verhalten von Menschen im Wirtschaftskreislauf erheben.

SEITE 58



Creation



**Sie denken europäisch
Sie verlassen gewohnte Wege
Sie ergreifen Chancen
und sind erfolgreich**

Sie wollen mehr
www.vaillant.de

Vaillant GmbH Personalmarketing
Berghauser Str. 40 • 42859 Remscheid
Telefon 0 21 91/18-0 • Telefax 0 21 91/18-2100 • karreras@vaillant.de



[a]



[b]

impresum

mundo – das Magazin der Universität Dortmund. **Herausgeber** Referat für Öffentlichkeitsarbeit, Leiter: Ole Lünemann **Redaktioneller Beirat** Prof. Hellmut Keiter, Prof. Hans Hartmut Neuendorff, Prof. Ulrich Pätzold, Prof. Ditmar Schmetz, Prof. Karl Strauß **Chefredaktion** Angelika Willers **Redaktion** Stephanie Bolsinger, Katrin Braun, Joachim Hecker, Ole Lünemann, Katrin Pinetzk, Jörg Swade **Fotodesign** Jürgen Huhn **Bildredaktion** Gabriele Scholz **Anschrift** Universität Dortmund, Referat für Öffentlichkeitsarbeit, 44221 Dortmund **Kontakt:** redaktion.mundo@uni-dortmund.de **Erscheinungsweise** zwei Mal jährlich **Druck & Verlag** Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG, Faberstr. 17, 67590 Monsheim (www.vmk-verlag.de) **Bildnachweis** Titelbild u. S. 10 Wolfgang Herzberg/Jürgen Huhn, S. 7 Rainer Scholz, S. 30 Jürgen Wassmuth, S. 54 Dieter Menne **Grafische Konzeption** Gestaltmanufaktur GmbH, Dortmund

Exzellente Graduiertenschule

Mit ihrer »Graduate School of Education and Capabilities« hat die interdisziplinäre Arbeitsgruppe die erste Hürde im Verfahren der Exzellenzinitiative genommen. Der Antrag für die Graduiertenschule, den die Universität Dortmund gemeinsam mit der Universität Bielefeld gestellt hatte, zielt auf ein empirisch ausgerichtetes Studien- und Forschungsprogramm.

Dies beschäftigt sich mit den Entfaltung- und Teilhabemöglichkeiten, dem Kompetenzerwerb und den Lebenschancen von Kindern und Jugendlichen und deren Fähigkeiten zur Gestaltung ihrer Bildungsverläufe. Kontakt: Prof. Wilfried Bos, Ruf: (0231) 755-5502

Excellent Graduate School

With its Graduate School of Education and Capabilities, the interdisciplinary working group has cleared the first hurdle in its excellence initiative. The application for the graduate school - jointly filed by the universities of Dortmund and Bielefeld - describes an empirically focused training and research program. It examines opportunities for development and empowerment, skill acquisition and life opportunities among children and teens, as well as their ability to control the direction of their education. Contact: Professor Wilfried Bos, Tel: (0231) 755-5502

Wann ist ein Berg ein Berg?

Zu den Bergregionen in Europa gehören knapp 41 Prozent der Gesamtfläche, auf der rund 19 Prozent der europäischen Bevölkerung leben. Dies fanden Wissenschaftler des Instituts für Raumplanung (IRPUD) im Rahmen eines EU-Forschungsprojektes heraus. Ziel der Studie, an der neben dem IRPUD noch vier weitere Partner arbeiten, ist es, erstmalig europaweit einheitliche Kriterien zur Abgrenzung von »Bergregionen« zu ermitteln. Ein weiteres Ziel ist die Sammlung, Aufbereitung und Berechnung von statistischen und geografischen Daten. Kontakt: Christian Lindner, Ruf: (0231) 755-2475; Alexandra Hill, Ruf: (0231) 755-2248

When is a Mountain a Mountain?

All in all, mountainous regions account for 41 percent of Europe's total land area, and are home to 19 percent of the European population. This discovered researchers at the Institute of Spatial Planning of the University of Dortmund (IRPUD). Participating in the EU research project on Europe's mountain regions are four other European partners. Another objective of the EU project was to collect, process and calculate statistical and geographic data in these territories. Contact: Christian Lindner, Tel: (0231) 755-2475; Alexandra Hill, Tel: (0231) 755-2248

[a]

[b]



[a]



[b]

Elektronische Dienstleistungen

Das Forschungsprojekt »Export ferngesteuerter Dienstleistungen« (ExFeD) wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit insgesamt knapp 600.000 Euro gefördert. Wissenschaftler der Universitäten Erlangen-Nürnberg und Dortmund untersuchen darin die Rahmenbedingungen und Einsatzmöglichkeiten von Dienstleistungen, die deutsche High-Tech-Firmen vom Standort Deutschland aus ferngesteuert in aller Welt anbieten, so genannte »Remote Services«. Partner in diesem Projekt sind der Lehrstuhl für Internationales Management der Universität Erlangen-Nürnberg, die Juniorprofessur für Dienstleistungsmanagement und der Lehrstuhl für Marketing an der Universität Dortmund, die Unternehmen Amentics, Carat Robotic Innovation, Hewlett-Packard, SAP, RAP Automation sowie der Verein Deutscher Ingenieure. Kontakt: Dipl.-Psych. Jan Hendrik Schumann, Ruf: (0231) 755-3785

Exports of Remote Services

"Exports of Remote Services" is a research project funded by a EUR 600,000 grant from the Federal Ministry of Education and Research. Project researchers at the Universities of Erlangen-Nuremberg and Dortmund are investigating the basic conditions and possible applications of services provided all over the world by German tech firms. The catch: The firms deliver the services remotely. The project includes scientists from the Section for

International Management at the University of Erlangen-Nuremberg, the Sections for Service Management and Marketing at the University of Dortmund, as well as Hewlett-Packard, SAP, Amentics, Carat Robotic Innovation, RAP Automation and the VDI Association of German Engineers.

Offenes Ohr im Kundenkontakt

Die Interaktionen zwischen Mitarbeitern von Dienstleistungsunternehmen und ihren Kunden können eine Quelle für Innovationen darstellen. Genau diese Schnittstelle zwischen Unternehmen und Kunden hat »NovaMille« im Auge. Das interdisziplinäre Forschungsprojekt, an dem Lehrstühle der Universitäten Dortmund und Bochum, sowie sieben Industriepartner beteiligt sind, hat das Ziel, Innovationspotenziale in der Praxis zu identifizieren und zu realisieren. Noch bis 2007 läuft NovaMille mit Fördermitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Dabei setzt das Projekt ganz gezielt auf Interdisziplinarität, um in den beteiligten Unternehmen innovationsfreundliche Unternehmenskulturen zu etablieren. An der Universität Dortmund arbeiten neben Betriebswirtschaftlern auch Maschinenbauer, Organisationspsychologen und Soziologen mit. Infos: www.novamille.de

Open Minds in Customer Contacts

Innovations can spring eternal when employees at service firms meet with customers. However, both science and industry failed to explore this connection. Until, that

is, NovaMille was created. This interdisciplinary research project involves researchers from the Universities of Dortmund and Bochum as well as seven business partners. Its goal is to identify and leverage latent potential for innovation in the field. NovaMille is expected to run until 2007 with a grant from the Federal Ministry of Education and Research. The project pursues an interdisciplinary approach to establishing pro-innovation corporate cultures at participating companies. The researchers include business administration experts in the Marketing Section, mechanical engineers in the Sections for Production Planning and Factory Organization, psychologists from the Section for Applied Organizational Psychology and sociologists from the General Sociology Section. Information: www.novamille.de

[a]

50 Jahre Rehabilitationswissenschaften

Musik und Bewegung, Soziologie und Technologie, Qualitätsmanagement und Frauenforschung: Was auf den ersten Blick wie ein Gemischtwarenladen aussieht, wird in der Fakultät Rehabilitationswissenschaften durch eine gemeinsame Klammer umschlossen – den Fokus auf Menschen mit Behinderung. Heute gehört die Fakultät europaweit zu den größten Forschungs- und Ausbildungsstätten. Die enge Anbindung an die Region ist ein Markenzeichen der Dortmunder Sonderpädagogik. Kontakt: Dekanat, Ruf: (0231) 755-4541



[c]

50 Years of Institute of Rehabilitation

Music and motion, sociology and technology, quality management and women's studies. It looks like interdisciplinary madness, but there is a method to it at the Department of Rehabilitation Sciences: a relentless focus on people with disabilities Today, the department is one of Europe's largest research and training centers. Today, its research and teaching covers 17 different fields. One of the hallmarks of Dortmund's special education facilities is a close connection to the region. Contact: Dekanat, Ruf: (0231) 755-4541

[b]

15 Jahre Gerontologie

In der Altersforschung nimmt Nordrhein-Westfalen eine Spitzenposition ein. Dafür sorgt die Dortmunder Forschungsgesellschaft für Gerontologie, die sich seit 15 Jahren mit den unterschiedlichsten Facetten dieser Thematik beschäftigt. Ziel der Gründung war es, vor allem in Nordrhein-Westfalen eine Anlaufstelle für sozialgerontologische Forschung und Beratung zu schaffen.

Zu diesem Zweck wurde zwei Jahre später das Institut für Gerontologie eingerichtet, in dem heute rund 20 Wissenschaftler tätig sind. Kontakt: Dr. Vera Gerling, Ruf: (0231) 728488-12

15 Years of Gerontology

When it comes to age research, the state of North Rhine-Westphalia (NRW) is a trailblazer. The reason: the Dortmund Research Association for Gerontology, which has been exploring this field in all its complexity for 15 years. The Association was set up as a center of expertise in social-gerontological research in NRW. Two years later, this goal got an additional boost from the creation of the independent, non-partisan Institute of Gerontology. Today, the Institute's 20 scientists do research in and outside the state. Contact: Dr. Vera Gerling, Ruf: (0231) 728488-12

[c]

WDR 5

Roboter – die besseren Forscher? Großstädte – das Paradies für Singvögel? Intelligenz – eine Frage der Gene? Bachelor & Master – das neue Bildungswunder?

Gut zuhören

Leonardo im Radio:
Montag bis Freitag 16.05 bis 17.00 Uhr,
Wiederholung 22.05 bis 23.00 Uhr

Leonardo im Internet:
Aktuelle Hintergrundinfos, ausführliche
Desslers und Manuskriptdownload
www.wdr5.de

Es gibt unendlich viele Fragen, **wdr 5 Leonardo** –
Wissenschaft und mehr beantwortet sie – verständlich,
kompetent und unterhaltsam.

Hören erleben wdr 5

Mysterien der Mathematik

AUCH MARSMENSCHEN BRAUCHEN PRIMZAHLEN



Zahlen können faszinierend und geheimnisvoll, sogar ein wenig gruselig sein. Wer's nicht glaubt, muss nur im Internet »Primzahlen« in eine Suchmaschine eingeben. Die herrlichsten Verschwörungstheorien ranken sich um jene Zahlen, die sich nur durch sich selbst sowie durch die Zahl 1 teilen lassen. Schon im Kalender der Maya haben Primzahlen eine besondere Bedeutung. Und dass ausgerechnet der dreifaltige Gott die Erde in ausgerechnet sieben Tagen schuf, ist für einige Menschen kein Zufall, sondern Beleg für Macht und Magie der Primzahlen. Die Zauberschriften haben in ihren Augen eine geheimnisvolle, aber unübersehbare Bedeutung im Weltgeschehen. So auch in jüngster Zeit: New York City, Afghanistan und George W. Bush – all diese Namen haben elf Buchstaben. New York ist der elfte Staat der USA, die Quersumme der getöteten Flugzeug-Passagiere am 11. September ergibt angeblich elf, und überhaupt: 11. September! Die Quersumme $1+1+9$ ergibt erneut elf.

Auch für Mathematiker bergen Primzahlen viele Rätsel. Die ungelösten Fragen der Mathematik haben jedoch nichts mit ihrem möglichen Einfluss auf den Lauf der Geschichte zu tun. In den Universitäten überall auf der Welt forschen und grübeln Wissenschaftler über rein mathematische Mysterien – in Dortmund zum Beispiel der Zahlentheoretiker Dr. Walter Gubler aus dem Fachbereich Mathematik.

Gubler kann verstehen, warum die Menschen von Primzahlen fasziniert sind. Der Glaube an Übersinnliches liegt dem gebürtigen Schweizer zwar fern, und doch: „Das Schöne an den Primzahlen ist, dass sie von universellem Interesse sind. Wenn es Marsmenschen gäbe und sie ein Zahlensystem entwickeln würden, das ganz anders funktioniert als unseres, würden sie trotzdem auf Primzahlen stoßen. Als unzerlegbare Zahlen sind sie so etwas wie ein Naturgesetz.“ Alle natürlichen Zahlen sind aus Primzahlen zusammen gesetzt, wenn sie nicht selbst prim sind. Sie sind damit so etwas wie die Atome der Mathematik. Und sie seien auf den ersten Blick einfach, sagt Gubler: „Schon in der Grundschule lernen Kinder ihre Definition. Aber es ist unglaublich schwierig, sie richtig zu verstehen. Es gibt noch viele Fragestellungen, die völlig ungelöst sind.“ Das wohl größte ungelöste Rätsel betrifft ihre Verteilung: Ihr Auf-

fe Formel, um Primzahlen zu generieren. In der mathematischen Moderne geht man daher davon aus, dass die Primzahlen zufällig verteilt sind. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass jemand noch ein tieferes Bildungsgesetz der Primzahlen findet.“

Sicher ist nur eins: Es gibt unendlich viele Primzahlen. „Das ist ein uralter Satz von Euklid, und das kann man ganz einfach beweisen.“ Viele Menschen – darunter viele Nicht-Mathematiker – machen sich einen Sport daraus, immer neue und größere Primzahlen zu entdecken. Anfang des vergangenen Jahres fand ein süddeutscher Augenarzt eine neue Primzahl mit fast acht Millionen Stellen; seit Ende 2005 halten zwei Professoren der Central Missouri State Universität den Rekord mit einer Primzahl mit mehr als neun Millionen Stellen. Es ist die 2 hoch 30.402.457 minus 1, eine so genannte Mersenne-Primzahl. Würde man sie ausschreiben, bräuchte man alle Seiten einer Tageszeitung dazu. Sowohl der Augenarzt als auch die Professoren gehören zu einer Gruppe von Freiwilligen, die ihre Computer und deren Rechenleistung für eine Primzahl-Suche im Internet zur Verfügung stellen.

Dabei können reine Mathematiker wie Walter Gubler mit solchen Entdeckungen gar nicht viel anfangen. „Die Entdeckung einer neuen Primzahl ist vor allem ein Meilenstein für den, der sie gefunden hat“, sagt Gubler und lacht: „Er kommt dann in die Zeitung. Für die mathematische Forschung hat es keine besondere Bedeutung. Wir wissen ja, dass es unendlich viele gibt.“

Der angewandten Mathematik können neue Primzahlen dagegen durchaus helfen. Mehr als zweitausend Jahre lang waren Primzahlen ein mathematisches Phäno-

men, aus deren Existenz man keinen praktischen Nutzen zu ziehen wusste. Heute spielen sie eine wichtige Rolle etwa in der Verschlüsselungstechnik, der Kryptographie. „Die Public-Key-Verschlüsselung im Internet etwa geschieht mittels Primfaktorzerlegung“, sagt Gubler und erklärt: „Jede natürliche Zahl ist das Produkt von Primzahlen, zum Beispiel $10 = 2 \times 5$ oder $24 = 2 \times 2 \times 3$. Klingt einfach, aber bei großen Zahlen schafft der Computer es nicht, sie schnell genug in ihre Primfaktoren zu zerlegen.“ Beim Public-Key-Verfahren wird diese Rechenschwäche ausgenutzt: Das Produkt der Primzahlen wird als ein öffentlicher Schlüssel benutzt und kann bekannt gegeben werden, zum Beispiel beim E-Mail-Verkehr oder im Internet. Entschlüsseln kann die Nachricht nur, wer den Rechenweg kennt, also die Primfaktoren selbst.

Klar also, dass der Wirtschaft durchaus daran gelegen ist, die Primzahl-Forschung voranzutreiben. Bereits im Jahr 1900 hat der deutsche Mathematiker David Hilbert die bis dato 23 wichtigsten ungelösten mathematischen Probleme vorgestellt, darunter die so genannte Riemannsche Vermutung als achties Problem. Sie gibt eine Funktion an, mit deren Hilfe man die Verteilung der Primzahlen mit großer Genauigkeit beantworten könnte.

Inzwischen sind viele von Hilberts Problemen gelöst – das der Primzahlen nicht. Ein Jahrhundert nach Hilbert stellte im Jahr 2000 der Bostoner Multimillionär Landon T. Clay erneut offene mathematische Rätsel aus der Grundlagenforschung vor. Diesmal waren es nur noch sieben, und für die Lösung jedes einzelnen setzte Clay eine Million Dollar aus. Noch immer darun-

ter: die Riemannsche Vermutung samt aller anderen Fragen rund um die Primzahlen.

Während die Riemannsche Vermutung Laien kaum verständlich zu machen ist, geschweige denn von ihnen bewiesen werden könnte, können Primzahl-Fans ohne große Vorkenntnis Probleme wie die Goldbachsche Vermutung zumindest leicht verstehen: Ist tatsächlich jede gerade Zahl, die größer ist als 2, die Summe zweier Primzahlen (Goldbachsche Vermutung)? Gibt es unendlich viele Primzahl-Zwillinge, also zwei Zahlen, die die Differenz 2 haben wie 3 und 5 oder 17 und 19? „Die Behauptung, dass jede gerade Zahl größer 2 die Summe zweier Primzahlen ist, hat man bis zu enorm großen Zahlen nachgewiesen. Es stimmte immer. Aber das ist noch lange kein Beweis. Der Mathematiker ist erst zufrieden, wenn er es für alle Zahlen weiß“, sagt Gubler. Zahlreiche Beweise seien dazu bereits geschrieben worden: „Da gibt es richtige Fanatiker, aber irgendwo ist immer ein Denkfehler, und meist machen alle den gleichen.“

Gubler selbst beschäftigt sich mit der ABC-Vermutung, einer These, die 1986 formuliert wurde. Sie beginnt bei der Gleichung $A + B = C$ und besagt, dass C immer kleiner ist als das Produkt der Primteiler von a, b und c im Quadrat. Ein Beispiel:

$$3 + 4 = 7$$

Die Primteiler von 3, 4 und 7 lauten 3, 2 und 7. Das Produkt ist 42, zum Quadrat macht das 1764. „Die Vermutung ist tief liegend und weit mehr als eine lustige Spielerei“, findet Gubler: „Wenn ich das beweisen könnte, würde man viel verstehen in der Mathematik der Zahlentheorie und der Geometrie.“ Im Unterschied zur Suche nach immer größeren Primzahlen können Rechner bei der ABC-Vermutung nicht weiter helfen. „Ein Rechner kann ein Gegenbeispiel suchen, aber keinen Beweis führen.“

Katrin Pinetzki

Rätsel

Für alle Knobel-Fans hier ein »Magisches Quadrat« von Dr. Walter Gubler. Viel Erfolg!

Magische Quadrate haben die Menschen schon immer fasziniert. Bilden Sie ein Dreimal-Drei-Quadrat aus Zahlen. Es ist dann magisch, wenn die Summe in jeder Zeile, jeder Spalte sowie der Diagonalen die gleiche Zahl ergibt.

Ein Beispiel für ein Quadrat mit der magischen Zahl 15:

816

357

492

Aufgabe: Suchen Sie ein magisches Quadrat, deren äußere acht Zahlen alle verschiedene Primzahlen sind und deren zentrale Zahl möglichst klein ist.

zur person



Hochschuldozent Dr. Walter Gubler, Jahrgang 1965, bringt in seinen Vorlesungen angehenden Lehrern und Diplom-Mathematikern Algebra und Zahlentheorie bei. Abseits des Hörsaals beschäftigt sich der gebürtige Schweizer, der aus

dem zehnten Stock des Mathe-Gebäudes einen weiten Blick über Dortmund hat, mit mathematischer Grundlagenforschung. „Freunde und Verwandte fragen mich manchmal, was es in der Mathematik denn zu erforschen gäbe: Da sei doch schon alles klar!“, sagt Gubler. Ihnen erzählt er dann von der Goldbachschen Vermutung oder dem Problem der Primzahlzwillinge. Gubler, der an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich studierte, dort promovierte, sich habilitierte und auch lehrte, arbeitet seit 2003 an der Universität Dortmund.

abstract

Prime numbers contain many puzzles that have occupied mathematicians for centuries. While these conjectures have been checked by computer programs in many examples, the mathematical proofs have remained out of reach. Dortmund university instructor Dr. Walter Gubler is currently working on a proof of the ABC conjecture. It says that a given C , which is the sum of $A + B = C$, will be less than the square of the product of the distinct prime divisors of A , B , and C . This conjecture has been shown to work with all numbers so far – but the proof has remained elusive.

Wieviel NIROSTA® braucht Ihr Leben?



Jede Pasta, jedes Hemd, jeder Drei-Tage-Bart, jede Heimfahrt – an NIROSTA® kommen Sie nicht vorbei. ThyssenKrupp 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:

ThyssenKrupp Nirosta GmbH

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

ThyssenKrupp Nirosta

Ein Unternehmen von ThyssenKrupp Stainless



ThyssenKrupp



Zahlen-Chemie

IN DER PHYSIKALISCHEN CHEMIE WIRD NICHT GERÜHRT, SONDERN GERECHNET



Im Rechenzentrum von Alfons Geiger werden lange Zahlenreihen mühelos bewältigt.

Wie verhalten sich Wassermoleküle bei $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$? Kein Mikroskop auf der Welt kann dies sichtbar machen. Wie entfaltet sich ein Protein im Inneren einer menschlichen Zelle? Kein Forscher hat das jemals gesehen. Immer wieder stellen Vorgänge in der Natur Wissenschaftler vor ein Rätsel. Immer noch gibt es unüberwindbare Grenzen, wenn es darum geht, das molekulare Geschehen – etwa in einer menschlichen Zelle – wie in einem Film sichtbar zu machen.

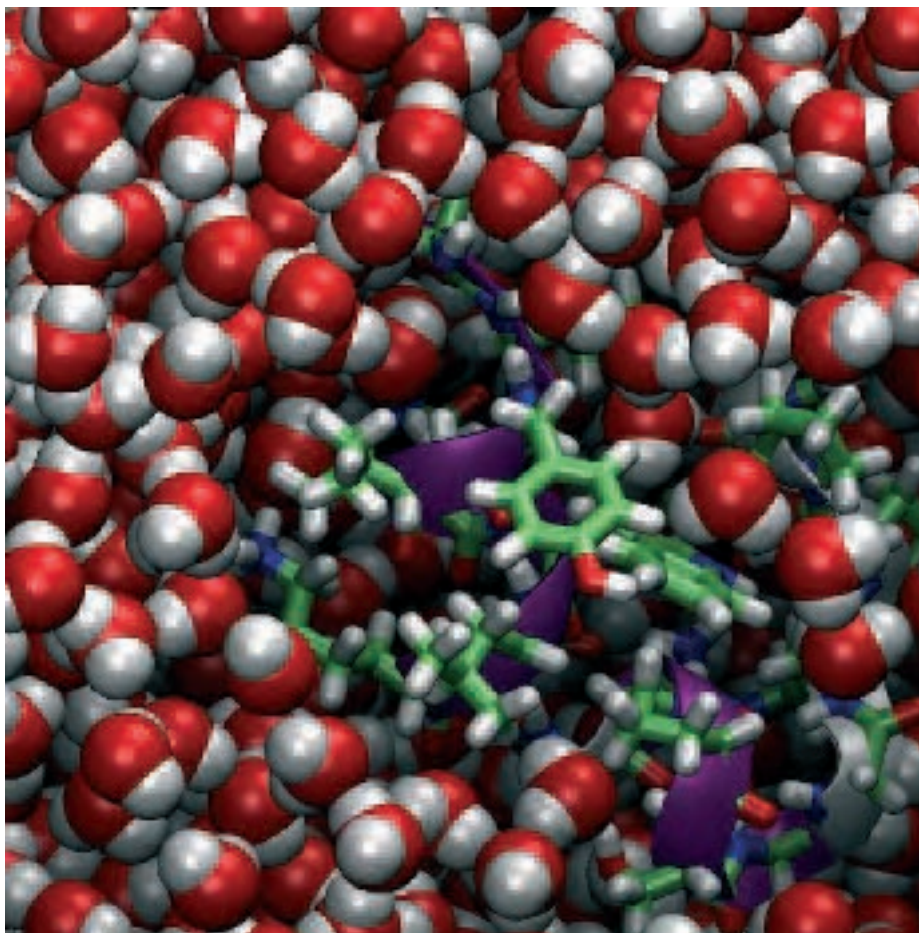
Erst recht ist es so, wenn Materie extreme Zustände einnimmt, die kein Messgerät der Welt erfassen kann. Was spielte sich beim Urknall ab? Was passiert in den sagenhaften »Schwarzen Löchern« im Weltall? Warum ist Wasser bei Temperaturen weit unterhalb des Gefrierpunktes

noch flüssig, obwohl es längst zu Eis erstarrt sein müsste? Auch das Geheimnis des Lebens bleibt unsichtbar: Wie teilt sich die DNA, die menschliche Erbsubstanz, und wie reproduziert sie sich? Wie funktioniert die Informationsverarbeitung einer Zelle, für die Eiweißstoffe und Botenmoleküle durch die Zellmembranen geschleust werden müssen?

Dies live zu beobachten – dabei stößt die Wissenschaft an ihre Grenzen, wenn vielleicht auch nicht für immer, so durchaus für die nächsten Jahre oder Jahrzehnte. Zu winzig ist das, was in einer Zelle und zwischen Molekülen passiert, zu schnell sind die Vorgänge auf molekularer Ebene, als dass sie sich gar filmen ließen. Zu empfindlich sind viele Substanzen, als dass sie sich bei ihrem Tun beobachten ließen. Und

zu extrem sind viele Zustände, als dass sie sich überhaupt messen ließen. Trotzdem ist die Wissenschaft hier alles andere als hilflos. Wo die reale Welt keine Einblicke gewährt, wird sie eben künstlich erschaffen und virtuell sichtbar gemacht. Dabei entstehen jede Menge Zahlen. Lange Kolonnen aus Milliarden von einzelnen Zahlen.

Dass es Computer gibt am Fachbereich Chemie der Universität Dortmund, ist keine Besonderheit. Aber dass die Chemiker am Lehrbereich »Physikalische Chemie« ein eigenes Rechenzentrum besitzen, ist außergewöhnlich und für Chemiker etwas ganz Besonderes. Computer, Informatik, unendlich lange Zahlenreihen: Das überlassen die meisten Chemiker lieber den Spezialisten, den Informatikern etwa, die sich an grauen Kisten erfreuen können.



Simulieren, um zu verstehen: Gefaltete Proteine aus dem virtuellen Labor.

dass die Chemiker meistens viel mehr von den Maschinen verlangen. Was Alfons Geiger und Dietmar Paschek hier entwickeln und anwenden, ist die neue Chemie, die Zahlen-Chemie der Zukunft, die Wissenschaft des 21. Jahrhunderts. Hier werden nicht mehr Lösungen gerührt und analysiert, hier werden Prozessoren strapaziert und Festplatten mit Daten, mit nichts als Zahlen gefüllt. Hier wird simuliert, was das Zeug hält. Ja, man kann Geiger und Paschek als die großen »Simulanten«, als Zahlenmacher bezeichnen, welche die Chemie neu entdeckt, neue Türen geöffnet und damit ganz andere, weitergehende Möglichkeiten für ihre Arbeit geschaffen haben: das »virtuelle Labor«. Es befindet sich in einem unscheinbaren Raum, braucht nichts außer der Kälte einer kräftigen Klimaanlage, viel Strom und findet auf Dutzenden von Rechnern gleichzeitig statt. Und wenn Geiger und Paschek ihre Chemie machen, dann laufen diese Rechner über Stunden, Tage, Wochen, Monate. Dann laufen die Prozessoren heiß, dann arbeitet die Klimaanlage auf Hochtouren, dann werden Daten in Form von Zahlen produziert.

„Wir machen nichts anderes als Filme“, sagt Alfons Geiger, „Filme über Bewegungen im Kleinen, welche die Eigenschaften im Großen bestimmen.“ Was man nicht sehen oder messen kann, muss simuliert werden, um zu verstehen, wie es funktioniert und wie man es im gewünschten Sinne von außen verändern, also manipulieren kann. Bei der Simulation entstehen Zahlen, und diese könnte man zu einem Film umsetzen, so wie jede DVD auch nichts anderes enthält als pure Zahlen. Und man kann diese riesigen Datensätze automatisch auswerten, um Informationen für etwas zu erhalten, was anders nicht zu haben ist.

Ein Beispiel, wofür die beiden Chemiker Zahlen erzeugen: »Unterkühltes Wasser« ist -35 °C bis -38 °C kalt. Und trotzdem ist es flüssig! Warum gefriert es nicht, und warum hat Wasser in diesem Zustand ganz ungewöhnliche Eigenschaften, wie etwa ein gegenüber »normalem« Wasser vielfach höheres Wärmespeichervermögen? Um das herauszubekommen, muss wie mit der Lupe geschaut werden, was zwischen den einzelnen Wassermolekülen

abstract

How do molecular systems behave in aqueous solutions? To find out, Professor Alfons Geiger and his assistant, Dr. Dietmar Paschek, use computational chemistry. They run their simulations on a data center that belongs to their Physical Chemistry division in the Chemistry department of the University of Dortmund. Applications include protein folding, the behavior of supercooled water, the optimization of liquid crystals for displays, and the behavior of zeolites for storing heat.

Denn Chemie heißt meistens noch Pipette und Zentrifuge, Massenspektrometer und Chromatograf – die klassische Laborausstattung eben, die man als Chemiker vorzeigen kann, so wie andere einen Porsche mit Hunderten von Pferdestärken.

Bei Prof. Dr. Alfons Geiger ist das anders. Zwar ist in seinem Büro auch eine Wand mit Wasserhähnen bestückt, und die typischen roten, eckigen Becken befinden sich darunter. Doch das eigentliche Labor ist nicht zu sehen. Es verbirgt sich ein Stockwerk tiefer hinter einer unscheinbaren Tür, die sein Mitarbeiter Dr. Dietmar Paschek, für uns öffnet. Ein Luftzug ist zu spüren, lautes Rauschen und tiefes Brummen ertönen. Es sieht aus ... wie vielleicht im Fachbereich Informatik: Ein Raum voller Rechner, auf einfachen Kellerregalen übereinander gestapelt, hinten an breiten Mehrfachsteckdosen angeschlossen, mit langen Kabeln verbunden, die irgendwohin führen. Entschuldigung, sind wir hier richtig? Der Stolz in Dietmar Pascheks Augen verrät: Ja! Die neue Chemie hat ihre eigenen Labore. Es sind die der Informatiker. Nur

passiert. Wie sie sich bewegen, wie sie sich gegenseitig binden, also festhalten. Wie beim echten Film lässt sich das am Besten in Zeitlupe beobachten. Für eine »Zeitlupe« müssen in kurzer Zeit sehr viele Bilder aufgenommen werden, um sie später langsam, in Zeitlupe eben, ohne sichtbares Ruckeln ablaufen lassen zu können. So hält es auch Dietmar Paschek. Er macht Bilder im Abstand von einer Femtosekunde, das ist der millionstel milliardstel Teil einer Sekunde, um später das Geschehen von unterkühltem Wasser im so genannten »metastabilen Bereich« über Sekundenbruchteile analysieren zu können.

Ein weiteres Beispiel: Proteine oder Eiweißstoffe gehören zu den wichtigsten Bausteinen von Lebewesen. Sie bestehen aus langen Ketten aneinander gereihter Aminosäuren, der Grundbausteine der belebten Natur. Zunächst als lange Ketten in den Zellen synthetisiert, beginnen sie sich sofort zu »falten«, also so zu verdrehen, dass sie am Ende in etwa wie eine verdrehte Luftschlange aussehen. Erst in dieser Form erfüllen sie ihre spezifische Aufgabe, weil sie dann ganz bestimmte Abschnitte nach außen drehen, wo sie chemisch aktiv sind und mit anderen Stoffen reagieren. Diese »Proteinfaltung« zu verstehen ist derzeit eine der größten Herausforderungen in der Wissenschaft. Denn nur wenn der Mechanismus der Proteinfaltung verstanden ist, lassen sich auch Fehlfunktionen erklären, bei denen ein Protein sich nicht schnell genug faltet und zusammenklumpt. Diese fehl gefalteten Proteinklumpen bilden so genannte Plaques, Ablagerungen, die im Gehirn beispielsweise als Auslöser von Krankheiten wie Alzheimer, Parkinson oder Multipler Sklerose gelten.

Dieser sagenhaften Proteinfaltung, die so unauffällig geschieht und doch so gravierende Auswirkungen hat, sind auch die physikalischen Chemiker in Dortmund auf der Spur. Kann die Faltung eines Proteins vorhergesagt werden, weiß man mehr über seine Funktion und kann sich daran machen, Wirkstoffe zu entwickeln, die auf ganz bestimmte Proteine abgerichtet sind, weil sie nur an ihnen andocken, etwa um sie außer Funktion zu setzen.

Im Computer falten Geiger und Paschek Proteine. Was in der Natur in Bruchteilen einer Sekunde passiert, vollzieht der Rechner in mehreren Wochen. Die Ergebnisse

ihrer theoretischen, weil simulierten Proteinfaltung, gleichen die Chemiker regelmäßig mit der Praxis ab. „Immer wieder müssen wir überprüfen, ob das, was wir simulieren, auch stimmt“, unterstreicht Geiger, „Experimente und Simulationsrechnungen unterstützen sich gegenseitig in der Interpretation der Ergebnisse“. Insofern arbeitet Geigers Mannschaft alles andere als im luftleeren Raum, sondern eng verzahnt mit der Praxis.

In der Praxis müssen Proteine jedoch mühsam bearbeitet werden, um mittels Röntgenbeugung eine Aufnahme von ihnen zu gewinnen, so dass wenigstens das Ergebnis der Faltung zu sehen ist. Inzwischen sind die Dortmunder Chemiker ziemlich gut, ihre dank Simulation errechneten Vorhersagen decken sich weitgehend mit den Ergebnissen realer Proteine. Die Tänze, welche die Proteine beim Falten vollführen, das berechnete Winden und Zucken, führt meist zu demselben Ergebnis wie in der Realität.

Für das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg untersuchen die Dortmunder Chemiker das Verhalten von »Zeolithen«. Das sind sehr poröse mineralische Materialien. Werden sie feucht, erwärmen sie sich. Daher werden sie als Wärmespeicher erforscht. Durch die Wärme im Sommer ausgetrocknet, können sie im Winter Wärme erzeugen, indem einfach Wasser zugeben wird. Wie »Zeolithe« sich im winzig Kleinen auf molekularer Ebene verhalten, wie sie Wärme erzeugen, und wie das Material als Wärmespeicher optimiert werden kann, das lässt sich am Besten in der Dortmunder Simulation klären.

Sogar Flüssigkristalle – wir kennen sie als elektronische Displays von Quarzuhr, Taschenrechner und Flachbildschirm – werden bei Geiger und Paschek simuliert und mit Rechnerhilfe optimiert. Auch in der belebten Natur kommen Flüssigkristalle vor – als Baumaterial für Zellwände. Fische in 10.000 Meter Tiefe haben völlig anders aufgebaute Zellwände. Damit unter diesem Druck die Flüssigkristalle noch flüssig bleiben, hat die Natur ihre Zusammensetzung anders komponiert. Mit diesem Wissen lassen sich, zunächst theoretisch, neue Flüssigkristalle für Displays entwickeln, die über große Temperaturbereiche unter Druck funktionieren oder einen besseren Kontrast bieten und damit leichter abzulesen sind. Im Computer entwickelt und »getestet«,

zur person

Prof. Dr. Alfons Geiger wurde 1944 in Herbolzheim im Breisgau geboren. Er studierte Physik in Freiburg und Karlsruhe und promovierte 1973 mit einem Thema aus der Physikalischen Chemie. Nach einem Abstecher in die USA habilitierte er 1981 in Karlsruhe. Nach sechs Jahren an der RWTH Aachen wechselte er 1987 an die Universität Dortmund, wo er sich unter anderem mit den Eigenschaften von Wasser an Grenzflächen beschäftigte. Auch in seiner Freizeit befasst sich Alfons Geiger „mit allem, was mit Wasser zu tun hat“. Dazu gehört das Tiefeseetauchen genauso wie das Skifahren. Er ist verheiratet, seine beiden Kinder sind schon längst erwachsen.

info

Die Rechenleistung der Dortmunder »Computational Chemistry« in Zahlen:

Art und Zahl der Prozessoren:

Intel Xeon 3,2 GHz (150 Stück)

Leistungsfähigkeit: etwa 2 Milliarden Rechenoperationen pro Prozessor

Längste Simulationsdauer bisher: 6 Monate

Leistungsaufnahme bei Spitzenbelastung: etwa 30 kW

Leistungsaufnahme der Klimaanlage: 40 kW

Anzahl der Nutzer: 9 Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Geiger

können die neuen Flüssigkristalle zum praktischen Einsatz kommen. Ein neuer, ein überzeugender Weg. Dieser Weg heißt »Computational Chemistry« – Computer-unterstützte Chemie: Zahlen-Chemie.

Der gelehrte Physiker Alfons Geiger ist Pionier auf dem Gebiet der »Computational Chemistry«. Das ist schön für ihn, darauf kann er stolz sein. Doch für die gesamte Chemie betrachtet sei es ein Riesennachteil, dass sich die neue Fachrichtung recht zögerlich entwickle, gibt Geiger zu bedenken. Noch wird sie an wenigen Zentren angewandt, dementsprechend gering sind die Absolventenzahlen. „Wir brauchen viel mehr Nachwuchs in dieser Richtung“, kritisiert Geiger. Die USA seien auf dem Gebiet führend, und selbst die Niederlande seien diesbezüglich besser ausgestattet als Deutschland. Um so stolzer können Geiger und Paschek auf ihr Rechenzentrum sein. Längst sind sie autark und nicht mehr angewiesen auf den Superrechner im Forschungszentrum Jülich. „Wir schaffen hier etwa 300 Milliarden Rechenoperationen – pro Sekunde!“, wirft Dietmar Paschek ein. Trotz dieser enormen Geschwindigkeit geht es nicht ohne Tricks. „Wir nutzen jeden Kniff aus, um uns das Leben so einfach wie möglich zu machen, sprich unnötige Rechenoperationen einzusparen“, erklärt Alfons Geiger. Und trotzdem simulieren sie an einer Proteinfaltung noch mehrere Wochen, bei unterkühltem Wasser laufen alle Rechner noch mehrere Tage am Stück.

Dietmar Paschek schenkt seinen Rechnern nichts. Etwa sechs Monate dauerte seine bisher längste Simulation. Und dafür kitzelt er das Letzte aus den Maschinen heraus. Dass es dabei an ganz anderen Stellen haken kann als gedacht, hat er vergangenes Jahr in den USA erlebt. Bei einem Aufenthalt am »Rensselaer Polytechnic Institute« in Troy im US-Staat New York brach die Klimaanlage zusammen, als er eine seiner Simulationen laufen ließ. Der Chemiker nahm es mit Humor, und Alfons Geiger hat daraufhin den Mitarbeitern des Dortmunder Rechenzentrums angeboten, einige der aufwendigsten Simulationen „als Belastungstest für den gerade installierten 440-Prozessor Linux-Cluster (»LiDO«) und dessen Klimaanlage laufen zu lassen.“ Die Informatiker dort haben das Angebot der Konkurrenz aus der Chemie dankbar angenommen.

Joachim Hecker

zur person



Dr. Dietmar Paschek kam 1967 in Lünen zur Welt. In Dortmund studierte er Chemie, machte 1992 sein Diplom und 1998 seine Promotion bei Prof. Dr. Alfons Geiger. Forschungsaufenthalte führten ihn in die USA und die Niederlande. Seit 2001 ist er wissenschaftlicher Angestellter am Fachbereich Chemie, seit April 2006 leitet er die Nachwuchsgruppe »Molekulare Simulation in Biophysik und Verfahrenstechnik«, eine Einrichtung der Fachbereiche Chemie sowie Bio- und Chemieingenieurwesen, unterstützt durch das Forschungsband »Modellbildung und Simulation« (DoMuS) der Universität Dortmund. Dietmar Paschek ist nicht verheiratet, doch fest liiert, liebt Laufen und Mountainbiking, und wenn das Sommerwetter ihn reizt, schwingt er sich auf sein Motorrad.

info

Meilensteine der Computer-Simulation:
1952 Erste mechanische Stöße berechnet (zweidimensionale Modellflüssigkeit aus »harten Scheiben«
1964 Erste reale Flüssigkeit simuliert (flüssiges Edelgas Argon)
1972 Erste Simulation von flüssigem Wasser
1978 Erstes Protein im Computer simuliert
1998 Erstes Protein im Computer gefaltet
Haben Sie Hunger auf Zahlen, sprich Lust auf Simulation bekommen? Möchten Sie

bei sich daheim Proteine falten? Jeder moderne Computer stellt heutzutage ein kleines Rechenzentrum dar. Bei der Initiative »folding@home« der kalifornischen Stanford Universität können Privatpersonen auf aller Welt ihren Rechner der Forschung zur Verfügung stellen. Hat der Rechner gerade nichts zu tun, holt er sich per Internet eine Teilaufgabe und faltet Proteine. Das Ergebnis wird per Internet versandt. Info: <http://folding.stanford.edu/german/>.

Logistik und Materialfluss – eine aktuelle Auswahl



Erfolgreich mit After Sales Services

Geschäftsstrategien für Servicemanagement und Ersatzteillistik

K. Barkawi, A. Baader, S. Montanus (Hrsg.)

Praxisorientierte Einführung in strategische, organisatorische und technische Aspekte des After-Sales-Geschäfts mit Serviceleistungen und Ersatzteilen.

2006. Etwa 350 S. Geb.
ISBN 3-540-27999-7 ► € 49,95 | sFr 85,00



Sortier- und Verteilsysteme

Grundlagen, Aufbau, Berechnung und Realisierung

D. Jodin, M. ten Hompel

Das Buch behandelt erstmals übergreifend die aus Sicht der

Sortiersysteme relevanten Themen der beteiligten Disziplinen. Neben der systemtechnischen Einordnung und Definition der betreffenden Anlagen, Geräte und Komponenten werden die am Markt und in den Entwicklungslaboren bekannten Lösungen systematisch vorgestellt.

2006. X, 273 S. 161 Abb. (VDI-Buch) Geb.
ISBN 3-540-29070-2 ► € 79,95 | sFr 132,00
Mitgliedspreis ► € 71,95 | sFr 119,00



Erfolgreiche Verhandlungsführung in Einkauf und Logistik

Praxiserprobte Erfolgsstrategien und Wege zur Kostensenkung

H. Wannewetsch

Umfassendes Praxiswissen über Einkaufsverhandlungen im In- und Ausland. Schnell griffbereit, kompakt und aussagekräftig. Mit Praxisbeispiel für Klein-, Mittel- und Großbetrieb. Dazu Verhandlungsführung in Indien und in den arabischen Ländern.

2., aktualisierte u. erg. Aufl. 2006. XIV, 350 S. 67 Abb. (VDI-Buch) Geb.
ISBN 3-540-25825-6 ► € 29,95 | sFr 51,00
Mitgliedspreis ► € 26,95 | sFr 46,00



Taschenlexikon Logistik

Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik

M. ten Hompel, V. Heidenblut

Mit diesem Buch haben die Leser die wichtigsten Abkürzungen und Begriffe aus der Welt der Logistik parat und können in der Diskussion um relevante Innovationen und solide Geschäftsentwicklung kompetent argumentieren. Mit Aufbereitung der wichtigsten für die Logistik relevanten Richtlinien und Normen.

2006. VI, 263 S. (VDI-Buch) Brosch.
ISBN 3-540-28581-4 ► € 24,95 | sFr 42,50
Mitgliedspreis ► € 22,45 | sFr 38,50



Material-Logistik

Modelle und Algorithmen für die Produktionsplanung und -steuerung in Advanced Planning-Systemen

H. Tempelmeier

Umfassender Überblick über Modelle und Algorithmen zur dynamischen Losgrößenoptimierung, Darstellung der Umsetzung dieser Verfahren in SAP-Systemen.

6., neu bearb. Aufl. 2006. X, 424 S. 136 Abb. Brosch.
ISBN 3-540-28425-7 ► € 27,95 | sFr 48,00



Warehouse Management

Automatisierung und Organisation von Lager- und Kommissioniersystemen

M. ten Hompel, T. Schmidt

Warehouse Management Systeme sind State-of-the-Art in der innerbetrieblichen Materialflusskontrolle. Neben den elementaren Funktionen einer Lagerverwaltung wie Mengen- und Lagerplatzverwaltung, Fördermittelsteuerung und -disposition gehören auch Methoden und Mittel zur Kontrolle der Systemzustände sowie Betriebs- und Optimierungsstrategien dazu. Dem Buch liegt eine CD-ROM mit einem einfachen WMS für einen Standard-PC bei.

2., korr. Aufl. 2005. XII, 402 S. 212 Abb. Mit CD-ROM. (VDI-Buch) Geb.
ISBN 3-540-22509-9 ► € 69,95 | sFr 115,50
Mitgliedspreis ► € 62,95 | sFr 104,00

Das Problem eines Handlungsreisenden

WIE INFORMATIKER ZAHLEN IN DEN GRIFF BEKOMMEN



Kennen sie »Weltreise«, »Europareise«, »Deutschlandreise« oder »Schwarzwaldreise«? Das sind herrliche Gesellschaftsspiele, um gemeinsam die Welt, Europa, Deutschland oder eben nur den Schwarzwald kennen zu lernen. Ich habe es früher liebend gern gespielt und warte nur auf den Tag, an dem meine Tochter Karla groß genug ist, auch in die weite Welt zu ziehen – wenn vorerst auch unter elterlicher Obhut, auf dem Spielbrett und am heimischen Wohnzimmerisch. Dann reisen wir an einem Abend um die ganze Welt – oder eben einmal durch den Schwarzwald. „Karla“, erkläre ich ihr dann, „jeder erhält mehrere Kärtchen mit Ortsnamen, und es gilt, diese Orte so schnell wie möglich zu durchreisen! Dabei darfst du Flugzeug fliegen, das Schiff nehmen, Auto oder Eisenbahn fahren. Na gut, im Schwarzwald darfst du wählen zwischen Auto, ‚Schwäb’scher Eisenbahn‘ und Schusters Rappen. Wer als erster wieder an seinem Ausgangsort an-

gekommen ist, hat gewonnen!“ Der Würfel entscheidet, erkläre ich ihr, wie weit man pro Zug reisen kann, deshalb ist auch eine gehörige Portion Glück dabei. Und so gilt es, möglichst kurze Wege zwischen den einzelnen Orten zu finden und schnell zu reisen.

Was ich Karla aber verschweigen werde ist, dass sie es bei diesem Spiel mit mathematischen Problemen zu tun hat. Dass ihr Kopf dabei arbeitet wie ein Hochleistungsrechner und dass sich manche erwachsene Menschen beruflich mit solchen Problemen befassen. Petra Mutzel ist so jemand. Sie ist Professorin am Lehrstuhl für Systemanalyse im Fachbereich Informatik. Und in ihrer Fachsprache heißen »Weltreise« oder »Schwarzwaldreise« schlicht »TSP«. Das ist die Abkürzung für »Traveling Salesman Problem«, das »Problem des Handlungsreisenden«. Der muss nämlich auch durch die ganze Welt, durch Europa, Deutschland oder den Schwarzwald. Und um gute Geschäfte zu machen,

muss er überall vorbei schauen und am Ende wieder dort ankommen, wo er gestartet ist. Damit das nicht zu lange dauert, muss er die Städte geschickt miteinander verbinden, also eine raffinierte Reiseroute austüfeln. Umwege soll er vermeiden und Orte nicht doppelt durchfahren, weil er dort eventuell wiedererkannt werden könnte. Und vielleicht waren seine Geschäfte ja nicht so astrein... Während wir zu Hause würfeln und es dabei nur mit Zahlen zwischen 1 und 6 zu tun haben, denkt Petra Mutzel dabei gleich in ganz anderen Dimensionen. Denn Aufgabe der Informatik ist es, für den Handlungsreisenden einen allgemein gültigen Weg durch den Schwarzwald und die Welt zu finden, ein Rezept dafür in einzelnen Lösungsschritten, einen so genannten Algorithmus. Den kann man in einen Computer geben und die Maschine macht damit die Fleißarbeit: Rechnen, rechnen, rechnen.

Das Problem: Solch ein Handlungsreisender produziert im Nu riesige Zahlen. Um

Mit neu entwickelten Algorithmen lösen Petra Mutzel und Ingo Wegener alt bekannte Probleme.



das Handlungsreisenden-Problem für Schweden mit seinen 24.978 Städten zu lösen, ist ein fixer Rechner von heute acht Jahre lang beschäftigt. Denn die Zahl der Touren steigt ins Astronomische, je mehr Städte abgeklappert werden müssen. Ist bei drei Städten nur eine Tour möglich, sind es bei vier Städten schon drei Touren, die berechnet werden müssen, um die kürzeste herauszufinden. Bei fünf Städten sind es zwölf, bei sieben Städten 360 und bei zehn Städten 181.440 Touren. Und zehn Städte kommen bei einem Handlungsreisenden schnell zusammen!

Das Problem: Hier helfen Supercomputer nicht mehr weiter. Denn statt Fleiß und Rechenkraft ist hier Intelligenz gefragt. Intelligenz von Menschen wie Petra Mutzel. Denn nur mit neuen Algorithmen, neuen Rezepten für alte Probleme, sind solche Zahlenmengen in den Griff zu bekommen, werden sie überhaupt erst berechenbar, auch und gerade mit dem Computer. „Rein theoretisch gibt es keinen Algorith-

mus, der das »Problem des Handlungsreisenden« lösen kann. In der Praxis aber schon“, stellt Mutzel fest. „Suchen Sie den kürzesten Weg von Dortmund nach Wien. Die schiere Zahl der Lösungen verhindert nicht die Lösung an sich. Denn wir können Wege – etwa über Berlin – von vornherein ausschließen und brauchen sie gar nicht erst durchzurechnen.“ Und so gibt es Algorithmen, die innerhalb von Sekunden den kürzesten Weg für den Handlungsreisenden finden, obwohl das – rein theoretisch – gar nicht möglich ist. Was beweist, dass die Informatiker ziemlich praktisch veranlagt sind, sonst hätten wir heute keine Routenplaner.

Und doch gibt es auch Theoretiker unter den Informatikern. Prof. Dr. Ingo Wegener vom Lehrstuhl für Effiziente Algorithmen und Komplexitätstheorie nimmt gerne die Theorie zu Hilfe, wenn es darum geht herauszufinden, ob etwas geht. „Den kürzesten Weg gibt es, den längsten Weg jedoch nicht. Es ist noch keine Lösung, kein

Algorithmus bekannt, der uns den längsten Weg in akzeptabler Zeit berechnen kann.“ Mit anderen Worten: Sollte aus irgendwelchen Gründen auch einmal der längste Weg benötigt werden, um etwa durch den Schwarzwald zu reisen, kann man sich schon den Versuch sparen, dies zu berechnen. Das zeigt, dass auch die theoretischen Informatiker praktisch denkende Menschen sind, die den praktischen Informatikern sagen, von was sie die Finger lassen sollen, und zwar von vornherein.

Wenn sich aber abschätzen lässt, was nicht geht, lässt sich auch herausbekommen, was geht. „Erinnern Sie sich an 1994?“, fragt Wegener und verweist auf eine ziemlich unangenehme Sache für einen großen Chiphersteller. „Damals brachte Intel einen Prozessor heraus, der nicht dividieren konnte.“ Ein Chip, der nicht einmal die vier Grundrechenarten beherrscht! Das ist nicht nur peinlich, sondern auch teuer. „450 Millionen US-Dollar hat es die Fir-

ma damals gekostet, diesen Schaden auszubügeln. Das eigentlich Peinliche ist aber: Mit unseren Methoden ist es möglich, so etwas von vornherein zu vermeiden.“ Denn was ein Prozessor kann, lässt sich mit vorhandenen Algorithmen überprüfen. Offensichtlich haben das die Chiphersteller inzwischen eingesehen, denn wenigstens rechnen können die Computerhirne.

Ingo Wegener schildert ein weiteres, klassisches Problem: den »Springerkreis«. Schon der Schweizer Mathematiker Leonhard Euler machte sich vor über 250 Jahren Gedanken darüber, wie man einen Springer so über das Schachbrett ziehen lassen kann, dass er jedes Feld berührt und zum Ausgangspunkt zurückkehrt. Auf einem 4 mal 4, also 16 Felder großen Schachfeld ist es nicht möglich. Auf einem 6 mal 6 Felder großen Schachbrett gibt es rund 10.000 Möglichkeiten, und auf dem »normalen« 8 mal 8-Felder-Schachbrett ist die Anzahl der Möglichkeiten eine Zahl mit 14 Ziffern! Um diese Zahl zu berechnen, liefen vor zehn Jahren in Dortmund alle verfügbaren Rechner 102 Tage lang. Damals schrieb Ingo Wegener an seinem Fachbereich »Informatik-Geschichte«. „Der nächste Meilenstein wäre ein Schachbrett 10 mal 10, also mit hundert Feldern“, ergänzt Wegener und schränkt ein: „Das ist derzeit aber nicht möglich, weder von der Rechenleistung, also der Hardware, noch von der Software her. Die dafür nötigen Algorithmen, um dieses Problem in akzeptabler Zeit zu berechnen, gibt es derzeit nicht.“

Diese selbst gestellten Aufgaben der Informatiker sind alles andere als theoretisch, stellt Petra Mutzel klar, denn die Algorithmen dafür fließen beispielsweise in Dinge wie Auto-Navigationsgeräte ein. Diese Navigationsgeräte, die heute fast zur Grundausstattung eines Autos gehören, wären schon vor zehn Jahren denkbar gewesen. Damals gab es jedoch nicht die Algorithmen dafür, die in Sekundenschnelle eine Fahrtroute berechnen, beim dynamischen Umfahren eines Staus oder einer Baustelle helfen. Sie alle greifen auf Algorithmen zurück, die ständig verbessert oder erst entwickelt werden.

Aber wie kommt man auf gute neue Algorithmen? „Das fällt einem morgens beim Aufwachen ein, irgendwann, wenn man nicht damit rechnet“, meint Petra Mutzel. Und Ingo Wegener ergänzt: „Oder unter der Dusche.“ Erfahrung, Intuition und

Kreativität – darin sind sich beide einig – bilden die Grundlage. „Erfahrung ist das Handwerkzeug, das wir haben. Intuition heißt Lernen durch Beispiele. Und Kreativität muss man einfach haben.“ Zehn Prozent seien Inspiration, 90 Prozent Transpiration, meint Ingo Wegener, und Petra Mutzel fügt hinzu, dass sich schließlich nur zehn Prozent aller Ideen bei näherer Prüfung als gut herausstellten. Wichtig ist die Gruppe, heben die beiden Dortmunder Informatiker hervor. „Eine gute Gruppe ist ein Riesen-Startvorteil“, unterstreicht Ingo Wegener: „Da wird jede Idee aufgenommen und diskutiert. Meist übernimmt einer dabei die Rolle des »Advocatus Diaboli« und spielt den Skeptiker, während die anderen versuchen, ihn mit Argumenten zu überzeugen.“

Offensichtlich funktioniert das bei den Dortmunder Informatikern ziemlich gut, denn der Fachbereich ist eine wahre Ideenschmiede. „Eine unserer Spezialitäten ist das so genannte »Graphen-Layout«“, sagt Petra Mutzel selbstbewusst und erklärt eine völlig abstrakte Methode mit völlig praktischen Anwendungen. Wenn es etwa darum geht, das Liniennetz des Verkehrsverbundes Rhein-Ruhr (VRR) so verständlich darzustellen, dass man es guten Gewissens in den S-Bahn-Waggons an die Decke kleben kann, steckt »Graphen-Layout« dahinter, das die Linien entzerrt und übersichtlich ordnet.

Die Betreiber der bundesdeutschen Kabelnetze greifen mit Dortmunder Unterstützung auf eine weitere Methode zurück, die sich »Steiner-Baum« nennt. Wenn jetzt viele Haushalte flächendeckend an das Glasfasernetz angeschlossen werden, muss der beste Zugang zu den einzelnen Häusern ausgetüftelt werden. Ein Kabel quer unter der Straße zu verlegen ist wegen der Straßenbauarbeiten viel teurer, als sich hinter den Häusern durch die Gärten zu buddeln.

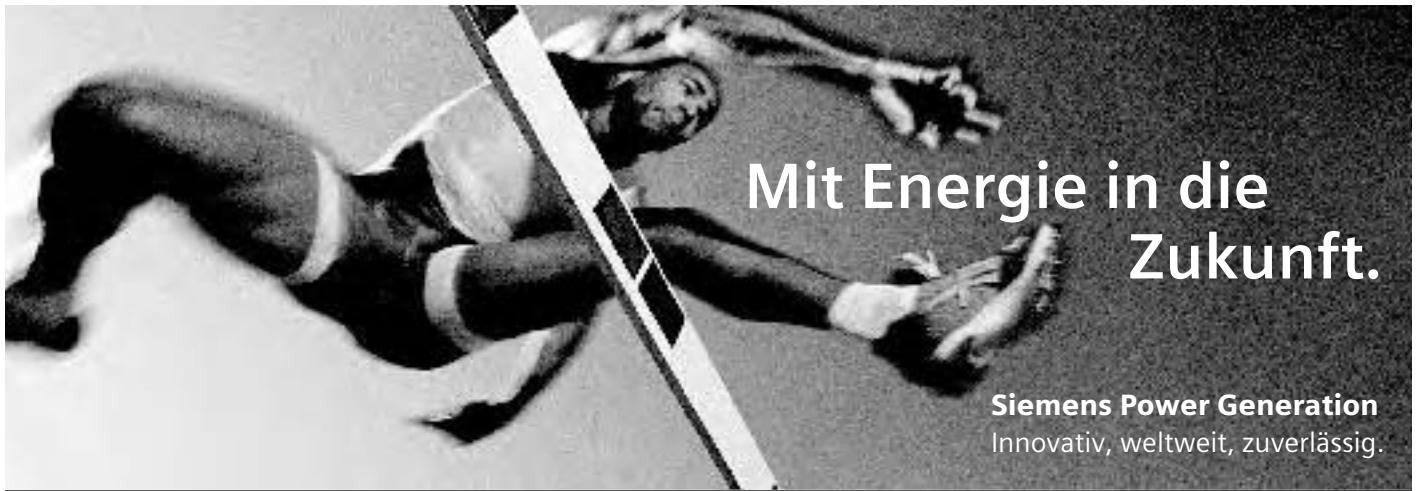
Soll beispielsweise ein Kabel von einem Haus zum nächsten geführt werden oder soll jedes Haus für sich an ein Hauptkabel angeschlossen werden? Der richtige Algorithmus hilft, die Kosten für solch ein Projekt in den Griff zu bekommen. „Auch dieses Problem kann theoretisch nicht gelöst werden, praktisch ist es mit unseren Algorithmen trotzdem möglich. Und wir sind dabei noch viel besser als die Konkurrenz.“

zur person

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

Nach einer schweren Krebsoperation im November 2005 „kämpfe ich derzeit ums Überleben“, sagt Ingo Wegener.

Prof. Dr. Petra Mutzel wurde 1964 in Augsburg geboren, wo sie von 1983 bis 1990 Wirtschaftsmathematik und Mathematik mit Nebenfach Informatik studierte. 1994 promovierte sie in Köln und habilitierte sich 1999 in Saarbrücken. Nach einem kurzen Aufenthalt in Heidelberg arbeitete sie fünf Jahre lang an der Technischen Universität in Wien. Seit 2004 bekleidet sie an der Universität Dortmund den Lehrstuhl für Systemanalyse und forscht über »Algorithm Engineering«. Fragt man sie nach ihren Hobbys antwortet sie spontan: „Meine Zwillinge, die jetzt zwei Jahre alt sind!“ Und ihr Lebensmotto? „Die Motivation ist das Wichtigste, also die Begeisterung für das, was man tut.“



Mit Energie in die Zukunft.

Siemens Power Generation
Innovativ, weltweit, zuverlässig.

Siemens Power Generation ist eines der führenden Unternehmen im internationalen Kraftwerksgeschäft und beteiligt sich intensiv an der Verwirklichung einer weltweiten, umweltverträglichen und nachhaltigen Stromerzeugung.

Unser Produktspektrum reicht von Kohle- und Gaskraftwerken über kombinierte Gas- und Dampfkraftwerke bis zu Brennstoffzellen-, Geothermie-, Biomasse- und Windkraftwerken. Außerdem bieten wir

Produkte, Lösungen und Dienstleistungen für die Öl- und Gasindustrie sowie für den industriellen Kraftwerksbereich. Hinzu kommen digitale Prozessleitsysteme mit modernster Hard- und Software.

Für Praktikanten, Diplomanden und Doktoranden organisieren wir weltweite Einsatzmöglichkeiten und verschaffen Ihnen so eine wichtige Basis für einen Einstieg bei Siemens Power Generation.

Siemens Power Generation
Human Resources Erlangen (HRE)
Recruiting Center
Freyeslebenstr. 1
D-91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 18-2647
Fax: +49 9131 18-3022
E-Mail: recruitingcenter.pg.erlangen@siemens.com

Sie finden uns im Internet unter:
www.siemens.com/powergeneration

Power Generation

SIEMENS

Mittelpunkt für innovative Technologien in Dortmund



Das **TechnologieZentrumDortmund** konzentriert sich auf Technologien, die sich aus dem in Dortmund vorhandenen Potenzial in Wissenschaft und Wirtschaft ableiten lassen. Der Schwerpunkt liegt auf folgenden Technologiefeldern:

- Automatisierung / Robotik
- Biomedizin / Proteomics
- Elektronik / EMV
- Logistik / Materialfluss
- Mikrosystemtechnologie
- Qualitätssicherung
- Software / Telekommunikation / Multimedia
- Umwelttechnologie



Das **BioMedizinZentrumDortmund** ist ein Kompetenzzentrum für Existenzgründer und Unternehmen der Biotechnologie mit Schnittmenge zum Gesundheitswesen, der Informatik, Medizintechnik, Mikrosystemtechnik sowie Nanotechnologie. Der Schwerpunkt der Anwendungen liegt in den Bereichen:

- BioMedizin
- Bioinformatik
- Proteomics
- Biomikrostrukturtechnik

Guido Baranowski, Martina Blank
Emil-Figge-Straße 76-80
44227 Dortmund
Telefon 02 31/97 42-100
E-Mail technobox@tzdo.de
Internet www.tzdo.de



Guido Baranowski, Dr. Doris Schnabel
Otto-Hahn-Straße 15
44227 Dortmund
Telefon 02 31/97 42-164
E-Mail info@bmz-do.de
Internet www.bmz-do.de



Auch bei der Bio-Informatik mischen die Dortmunder Informatiker kräftig mit, etwa wenn das menschliche Genom analysiert wird. „Gensequenzen sind im Prinzip ein Buchstaben-Alphabet – eine Kombination von einigen, wenigen Aminosäuren, die aneinander gereiht sind und von uns mit Buchstaben versehen werden, um sie auseinander zu halten“, erklärt Wegener. Auch die Proteine, die verschiedenen Eiweißmoleküle im menschlichen Körper, werden derzeit analysiert. Dabei wird nach bestimmten Mustern auf den Eiweißketten gefahndet. „Obwohl es da nur 20 verschiedene Proteine gibt, wird die Suche nach bestimmten Mustern schnell zum Problem“, beschreibt Wegener die Situation. „Heute können wir nicht nach mehr als fünf verschiedenen Sequenzen, also Mustern, suchen. Nicht wegen der ausufernden Rechenzeit, sondern wegen des dafür nötigen Speicherplatzes!“

Ein Ausweg könnten »evolutionäre Algorithmen« sein, also Lösungswege, die sich selbst verbessern. Ingo Wegener hat die Nase vorn bei der Entwicklung von evolutionären Algorithmen, die etwa in der Fakultät Maschinenbau angewendet werden. Das Institut für Spanende Fertigung unter Prof. Dr.-Ing. Klaus Weinert sowie das Institut für Umformtechnik und Leichtbau unter Prof. Dr.-Ing. Matthias Kleiner nutzen evolutionäre Algorithmen, um etwa das Biegen von Rohren zu optimieren oder um bessere Werkzeuge für das Druckgießen herzustellen.

Weltweit führend und bekannt ist Ingo Wegener durch seine Forschungen zur Komplexitätstheorie. Sie tut nichts anderes, als die Grenzen der Informatik abzustecken und Auskunft darüber zu geben, welche Probleme überhaupt gelöst werden können (das »Längste Wege-Problem« etwa nicht), oder welche Leistungsgrenze bestimmte Algorithmen haben (Einen Springer über hundert Schachfelder zu jagen, hat vorerst keinen Sinn.).

Dass die Arbeit der Informatiker nicht weniger wird, dafür sorgt allein schon der technische Fortschritt. „Sensornetzwerke werden zukünftig alles vernetzen“, postuliert Petra Mutzel. Solche Mini-Sensoren, überall angebracht und per Funk untereinander in Kontakt, könnten Bauwerke überwachen, um etwa Einstürze wie bei der Eissporthalle in Bad Reichenhall zu verhindern. Der Aufbau solcher Funknetz-

werke ist sehr anspruchsvoll. „Das »Drug Design« – die Entwicklung neuer Medikamente – ist eine weitere Aufgabe“, ergänzt Ingo Wegener. Und: Neue Rechner brauchen neue Algorithmen. Die neue Generation der Rechner mit »Multi Core« – mit gleich mehreren Prozessoren an Bord, die gleichzeitig rechnen – erfordert völlig neue Algorithmen, um die Miniatur-Gehirne aufeinander abzustimmen. Und so werden die Informatiker sich auch in Zukunft über Arbeit nicht beklagen, um weiterhin Zahlen zu bändigen. Mit neuen Algorithmen, um alte oder völlig neuartige Probleme in den Griff zu bekommen.

Joachim Hecker

info

Was ist ein »Algorithmus«? Algorithmen sind Folgen von exakten Arbeitsanweisungen zur Lösung einer Aufgabe. Algorithmen werden entwickelt, um es relativ dummen Maschinen wie Computern zu ermöglichen, komplizierte Aufgaben zu erledigen. Aber auch wir Menschen benutzen ständig Algorithmen, ohne uns dessen bewusst zu sein. Ein Beispiel dafür ist etwa der Vorgang des »Zähneputzens«: Ein einfacher Algorithmus dafür könnte lauten:

- Zahnbürste greifen
- Zahnpastatube öffnen
- Zahnpasta auf die Zahnbürste drücken
- Zahnbürste in den Mund führen
- Oberkiefer putzen
- Unterkiefer putzen
- Mund ausspülen
- Zahnbürste säubern
- Zahnbürste aus der Hand legen

abstract

New algorithms help computer scientists solve classic problems such as the Traveling Salesman Problem (TSP) or the Knight's Tour. This is a field where the state of the art is in constant flux. Solving these theoretical problems will have not-so-theoretical impacts: For example, car navigation systems have been technologically possible for some time, but the algorithms for planning trips or circumventing traffic jams were slow and inefficient. Also, improved graph drawing algorithms can not only model business processes and technical diagrams, but can also display public transport networks more clearly. Other fields being explored at the University of Dortmund: "evolutionary algorithms" that automatically optimize themselves (Professor Petra Mutzel, Chair of System Analysis), and complexity theory, which describes what algorithms can and cannot do (Professor Ingo Wegener, Chair of Efficient Algorithms and Complexity Theory).



2 - 18 GHz Supercomponent
Electronic Warfare



Ku-Band Transmitter
Missile Data Link



58 GHz Transceiver
Point-to-Point Radio



42 GHz Transceiver
COB Technology



10 GHz T/R Module
Phased Array Radar



38 GHz Transceiver
TRANSPAPID Data Link



E/O Receiver Hybrid
Helicopter Laser Radar



24 GHz FMCW
Radar Sensor

Reliable and Promising Technologies for Micro-/Millimeter-Wave Modules

The MicroWave Factory of EADS is a centre of excellence on micro- and millimetre wave components for internal/external applications (1-100 GHz) in Defence, Space, Communications and Industrial Areas. Our MicroWave Factory is a leading-edge "one stop" supplier with competence in

- product design and development
- technology engineering and industrialisation
- cleanroom assembly for „high-rel“ volume production

The product spectrum covers:

- T/R modules
- RF supercomponents
- RF and O/E hybrids

EADS

MicroWave Factory

89070 Ulm/Germany

Phone: +49 (0) 731. 392-4735

Fax: +49 (0) 731. 392-7328

de@eads.com

www.eads.com

Zahlen, Mystik und Musik

MATHEMATISCHE INTERPRETATIONEN VON KOMPOSITIONEN

Mathematik und Musik, Logik und Gefühl – ein größerer Gegensatz lässt sich kaum denken. Und doch liegt der Zusammenhang auf der Hand: Die Gliederung in Noten und Takte allein zeugt von der Durchdringung der Musik mit einer mathematischen Ordnung. Doch wie weit ist Musik von Mathematik durchdrungen? Sind in ihr mitunter gar geheime Botschaften versteckt, die mit Hilfe der Arithmetik unauffällig in den Notentepich eingewebt werden? Oder dient

sogar ein gesamtes Werk nur als Transportvehikel einer komplexen, mathematisch verschlüsselten Botschaft, wie es einige Wenige bei Komponisten wie etwa Bach oder Mozart vermuten?

Der Dortmunder Musikwissenschaftler Prof. Dr. Martin Geck ist ein Experte für solche Fragen. Zahlen und Musik sind für ihn kein Gegensatz, sondern gehören eng zusammen. Dazu zitiert Martin Geck den französischen Ethnologen Claude Gustave Lévi-Strauss, der den französischen Struktu-

ralismus mitbegründet hat. Für Levi-Strauss existieren vier Entitäten – vier Wesensarten –, die sich nicht erst mit dem Menschen in dessen Gehirn formen, sondern die von vornherein, unabhängig vom Menschen, existieren: Die Zahl – und damit das Zahlensystem – ist eine Wesensart, die Ursprache, der Mythos und die Musik sind die anderen. „Diese vier Entitäten haben sich nicht vom Neandertaler bis in unsere Zeiten entwickelt, sondern sind von Anfang an in der Welt“, betont Geck und fügt an: „Wir



haben sie nur entdeckt!“ Die Zahl, sagt Geck, war bereits vorhanden, weil sie zur Struktur der Welt gehört. Die Sprache eignen wir Menschen uns zwar an, sie wohnt aber als strukturierte Kommunikation der Welt inne. „Und die Musik hat von jeder der drei anderen Entitäten etwas: von der Zahl, von der Ursprache und vom Mythos.“

Der griechische Philosoph Pythagoras

– allen durch den berühmten »Satz des Pythagoras« über rechtwinklige Dreiecke bekannt – versuchte seinerzeit um 500 v.

Chr., die Welt in Kategorien einzuteilen, um sie so zu fassen. „Eine der wichtigsten Kategorien für Pythagoras war die Zahl“, führt Martin Geck aus. „Hinter der Vielfalt der Erscheinungen war die Zahl ein ordnendes Element oder eine Idee der Welt.“ Pythagoras und später seine Anhänger, die Pythagoräer, glaubten an eine nach mathematischen Gesetzen geordnete Welt. In heute nahezu zwanghaft anmutenden Bemühungen versuchten sie, alles auf eine göttliche, ihrer Zahlentheorie gehorchende

Ordnung hin abzuklopfen. Besondere Aufmerksamkeit erhielten dabei das Verhältnis von geraden zu ungeraden Zahlen, die Prim- und Quadratzahlen sowie die geometrischen Reihen 1, 2, 4, 8, 16, 32 usw. Die in Zahlen sich ausdrückende göttliche Harmonie musste ihrer Meinung nach überall gelten, im Mikrokosmos wie im Makrokosmos, dem ganzen Universum also. So formte sich der Begriff der »Sphärenmusik«. Denn die Bahnen der Planeten sollten harmonischen Intervallen entspre-

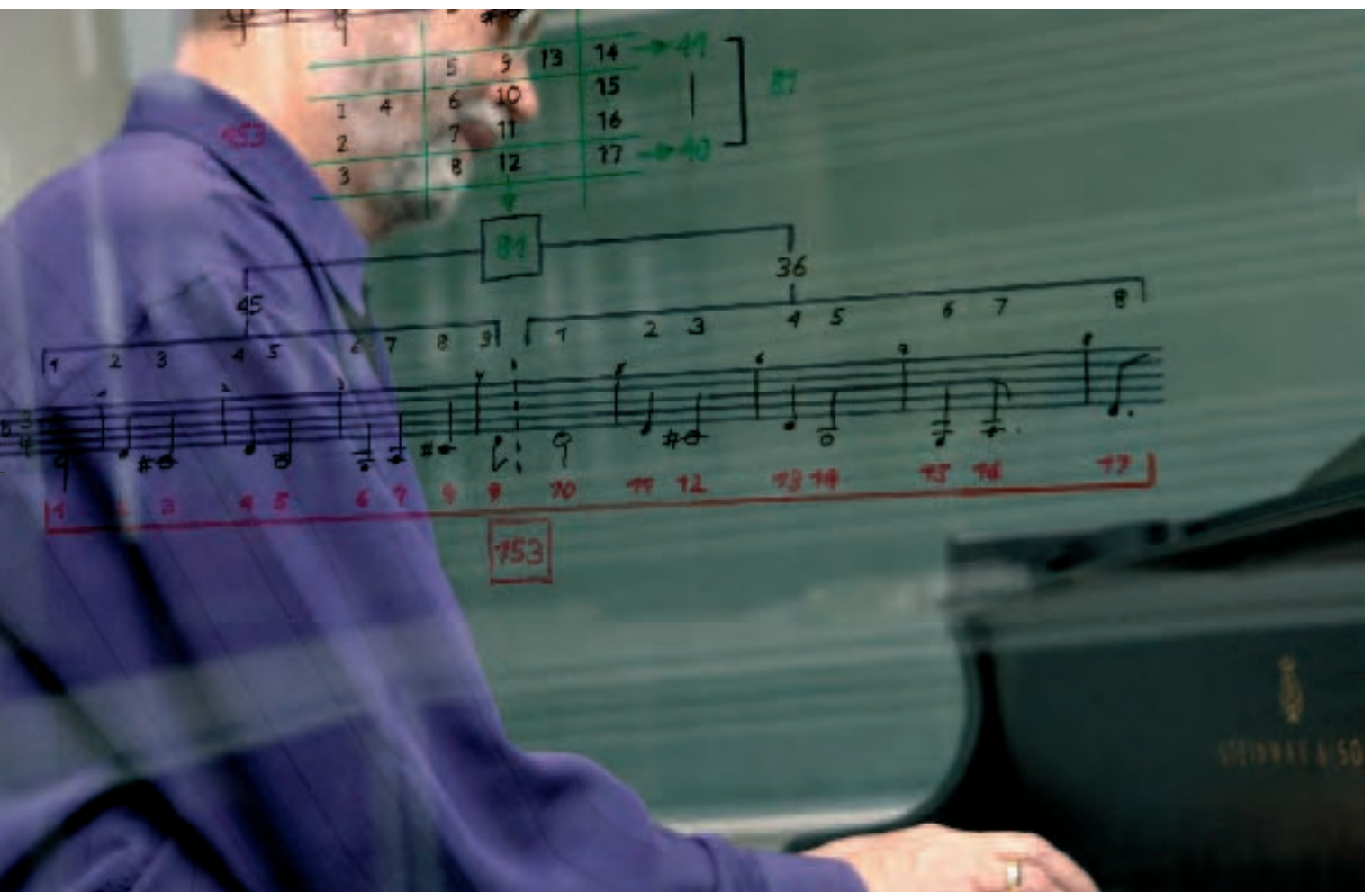
chen, die Bewegung der Planeten darauf einen göttlichen, alles durchdringenden Wohlklang erzeugen.

„Analog einer geometrischen Reihe sind auch Schöpfungsmythen angelegt“, folgert Martin Geck: „Es gibt eine Urkraft, die in zwei geteilt ist – Gut und Böse –, und es existieren vier Elemente – Feuer, Wasser, Luft und Erde.“ Dass der Kosmos zahlhaft

strukturiert ist, lasse sich am Menschen und der Musik beobachten und experimentell nachweisen: Schwingungsverhältnisse der Intervalle mit einfachen Zahlenverhältnissen wie 1:2, 2:3, 3:4, 4:5 werden als angenehm, als harmonisch empfunden.

„Nehmen Sie einen Schmiedeamboss, wie Pythagoras es getan hat“, schlägt Geck

Für Martin Geck sind Zahlen und Musik keine Gegensätze, sondern eng verwoben.



abstract

For Professor Martin Geck, music and numbers are not opposites – they are closely interwoven. His work builds on French ethnologist Levi-Strauss's thesis that numbers and music are two of the four entities of being. Since the time of Greek philosopher Pythagoras, people have been trying to identify mathematical laws that govern nature. For example, the omnipresent „music of the spheres“ is allegedly created when the planets move along their orbits; the planetary orbits, in turn, reflect fixed tonal intervals. In medieval times, music was composed based on mathematical rules. Triple time and tonal relationships that sound dissonant to modern ears were preferred back then because they expressed a divine order. However, Geck sees no hope in attempts to read elaborate encoded mathematic messages into, say, Bach's compositions. He believes that certain proportions – i.e., fixed numerical relationships – tend to recur on their own. Martin Geck's latest book, »Mozart: A Biography«, has just been published. It provides an accessible portrayal of the composer's life and work in the Mozart Year of 2006.

vor, „wenn man auf ihn schlägt, erzeugt man einen Ton. Wenn man den Amboss auf die Hälfte verkleinert, erhalte ich einen Ton eine Oktave höher. Verkleinere ich im Maßstab 2:3 erhalte ich die Quinte, bei 3:4 die Quarte, bei 4:5 die Terz.“ Das lasse sich auch an jeder Gitarrensaite zeigen: Wenn die ganze Saite den Grundton darstelle, ergebe die halbe Saite eine Oktave, $\frac{2}{3}$ eine Quinte und so weiter.

„Solche Zahlenverhältnisse ziehen sich durch die Geschichte“, erläutert Geck. „Im Mittelalter ist Musik eine der »septem artes liberales«, der sieben freien Künste. Und sie zählt nicht etwa zum »Trivium«, zu den drei »trivialen« Künsten Grammatik, Dialektik und Rhetorik, sondern zum »Quadrivium« – gemeinsam mit Arithmetik, Geometrie und Astronomie.“ Die Musik in einem Atemzug mit harten Wissenschaften wie der Mathematik! Und in der Tat dominiert die Mathematik in dieser Zeit die Musik. „Bis ins 16. Jahrhundert ist die Musik nach Auffassung der Theoretiker in den Erscheinungsebenen präsent“, erklärt Geck. Nämlich als »Musica mundana«, als Sphärenmusik á la Pythagoras, auf die auch Goethe in seinem »Faust«-Prolog verweist, als »Musica celestis« – das ist die Himmelsmusik – und zum Dritten als »Musica instrumentalis«, die menschengemachte Musik. Letztere wird hervorgerufen durch das Hörbarmachen von Schwingungen, die um uns vorhanden sind. Der Mensch dient gleichsam als Resonanzkörper der Schöpfung, so die damalige Vorstellung. Bis zum Ende der Barockzeit bzw. der Aufklärungszeit und damit dem Ende der Ära von Johann Sebastian Bach sei dies ein wichtiger Hintergrund des Musikdenkens gewesen, so Geck.

„Im Mittelalter, als die Kunst-Musik anfängt, spielt die Zahl 3 eine wichtige Rolle“, sagt Geck, „analog zur Theologie, die sich das Wesen Gottes als der Dreifaltigkeit denkt“. Von daher sei die Zahl 3 auch für das Komponieren wichtig gewesen. So habe man dem 2er- oder 4er-Takt den 3er-Takt vorgezogen und ihn als »tempus perfectum«, als »perfekte Zeit« bezeichnet. Die geraden Taktarten wurden als »tempus imperfectum« abgetan. Auch was die harmonische Zusammenklänge angeht, verließen sich die gelehrten mittelalterlichen Komponisten mehr auf ihre Zahlentheorie als auf ihre Ohren. Während in der Volksmusik die Terz als besonders lieblich galt

und gilt, waren deren Zahlenverhältnisse, nämlich 4:5, den Gelehrten zu kompliziert. Sie bevorzugten in ihren Kompositionen die Oktave, die Quinte und die Quarte wegen ihrer einfacheren Zahlenverhältnisse. Noch bis ins 18. Jahrhundert hinein orientierten sich die Komponisten an der heiligen Zahl 7. Der Lehrer von Johann Sebastian Bach etwa, Dietrich Buxtehude, schrieb eine Klavier-Suite mit dem Titel »Die 7 Planeten« in sieben Sätzen. „Grundsätzlich“, erläutert Geck, „sind im musikalischen Umgang mit der Zahl verschiedene Ebenen zu unterscheiden. Da ist auf der ersten Ebene das Zahlenverhältnis der Intervalle. Dazu kommen auf einer zweiten Ebene Zahlen mit hoher Symbolkraft und so genannte ‚Heilige Zahlen‘“, führt Geck aus. „Auf einer dritten Ebene schließlich schlagen sich Proportionen aus der höheren Mathematik nieder, Stichwort »Goldener Schnitt«, der ja auch in der Architektur eine wichtige Rolle spielt und auf der »Fibonacci-Reihe« fußt, nach der jede Zahl die Summe der beiden vorangegangenen ist, also 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 und so weiter.“ Die Proportionen des goldenen Schnitts lassen sich in so vielen Werken Bachs nachweisen, dass Geck in seinem Buch »Bach – Leben und Werk« von einer »Architektur der Musik« spricht.

„Es erscheint mir allerdings zweifelhaft, dass Bach dies wissenschaftlich gemacht hat“, stellt Geck fest: „Ich glaube eher, dass er ein Händchen dafür gehabt hat.“ Wahrscheinlich liege es in der Natur der Schöpfung und gehöre einfach zur Musik dazu, dass sie uns sinnvoll erscheint und sich bestimmte Proportionen immer wieder einstellen. Außerdem sei „die zahlenmäßige Ordnung nicht das Wesentliche“, argumentiert Martin Geck, „sondern nur die Basis, auf der individuell komponierte Musik entsteht. Es ist dann doch ein großer Unterschied, ob ich an einer Meditation in einem buddhistischen Kloster in Tibet teilnehme und bei meinen ‚Ohm!‘-Rufen in einem schön geordneten Rhythmus schwinde, oder ob ich die Matthäus-Passion von Bach erlebe!“

Wenngleich Martin Geck mathematischen Deutungen der Werke Bachs abgeschlossen gegenübersteht, lehnt er allzu weit gehende Interpretationen ab. „Das gilt für aktuelle Versuche, mathematisch verschlüsselte Botschaften aus der Musik von Bach und anderen Komponisten heraus-

info

»Mozart – Eine Biographie«

von Martin Geck mit Zeichnungen von F. W. Bernstein
Rowohlt Verlag Reinbek 2005,
4. Auflage 2006
480 Seiten, EUR 24,90
ISBN 3-498-02492-2

»Mozart – Eine Biografie«

von Martin Geck, gelesen von Senta Berger
Deutsche Grammophon
3 Audio-CDs, EUR 24,90
ISBN 3-829-11541-5

zulesen.“ Besonderes Interesse erregt die »Bach-Zahl« 14. Auf die Summe 14 kommt man, wenn man den Familiennamen Bachs in kabbalistischer Tradition mit der Stellung der Buchstaben im Alphabet verknüpft: B=2 + A=1 + C=3 + H=8 ergibt zusammen 14. „Ich halte es für möglich, dass Bach in einigen esoterischen Kompositionen mit der Zahl 14 bewusst operiert hat.“ Weitergehende Deutungsversuche hält Geck jedoch für abwegig.

Als Beispiel überdrehter Interpretationen zückt Geck eines der »Cöthener Bach-Hefte«, in dem eine Autorin versucht, Bachs berühmte Chaconne für Solo-Violine als Epitaph auf seine verstorbene erste Frau Anna Barbara zu deuten. Nach ihrer Auffassung lässt sich zeigen, dass die Noten, wenn man sie nach dem Zahlenalphabet »entschlüsselt«, unter anderem den lateinischen Satz »In Christo morimur«, also »In Christus sterben wir«, ergeben. Nach dieser Rechnung ergibt die Buchstabensumme des lateinischen Satzes »In Christo Morimur« den Wert 211, den die Autorin 121 mal im Tonvorrat des ganzen Stückes gezählt haben will. Der Faktor 121 wird dabei als das Quadrat der Zahl 11 interpretiert, die wiederum symbolisch auf „Unvollständigkeit und Unvollkommenheit“ verweise.

Solche Spekulationen hält Martin Geck für eine traurige Art der Sinnsuche – sprach's und lässt sich auf dem Teppich seines Dienstzimmers nieder, wo er mit dem Finger die Webmuster entlang fährt. „Genauso gut könnte ich versuchen, in diesem Teppich enthaltene Webmuster so zu interpretieren, dass sie auf die Struktur der von mir geliebten »Johannespassion« hinweisen, obwohl sie nur rein zufällig sein können!“

Auch an der Musik von Wolfgang Amadeus Mozart, dessen 250. Geburtstag in diesem Jahr gefeiert wird, entzündeten sich jede Menge mathematischer Spekulationen. So soll eines seiner berühmtesten Werke, die »Zauberflöte«, gespickt sein mit zahlenmäßigen Anspielungen auf die Zahl 3. „Doch das belegt nichts!“, winkt Martin Geck lächelnd ab. Sein neuestes Buch »Mozart – Eine Biographie« ist gerade im Rowohlt-Verlag erschienen. Darin schreibt er: „Nicht nur Vorsicht, sondern regelrechte Skepsis ist gegenüber kabbalistischen Zahlenspielen angebracht, die man – nach dem Vorbild der esoterischen Bach-»For-

schung« – nunmehr auch der Zauberflöten-Partitur angedeihen lässt. Da werden nach Herzenslust Noten und Takte zu mystischen Zahlen addiert, deren Bedeutung dann nach einem Geheimcode zu entschlüsseln ist. Solches geht weit über die mehr oder weniger originelle Feststellung hinaus, dass die magische Zahl 3 nicht nur im Libretto, sondern auch in Mozarts Komposition eine bedeutende Rolle spielt und den Hinweis auf eine Szene in Umberto Ecos Roman »Das Foucaultsche Pendel« provoziert, wo mit solchen Zahlenspielereien ironisch wohlwollend abgerechnet wird: Natürlich, so meint Agliè im Anschluss an einige wilde Rechnereien, sei „das Universum ein wunderbares Konzert von Zahlenkorrespondenzen“, doch das bedeute letztlich nicht mehr, als dass eins das andere erkläre.“

Geck spricht Mozart den Sinn für Proportionen natürlich nicht ab. Doch für ihn wird Mozarts Musik vor allem dort spannend, wo sie den Hörer in einen originellen Dialog verwickelt. „Mozart ist ein Meister der Kommunikation, dem es – mit dem Philosophen Leibniz gesprochen – unachahmlich gelingt, das Schwere leicht zu machen.“ Vergleichbares strebt Geck in seinen Büchern an: „Reden über Musik ist schwer, weil sich die Musik erst einmal von selbst versteht. Gleichwohl gibt es immer wieder Hörer, die mehr über Musik erfahren wollen, weil sie ahnen, dass Reflexion den Genuss erhöhen kann. Ich versuche, auch in meinem »Mozart«, beides zu bieten: Genuss und Reflexion.“ Und das durchaus geordnet: 27 Kapitel enthält das Buch – zwölf Kapitel zum Leben Mozarts, zwölf zu seinem Werk und drei zur Ästhetik. 27 Kapitel, das ist 3 hoch 3. Zufall? Nein! „Über so geordnete Musik wie die von Mozart darf man nur geordnet reden“, erklärt Martin Geck schmunzelnd. Und damit sind wir zum guten Schluss noch einmal bei der Zahl.

Joachim Hecker

zur person



Prof. Dr. Martin Geck, geboren 1936, studierte Musikwissenschaft, Theologie und Philosophie in Münster, Berlin und Kiel. Seit 1976 lehrt er an der Universität Dortmund Musikwissenschaft, seit 2001 als aktiver Emeritus. Sein Forschungsschwerpunkt ist die deutsche Musik des 17. bis 19. Jahrhunderts im kultursemiotischen Kontext. Seit zehn Jahren leitet er die Internationalen Bach-Symposien an der Dortmunder Universität. Seine Bücher über klassische Musik sind in mehr als ein Dutzend Sprachen übersetzt worden. Kinderlieder und -hörspiele sind ein Hobby von Martin Geck. Kommende Weihnachten sendet der WDR sein Hörspiel »Frohe Weihnachten, liebes Schmürz!« Sein Wahlspruch? „Jetzt ist eine angenehme Zeit“ (getreu dem Paulus-Wort) oder ganz pragmatisch: „Was du heute kannst besorgen, das verschiebe nicht auf morgen!“

KOSTAL

Systempartner der Automobilindustrie

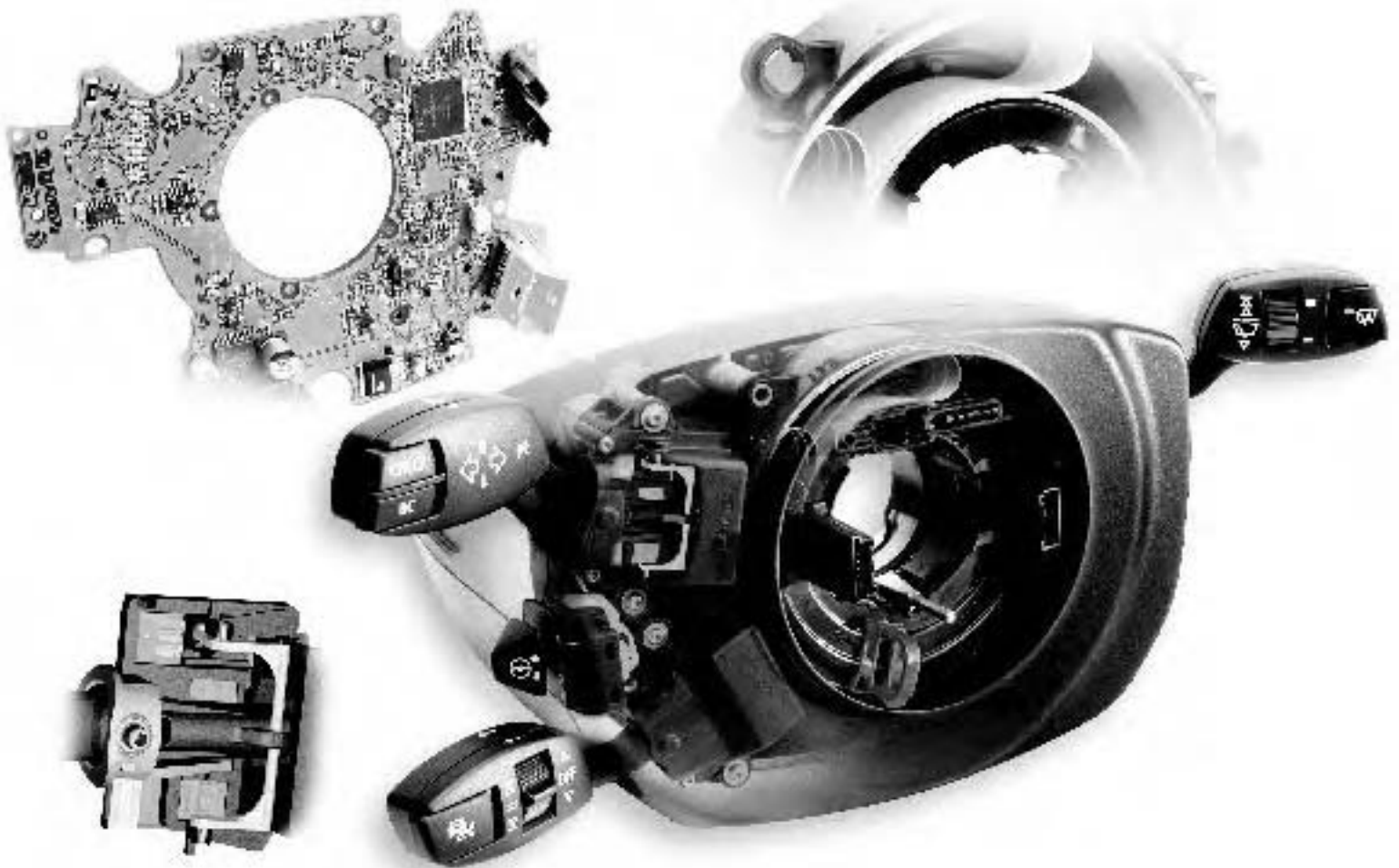
Die Kostal-Gruppe ist ein konzernunabhängiges Unternehmen, das 1912 in Deutschland gegründet wurde.

Aktuell arbeiten an 22 Standorten weltweit 10.000 Mitarbeiter flexibel, kompetent und kundennah.

So können wir unseren Kunden zum einen die internationale Erfahrung einer globalen Firmenstruktur und zum anderen die Flexibilität eines mittelständisch geführten Familienunternehmens bieten.

Unser Fokus richtet sich dabei insbesondere auf die folgenden Produktfelder:

- ▶ Lenksäulenmodule
- ▶ Dachmodule
- ▶ Bordnetzsteuergeräte
- ▶ Türsteuergeräte
- ▶ Sitzsteuergeräte
- ▶ Bedienfelder und Schalter



Mechatronische Innovation!

Leopold Kostal GmbH & Co. KG
Wiesenstraße 47
D-58507 Lüdenscheid
Tel. 02351 / 16-28 12
Fax 02351 / 16-22 33
<http://www.kostal.com>



Eigentlich war man mit der Staatsform ganz zufrieden: In Deutschland wird schon alles seinen demokratischen Gang laufen. Dann trifft man Wolfgang Leininger. Der Professor für Volkswirtschaftslehre sagt verstörende Dinge: Zum Beispiel, dass es das ideale Wahlverfahren auch in einer Diktatur geben kann. Dass es manchmal gar nicht schlecht ist, politische Entscheidungen auszuwürfeln. Und dass es nichts als ein Zufall war, dass Berlin jetzt Bundeshauptstadt ist.

Zahlen und Wahlen sind das Hobby des Mathematikers und Wirtschaftswissenschaftlers – ein verzwicktes Thema. Denn an der Frage, wie man Wählerstimmen zählen soll, kann man sich die Zähne ausbeißen. Die letzte Bundestagswahl bietet dafür das beste Beispiel. Und die Mathematik als objektive Wissenschaft hilft auch kein Stück weiter bei der Frage, wie sich der Wählerwille am besten abbilden lässt. Die »richtige« Lösung darf man von der Mathematik nicht erwarten, findet Leininger. „Mathematik ist zunächst dazu da, die Realität zu beschreiben und nicht, um ihre Probleme zu lösen. Denn manchmal ergibt die Beschreibung, dass es keine Lösung gibt.“

Die Realität sieht zum Beispiel so aus, dass am Ende einer langen Debatte drei Vorschläge zur Auswahl stehen. Keine Seltenheit in der politischen Landschaft: Es gibt den Vorschlag der Regierung und den der Opposition. Schließlich schlägt jemand einen Kompromiss vor. Und schon sind die Probleme da: Über drei Alternativen lässt sich weniger leicht abstimmen als über zwei. „Deswegen ist es in der Politik ein gängiger Trick, so lange zu taktieren, bis am Ende nur noch zwei Möglichkeiten, zum Beispiel zwei Kandidaten, übrig sind – über die kann man eine Mehrheit kriegen. Was diese Mehrheit aber über Alternativen aussagt, die man ausgeschlossen hat, ist nicht so klar“, gibt Leininger zu bedenken.

Im Jahr 1991, als über den künftigen Sitz der Bundeshauptstadt entschieden werden musste, gab es drei Alternativen: Bonn bleibt Hauptstadt, Berlin wird Hauptstadt – und der Kompromiss: Das Parlament geht nach Berlin, die Regierung bleibt in Bonn. Wie die Entscheidung ausgegangen ist, ist bekannt, und sie war knapp. Die Berlin-Variante hatte nur acht Stimmen Mehrheit. Der Fall Berlin-Bonn hat es Leininger angetan, weil er sich gut dazu eig-

Jede Stimme zählt

ES GIBT KEIN PERFEKTES WAHLVERFAHREN.

net, die Tücken von Wahlverfahren zu demonstrieren. Was diese Abstimmung so besonders machte: Über das eigentlich geheime Abstimmungsverhalten der Abgeordneten lagen ungewöhnlich viele Informationen vor. Aus Reden und Protokollen wusste Leininger von jedem einzelnen, wie er abstimmen würde und was den zweiten Rang einnahm. Aus den drei Alternativen ergaben sich genau sechs Möglichkeiten, die Alternativen zu reihen: A-B-C, A-C-B, B-A-C etc. „Man hatte viele Informationen und egal, was herausgekommen wäre, es wäre interessant gewesen“, erinnert sich Leininger. In der Tat war sein Ergebnis hoch interessant: „Mit derselben Debatte, denselben Argumenten und demselben Abstimmungsverhalten, aber einem anderen, genauso demokratischen und gängigen Verfahren, hätte das Ergebnis Bonn geheißt. Und mit noch einem anderen Verfahren, das in den USA viel verwendet wird, wäre der Kompromiss zum Tragen gekommen.“ Überrascht hat Leininger das nicht. „Es ist bekannt, dass Wahlergebnisse von Dingen abhängen, von denen sie nicht abhängen sollten.“ Damit will Leininger nicht sagen, dass bei der Abstimmung etwas nicht mit rechten Dingen zugegangen ist. „Es gibt einfach keine Möglichkeit, Kollektiventscheidungen zu treffen, die nicht angreifbar wären“, sagt Leininger und zitiert damit den amerikanischen Nobelpreisträger und Wirtschaftswissenschaftler Kenneth Arrow.

Für Aufsehen gesorgt haben Leiningers Ergebnisse damals nicht. Einige Journalisten aus Bonn meldeten sich bei dem Wissenschaftler und erkundigten sich, was das denn heißen solle: Sei Bonn etwa betrogen worden? „Betrug hätte vorgelegen, wenn man einzelnen Politikern hätte nachweisen können, dass sie ein Verfahren bewusst eingesetzt haben, um ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen.“

Tatsächlich hat Leininger versucht, möglicher Einflussnahme auf die Spur zu

kommen. „Die Unterlagen mit den vollen Details bekommt man erst in 30 Jahren“, sagt er. Eine Merkwürdigkeit hat er jedenfalls schon gefunden: „Es ist Aufgabe des Ältestenrates, die Sitzungen des Bundestages vorzubereiten und die Tagesordnung zu bestimmen. Normalerweise steht die Tagesordnung ein bis zwei Wochen vor einer Sitzung fest – bei dieser entscheidenden Sitzung geschah das erst am späten Abend davor!“ Auch die Wahl des Abstimmungsverfahrens sei erst derart kurzfristig getroffen worden. Leininger überprüfte, wer im Ältestenrat saß, fand aber keine Auffälligkeiten: „Die Meinungsverteilung unter den 18 Mitgliedern war absolut ausgewogen. Insofern kann man Manipulation eigentlich ausschließen. Aber ich weiß bis heute nicht, aufgrund welcher Argumente und welcher Debatte das Verfahren zustande kam.“ In 15 Jahren, da kann man sicher sein, wird Leininger die Unterlagen anfordern und analysieren, wie Berlin zur Bundeshauptstadt wurde.

Dass die Art des Verfahrens großen Einfluss auf das Ergebnis einer Wahl hat – diesen Umstand bringen viele Menschen mit den USA in Verbindung. Bei den jüngsten Präsidentschaftswahlen hatte Al Gore klar mehr Stimmen – allerdings so unglücklich über die Bundesstaaten verteilt, dass George W. Bush Präsident wurde. Das ist kein amerikanisches Phänomen, sagt Leininger. „Der Gedanke dahinter ist ja, dass alle Länder vertreten sein sollen, und das kennen wir auch.“ Wolfgang Leininger erinnert an die Bundestagswahl im vergangenen Jahr und die Nachwahl in Dresden. „Hätte es in Dresden ein extremes Ergebnis für die SPD gegeben, hätte das im Bundestag bis zu drei Sitze ausmachen können, weil eine Automatik über die Proporzverteilung, sprich Überhangmandate, gegriffen hätte. Es hätte in Rheinland-Pfalz ein Mandat für die CDU verschwinden und in Bremen für die SPD eins dazu kommen können.“

Ist das gerecht? Ungerecht? Darüber wurde im Zuge der Dresdener Nachwahl viel diskutiert, und auch das hat Leininger nicht überrascht. „Wenn Sie die Strukturätze über Wahlverfahren nicht kennen, wollen Sie andauernd hingehen und die Gesetze ändern, um einen Fehler abzustellen – ohne zu merken, dass Sie dabei zwangsläufig andere einbauen.“ Im Nachhinein könne man leicht feststellen, welche Fehler im Verfahren wozu geführt haben, letztlich sei es aber egal, welches Verfahren man benutze – das perfekte Verfahren gebe es ohnehin nicht.

Auch diese Behauptung geht auf Nobelpreisträger Arrow zurück. Er formulierte fünf Anforderungen, die ein perfektes Wahlverfahren erfüllen müsse – Anforderungen, die jede für sich absolut Sinn ergeben. Eine lautet zum Beispiel: Wenn alle der Meinung sind, Alternative A sei die beste, dann sollte durch kein Verfahren ein anderes Ergebnis rauskommen. Logisch eigentlich – eine triviale Forderung. „Aber von ähnlicher Art sind die anderen Axiome auch“, sagt Leininger. Eines besagt, es solle keinen Diktator geben, sondern auch andere Stimmen müssen zählen. „Und da sieht man sehr schön, wie witzig Arrows Axiome sind: Es sind fünf, die aber unvereinbar sind. Vier werden vom Wahlsystem Diktator erfüllt. Wenn Sie sich also für den Diktator entscheiden, haben Sie kein Problem mehr. Entscheiden Sie sich aber für die anderen vier, so haben Sie sich für den Diktator entschieden!“

Problematisch sind Wahlverfahren sogar in viel profanerem Rahmen, etwa in Form eines Rankings bei den Olympischen Spielen. „Ein Medaillenspiegel ist im Grunde nichts anderes als unser Mehrheitswahlsystem. Es soll ja das beste Land ermittelt werden“, vergleicht Leininger. Nach diesem Bild ist jeder Wettbewerb ein Wähler, der für ein Land stimmt – natürlich entsprechend der Platzierung seiner Athleten. Diese individuellen Reihungen werden ag-



„Der Wille des Wählers lässt sich nicht befriedigend messen“, stellt Wolfgang Leininger fest.

abstract

No election method is perfect – no tool, no matter how well-designed, can adequately interpret the will of the electorate whenever there are more than two alternatives. For example, Berlin only became Germany's capital city thanks to the vagaries of the election method. Another approach might have selected Bonn, or even the compromise solution: the Parliament in Berlin, the government in Bonn. Using this capital city decision as an example, Professor Wolfgang Leininger has explored the role that election procedures play in democracies. That no election method is perfect was demonstrated in a structural theorem (the »impossibility theorem«) developed by U.S. Nobel laureate Kenneth Arrow.

griert zu einer Gesamtreihung: Jedes Land bekommt für einen ersten Platz eine Stimme. Am Ende hat das Land mit den meisten Stimmen, also Goldmedaillen, gewonnen. Dabei kann durchaus herauskommen, dass ein Land mit drei Gold- und nur einer Silbermedaille die Spiele gewinnt, obwohl ein anderes Land nur eine Goldmedaille weniger hat, dafür Silber und Bronze en masse. Das brachte eine Boulevardzeitung einst auf den Gedanken, einen eigenen, »gerechten« Medaillen-Spiegel zu veröffentlichen, der Gewichte für erste, zweite und dritte Plätze einführte und nach der gewichteten Summe der Medaillen die Gesamtreihung vornahm. Nicht ganz zufällig hatte dies den Effekt, dass nun Deutschland an der Spitze stand. Aber wie ist es in der Politik? „Da fragen wir schon gar nicht mehr nach Silber und Bronze“, sagt Wolfgang Leininger.

Den Politikern sind die Fallstricke der Wahlverfahren meist gut bekannt. „Politiker müssen keine Mathematiker sein“, findet Leininger, „aber es gibt so etwas wie die Mathematik der Demokratie. Ein Politiker braucht ein Gespür dafür, wie sich Stimmen und Stimmungen in dem System und dem Verfahren, das man hat, niederschlagen. Was man machen muss, um sich und seine Partei richtig zu positionieren. Ein intuitives Erfassen der Mechanik der Demokratie.“ In die Öffentlichkeit gelangt das Thema dennoch nur selten. „Der Politik kann nicht daran gelegen sein, dass Ent-

scheidungen zufällig aussehen. Dabei gibt es vernünftige Gründe dafür, den Zufall als Größe in die Verfahren einzubauen“, findet Leininger.

Fast wäre es bereits dazu gekommen. Als sich die derzeitige rheinland-pfälzische SPD-FDP-Landesregierung frisch gebildet hatte, konnten sich die Koalitionspartner nicht darüber einigen, wie das Land im Bundesrat abstimmen sollte, wenn man untereinander keine Einigung erzielen kann. Plötzlich kam der Vorschlag auf, in diesem Fall das Los entscheiden zu lassen. „Da ging ein Aufschrei durchs Land“, erinnert sich Leininger, „dabei hatte niemand den Vorschlag wirklich verstanden.“ Der Wissenschaftler hätte ihn befürwortet. „Natürlich hätte man nicht 50:50 losen dürfen, sondern eher entsprechend der Mehrheitsverhältnisse, schließlich war die SPD acht Mal so stark wie die FDP. Aber daran war überhaupt nicht mehr zu denken.“ Gerade wegen der öffentlichen Reaktion auf die Diskussion, sagt Leininger, wäre die Los-Idee aufgegangen: Der Einigungszwang, so Leiningers Kalkül, wäre so groß gewesen, dass es nicht zum Würfeln gekommen wäre. „Sie brauchen das Würfeln, damit Sie nie würfeln müssen. Und wenn es doch einmal zum Würfeln gekommen wäre – ja nun! Irgendwie muss man es machen. Weil alle Verfahren unterschiedliche Macken haben, sollte man sich aber schon überlegen, welches Verfahren für welche Abstimmung am besten ist.“

Mit seinem Wissen um die Tücken und Fallstricke von Wahlverfahren ist Wolfgang Leininger an der Universität sicher ein begehrtes Mitglied von Besetzungskommissionen – oder? „Nicht unbedingt“, sagt Leininger und grinst, „in einer Kommission, in der alle meinen, man habe einen strategischen Vorteil und würde manipulieren, ist das für Sie gar nicht vorteilhaft. Alle glauben, dass ich 17 Mal um die Ecke dachte und mein Wissen ausnützte. Aber damit muss man leben.“

Katrin Pinetzki

zur person

Prof. Dr. Wolfgang Leininger beschäftigt sich mit der Bonn-Berlin-Entscheidung als »Fast-Betroffener«: Nach Studium und Habilitation an der Universität Bonn erhielt er 1989 seinen Ruf nach Dortmund. Im Januar 1990 verkaufte er deshalb das Bonner Haus. Im Februar ging die Diskussion um den Sitz der künftigen Hauptstadt los. Wolfgang Leininger hat die Entscheidung für Berlin als Hauptstadt damals begrüßt. „Ich hatte zuvor in London studiert und daher eine Vorstellung davon, wie eine Hauptstadt aussieht“, sagt Leininger. Nach seinem Abitur konnte sich der gebürtige Badener zunächst nicht für ein Studienfach entscheiden und wählte dann „Mathematik aus Neigung und Wirtschaftswissenschaften aus Vernunft und Interesse“. Leininger war Gastprofessor an den Universitäten Stockholm, Boston, Maryland und am Wissenschaftszentrum Berlin. Er ist Sprecher des Fachkollegiums Wirtschaftswissenschaften der DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) sowie zweier Graduiertenkollegs und forscht insbesondere zur Mikroökonomischen Theorie, zur Spiel- und Konflikttheorie und deren Anwendungen in Industrieökonomik, Public Choice und Social Choice Theory.

Deutsche Post  World Net
MAIL-EXPRESS-LOGISTICS-FINANCE

Lenken Sie mit.

www.dpwn.de/karriere
Deutschlands beste Karriere-Seite im Web
Lt. Potentialpark Communications 2/2006

Für den Erfolg unserer Kunden weltweit.

Deutsche Post World Net ist der globale Logistiker Nr. 1. Weltweit liefern wir exzellente Qualität – angetrieben vom Können und der Motivation unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Und mit dem Ziel, unsere Spitzenposition weiter auszubauen. Lenken Sie diesen spannenden Prozess mit. Für den Erfolg jedes einzelnen Kunden – ob bei DHL, Deutsche Post oder Postbank. Sie werden erwartet: www.dpwn.de/karriere

Eine Welt voller Chancen:





Blick in die Zukunft

SONJA KUHNT SAGT VORAUSS, WIE SICH MATERIAL VERFORMT ODER PAKETE ANKOMMEN.



Die endgültige Form dieses Bleches wurde am Computer vorhergesagt.

Früher, ganz früher, da schauten die Menschen noch in Glaskugeln, wenn sie etwas über die Zukunft wissen wollten. Das war entsprechend ungenau, denn die Intelligenz einer Glaskugel ist begrenzt. Auch das Legen von Karten war populär, um an Aussagen über die Zukunft zu kommen. Doch die Datengrundlage bei diesem Verfahren ist sehr mager. Aus Geburtsdatum, Sternzeichen, vielleicht noch Geschlecht und Herkunft auf die Zukunft zu schließen ist – na ja – sehr gewagt.

Da macht es Sonja Kuhnt ganz anders. Sie schaut nicht in Glaskugeln, sondern in Mattscheiben, wenn sie etwas über die Zukunft wissen will. Und sie legt keine Karten, sondern kombiniert Zahlen. Schließlich ist sie Statistikerin, und da gehören Zahlen zum guten Ton – je mehr, desto besser.

Dr. Sonja Kuhnt vom Institut für Mathematische Statistik und industrielle

Anwendungen am Fachbereich Statistik will die Zukunft vorher-sagen.

Und zwar ganz genau. Dabei ist sie bescheiden. Wenn sie die Zukunft für kleine Blechstücke exakt vorhersagen

kann, ist sie zufrieden. Denn sie will wissen, wie sich Blech verformt, unter hohem Druck verformt. Dazu setzt sie das Blech in ihrem kleinen Arbeitszimmer enorm hohem Druck aus. Viele, viele Atmosphärendrücke lasten auf dem Stück Metall, bis es sich in die Matrize schmiegt, sozusagen das Negativ der gewünschten Form. Obwohl Sonja Kuhnt mit unglaublich hohen Drücken, gewaltigen Maschinen und dicken Blechen arbeitet, ist ihr Zimmer aufgeräumt und relativ leer. Denn alles, was sie macht, passiert im Computer, tief drinnen in den Prozessoren eines kleinen Rechenzentrums, mit dem die verschiedensten Anwendungen simuliert werden. Denn Sonja Kuhnt arbeitet virtuell, in künstlich erzeugten Computerwelten.

Was anderswo in großen Werkstätten mit vielen Menschen geschieht, schafft sie ganz alleine am Rechner. Ihr Ziel, ihre Aufgabe, ihre Mission ist die Simulation von Blechumformung. Wenn Blech bei der Hochdruckumformung mit enormem Wasserdruck in die gewünschte Form gepresst wird, wissen die Menschen in der Werkstatt oft nicht, was dabei am Ende herauskommt. Ist das Werkstück, das Blech gerissen? Hat es die endgültige Form erreicht? Und wenn ja, wie gut? Sonja Kuhnt will das voraussagen und nimmt dabei ihr eigenes, ganz spezielles Werkzeug zur Hand: die Statistik.

Mit diesem Universalwerkzeug lassen sich Dinge, Vorgänge berechnen, die Sonja Kuhnt vorher auch nicht kannte. Bis sie gebeten wurde, ihr Werkzeug einmal auf ganz andere Dinge anzuwenden. Auf den Maschinenbau etwa, wo Bleche verformt werden, um später aus ihnen Autotüren, Kotflügel, Flugzeugflügel oder Rohre zu biegen. Und wo die Fachleute zwar die Maschinen bauen und betreiben können, um Bleche mit unglaublicher Kraft in die gewünschte Richtung zu biegen, aber nicht exakt wissen, was dabei herauskommt. »Try and error«, also die Methode »Versuch und Irrtum«, ist dabei zu teuer und dauert zu lange. Die Statistik macht's schneller und die Statistik macht Sonja Kuhnt.

Die Statistikerin rührt ständig in fremden Töpfen. Denn ihr Werkzeug eignet sich für fast alles und wird überall gerne angewendet. Wenn es darum geht, vorherzusagen, wie sich Werkstücke in der Produktion am besten verformen lassen. Wenn es um Goldsuche geht, bei der das

Ausmaß eines Vorkommens abgeschätzt werden muss, um Menge und Verteilung zu kennen. Oder wenn Waren schnell und effizient verteilt werden müssen.

So hat Sonja Kuhnt in ihrem Computer nicht nur eine virtuelle Werkstatt, sondern auch einen virtuellen, einen künstlichen, einen gedachten Flughafen. „Im Schnitt kommt hier alle fünf Minuten ein Paket mit 20 Kilo an“, beschreibt sie das muntere Treiben im virtuellen Lager des Flughafens. Und diese Pakete sollen dann weiter geschickt werden. Sollen sie gleich vor Ort nach ihrem Bestimmungsort sortiert werden? Oder ist es lohnender, in einigen wenigen Zentren die Sortierung vorzunehmen und die Päckchen von den einzelnen Flughäfen an diese zentralen Stellen zu transportieren, von denen sie dann weiter verteilt werden? Fragen über Fragen. Sie zu beantworten ist mühsam und nur bei wirklichkeitsnahen Ankunftszeiten und Gewichten der Pakete hilfreich.

Zuerst benötigt Sonja Kuhnt Daten von Flughäfen und Fluggesellschaften, um zu wissen, was überhaupt ankommt und um den virtuellen Strom von Päckchen in ihrem Computer möglichst realistisch nachzubilden. Die Grundlage für ihre Arbeit sind zeilenweise Tabellen mit Zahlen, Zahlen, Zahlen. „Zahlen sind für uns Statistiker immer Daten“, meint Sonja Kuhnt. Und diese Daten stammen immer aus der Praxis. Aus Experimenten – etwa in der Werkstatt – oder aus Fragebögen oder Erhebungen in Betrieben – wie etwa Flughäfen.

Und sie muss das Leben einkalkulieren. Das Leben heißt, dass nichts immer gleich ist oder perfekt klappt. „Störgrößen einkalkulieren“, sagt die Statistik dazu, also mit Ungenauigkeiten leben. Das Blech etwa, das mit Hochdruck umgeformt wird, ist nie gleich dick, es variiert in seiner Materialstärke, weil der Hersteller es halt nicht besser hinbekommt. Das sind Dinge, mit denen man leben muss, die man von vornherein berücksichtigen muss, damit das Ergebnis später trotzdem stimmt. Der Vorteil der Statistiker dabei: „Wir gehen unvoreingenommen an die Aufgaben heran“, sagt Sonja Kuhnt und ergänzt: „Wir trauen keinen Zahlen, keinen Daten!“ Statistiker verlassen sich nicht gerne auf das, was sie geliefert bekommen, sondern prüfen erst das Zahlenmaterial, ihre Datenbasis. Ist sie »konsistent«, also plausibel? Genauso müssen sie aber mit den Ergebnissen um-

abstract

Dr. Sonja Kuhnt from the Institute for Mathematical Statistics and Industrial Applications simulates actual processes on computers to make predictions about the real world. Together with the Institute of Forming Technology and Lightweight Construction in the Mechanical Engineering department, she uses statistical methods to simulate high-pressure sheet-metal forming. This allows her to assess the quality of the workpiece during forming. Working as part of the German Research Foundation's Collaborative Research Center 559, she makes the connection between reality and simulation so that virtual worlds can actually map the real world and actual situations. For example, she simulates the volume of goods shipments in airports so as to optimize their subsequent distribution.



Die Statistikerin Sonja Kuhnt simuliert verschiedenste Anwendungen.

gehen: In der Computersimulation kann Blech beim Umformen unendlich dünn werden – in der Praxis wäre es längst schon gerissen. Denn Blech ist ein Material und keine Zahl, die unendlich klein werden kann, bis sie fast nur noch aus Nullen nach dem Komma besteht. Ein paar echte Experimente braucht Sonja Kuhnt deswegen schon, um die Hochdruckblechumformung zu fassen. Sie vergleicht die virtuellen Werkstücke mit den echten. Stimmt die Simulation hier mit der Realität überein, braucht es nur noch per Rechner weiter zu gehen. Fünf bis zehn echte Experimente wurden gemacht, um echte Werkstücke zu erhalten. An die 200 Experimente hat Kuhnt im Rechner laufen lassen, um ihre statistischen Methoden zu verfeinern, zu optimieren. Noch in diesem Sommer wird das Projekt beendet, das sie gemeinsam mit und für das Institut für Umformtechnik

und Leichtbau unter Prof. Dr.-Ing. Matthias Kleiner bearbeitet.

Zwei Jahre später, im Sommer 2008, wird sie das Logistik-Projekt abgeschlossen haben, das vom Sonderforschungsbereich »Modellierung großer Netze in der Logistik« der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert wird. Bis dahin allerdings werden noch viele Zahlen durch ihren Rechner laufen. Und Tausende von virtuellen Paketen werden an einem virtuellen Flughafen ankommen, die ihre Empfänger nie wirklich erreichen.

Joachim Hecker

zur person

Dr. Sonja Kuhnt wurde 1968 in Köln geboren und ist in Solingen aufgewachsen. In Dortmund studierte sie ab 1989 Statistik mit Nebenfach Soziologie und machte anschließend ein Auslandsstudium in Sheffield in England. 2001 promovierte sie und erhielt dafür den Dissertationspreis der Dortmunder Universität. Sie ist an vielen Forschungsvorhaben der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und des Bundesforschungsministeriums (BMBF) beteiligt. Sonja Kuhnt ist verheiratet und hat zwei Kinder. In ihrer Freizeit liest sie gerne Krimis und engagiert sich ehrenamtlich in der Kindertagesstätte ihrer fünfjährigen Tochter Katharina.

22. – 24. August 2006, M,O,C, München

bmvConsulting

TALENTS

2006

DIE JOBMESSE

Bis zu 35 Unternehmen aller Branchen, die ihren Fach- und Führungsnachwuchs suchen

Terminierte und spontane Bewerbungsgespräche mit verantwortlichen Firmenvertretern

Kostenloses Karrierecoaching und Workshops durch erfahrene Experten

TALENTS Talk: Roundtable Diskussionen zwischen Personalverantwortlichen und Bewerbern

Persönliche Karriereberatung vor und während der Messe

Für examensnahe Studierende aller Fachrichtungen und Hochschulabsolventen mit bis zu 7 Jahren Berufserfahrung

Teilnahme kostenlos – Bewerbung online erforderlich

ANSTOß FÜR DIE KARRIERE

Bewerbung und aktuelle Ausstellerliste: www.talents2006.de

BEWERBUNGSFRIST BIS 9. JUNI 2006

Aussteller: (Stand Februar 2006)

accenture

High performance. Delivered.



In Zusammenarbeit mit:

Hauptmedienpartner:



Jobguide



Firmenverzeichnis.DE

bmv Consulting GmbH
Jarrestr. 20
22303 Hamburg

Tel.: 040 - 21 90 83 52
Fax: 040 - 21 90 83 53

Gefühlte Verkehrskosten sind entscheidend

DIE BEDEUTUNG DER VERKEHRSKOSTEN FÜR
DIE ABWANDERUNG AUS DEN STÄDTEN INS UMLAND

Professor Blotevogel, Sie beschäftigen sich damit, warum Menschen aus der Stadt ins Umland ziehen. Liegen die Gründe nicht auf der Hand? Die meisten wollen eben günstiger wohnen und in schönerer Umgebung leben.

Unsere These ist, dass viele Menschen ins Umland ziehen, ohne sich darüber Gedanken zu machen, wie sie zukünftig von A nach B kommen. Erst wenn sie umgezogen sind, merken sie: Wir brauchen ja jetzt zwei Autos, sonst kommen wir gar nicht zum Einkaufen und zur Arbeit und können die Kinder nicht durch die Gegend fahren. Und das macht den Preisvorteil dann oft wieder zunichte. Uns interessiert: Haben die Leute das zuvor realistisch eingeschätzt? Der Fokus unserer Befragung liegt auf der Wahl der Verkehrsmittel – unser Auftraggeber ist schließlich das Bundesministerium für Verkehr. Das ist auch das Neue an diesem Forschungsvorhaben. Warum Menschen ins Umland ziehen, ist in vielen Studien erforscht worden, und auch die Auswirkungen auf die Verkehrsmittelwahl sind bekannt. Aber die Ver-

knüpfung fehlte bisher noch: Wissen die Menschen vorher, was das für die Verkehrsmittelwahl bedeutet?

Wie kommen Sie darauf, dass sich die Menschen vor ihrem Umzug keine Gedanken über Verkehrsmittel machen?

Viele Menschen sind bei der Auflistung, was für und was gegen einen Umzug spricht, nicht ganz ehrlich zu sich. Oben auf der Pro-Liste steht bei vielen, dass das Haus oder die Wohnung im Umland größer und günstiger ist und im Grünen steht. Dafür wird alles andere ausgeblendet. Ein zweites Auto wird meist gar nicht berücksichtigt. Man denkt: Ich habe ja ein Auto. Und stellt erst nach ein paar Wochen fest, dass die Bahn am neuen Wohnort nicht alle zehn Minuten fährt wie in der Stadt. Wir wissen, dass die Umzugsentscheidung eines Haushalts häufig aus dem Bauch heraus getroffen wird. Ökonomen würden einen Umzug ein »multifaktorielles Entscheidungsproblem« nennen, und damit sind die Menschen überfordert. Sie müssten theoretisch alle möglichen Einflussfaktoren einbeziehen – nicht nur die Kos-



ten des Hauses, sondern auch das Wohnumfeld, die Freizeitmöglichkeiten, Erwerbsmöglichkeiten, Versorgungsmöglichkeiten, Nähe zu Freunden. Sie müssten auf einen Schlag zehn oder 15 beeinflussende Faktoren mit ins Kalkül ziehen, und das können Menschen nicht. Deswegen reduzieren sie ihre Entscheidungssituation radikal und beschränken sich auf einige wenige Faktoren – in der Regel die Wohnungskosten und die Lage. Verkehrskosten sind zwar nicht ganz unwichtig, aber sie werden nicht nüchtern kalkuliert. Die Menschen wissen gar nicht genau, was ein Auto kostet – inklusive Abschreibung, Versicherung, Steuern, Reparaturen. Und sie kalkulieren auch nicht ein, wie viele Kilometer nach einem Umzug mehr gefahren werden müssen, etwa weil die Kinder zum Musikunterricht wollen.

Wenn ich ins Umland ziehe, zahle ich also drauf?

Zum einen zahlen Sie drauf, weil Sie höhere Verkehrskosten haben. Aber Sie erzeugen mit Ihrem Verkehr auch soziale Kosten, die, wie Ökonomen sagen, nicht voll

internalisiert sind. Wenn wir alle sozialen und ökologischen Kosten des Verkehrs auf den Benzinpreis umlegen, also »internalisieren« würden, dann müsste ein Liter Benzin zwei bis drei Euro kosten. Gemessen an all den Effekten, die Autoverkehr erzeugt, ist Benzin zu billig. Einen Teil der Folgen trägt die Umwelt in Form von Umweltschäden, einen anderen tragen die Menschen, die entlang der Straßen wohnen und den Lärm ertragen müssen. Es kommt nicht jeder Haushalt selbst für die Kosten auf, die er durch Verkehr erzeugt. Das ist auch die Rechtfertigung für die Politik, hier steuernd einzugreifen, damit die ökologischen und sozialen Kosten sich im Rahmen halten. Und schließlich gibt es noch die Kosten, die der Kernstadt dadurch entstehen, dass sie weiterhin für eine gewisse Infrastruktur sorgen muss, die die Umland-Bewohner zwar noch nutzen, mit ihren Steuern aber nicht mehr finanzieren. Sie zahlen ihre Steuern woanders, wollen aber weiterhin in der Stadt ins Schwimmbad oder ins Theater gehen. Oder es müssen in der Stadt sogar Schulen geschlos-

sen werden, um im Umland wieder neu gebaut zu werden – auch das muss die öffentliche Hand tragen.

Was wäre, wenn man jedem Pendler und jedem Umland-Wanderer die Kosten vor Augen halten würde?

Ich könnte mir vorstellen, dass der Faktor Verkehrskosten durchaus eine Rolle spielen würde, wenn die Menschen darüber besser Bescheid wüssten. Deshalb bin ich auch besonders gespannt auf die Antworten derjenigen, die vom Umland wieder zurück in die Stadt gezogen sind. Wir vermuten, dass die meisten das tun, wenn sich die Familiensituation ändert: Wenn sich Paare scheiden lassen oder der eine Partner stirbt. Für Single-Haushalte sind Städte offenbar attraktivere Standorte. Spannender sind für uns Familien, die diese Entscheidung getroffen haben. Vielleicht wollten die älteren Kinder weg vom Land, weil dort nichts los ist. Oder es haben tatsächlich die höheren Verkehrskosten eine Rolle gespielt – zum Beispiel wenn die Erfahrung gemacht wurde, dass man 300 Euro im Monat durch die Abschaffung



Hans Heinrich Blotevogel ist dem Phänomen der Stadt-Umland-Wanderung auf der Spur

des Zweitwagens sparen kann. Und die Verkehrskosten sind ja in den vergangenen Jahren auch kräftig angestiegen – sowohl die tatsächlichen als auch die gefühlten.

Gefühlte Verkehrskosten?

Ja: Da kein Mensch die Verkehrskosten richtig berechnet, gibt es so etwas wie gefühlte Verkehrskosten, und auf die kommt es letztlich an. Sie sind die Grundlage für Entscheidungen. Früher waren die gefühlten Verkehrskosten extrem niedrig, weil das Benzin zu billig war. Heute sind sie zwar höher, aber noch längst nicht so hoch wie die realen Kosten, von den externen Kosten ganz zu schweigen.

Was könnte das Verkehrsministerium aus Ihren Ergebnissen folgern?

Wenn bei unserer Untersuchung tatsächlich herauskommt, dass die Haushalte die Verkehrskosten nicht richtig abschätzen oder dass sie sie unrealistisch

oder gar nicht in ihre Wanderungsüberlegungen einbeziehen, dann könnte man über Informationskampagnen nachdenken. Man müsste erreichen, dass intensiver und breiter öffentlich darüber diskutiert wird, wie es etwa in der Schweiz geschieht. Weil dort über jede Einzelentscheidung in der Politik eine Volksabstimmung stattfindet, berichtet die Presse auch intensiver über solche Prozesse. Das ist in Deutschland undenkbar, zumal wenn es um die heilige Kuh, das Auto, geht. Also Aufklärung! Wir werden Vorschläge für Informationskampagnen machen, wenn am Ende herauskommen sollte, dass hier ein möglicher Ansatzpunkt liegt.

Hängt es auch von politischen Mehrheiten ab, ob Verkehrskosten und Umland-Wanderung zum Thema werden?

Die Politik hat sich grundsätzlich zum Ziel gesetzt, die Stadt-Umland-Wande-

rung nicht weiter zu fördern. Die großen Städte haben daran sowieso ein Interesse, aber auch die Verkehrs- und Umweltpolitik. Allerdings gibt es auch politische Maßnahmen, die die Umland-Wanderung befördern. Das beste Beispiel war die Eigenheimzulage. Sie hat die Zersiedelung und den Flächenverbrauch gefördert. Aus Sicht der Raumplanung ist es vernünftig, dass sie abgeschafft wurde, wenn auch aus den falschen, nämlich fiskalischen Gründen. Und die Pendlerpauschale prämiert sogar weites Fahren durch Steuervorteile. Wenn man es geschickt anstellt und Fahrgemeinschaften bildet, kann man sogar Geld dabei rausholen. Die Politik ist da in sich widersprüchlich. Natürlich ist das Fern-Pendeln in ländlichen Gebieten oft die einzige Möglichkeit, überhaupt am Arbeitsleben teilzunehmen, und insofern gibt es politische Gründe, das Pendeln zu fördern. Insgesamt aber hat man herausgefunden, dass beide Maßnahmen – die Pendlerpauschale und die Eigenheimzulage – die Stadt-Umland-Wanderung begünstigt ha-

zur person

Prof. Dr. rer. nat. Hans Heinrich Blotevogel (62) hat sich bereits in seiner Zeit am Lehrstuhl für Wirtschafts- und Sozialgeographie der Universität Duisburg mit dem Phänomen der Stadt-Umland-Wanderung beschäftigt, wo er 23 Jahre lang forschte und lehrte, darunter sieben Jahre als Prorektor.

Zuvor hatte er Geographie, Germanistik, Soziologie und Philosophie in Münster, Tübingen und Bochum studiert und mit Staatsexamen abgeschlossen. Es folgten Promotion und Habilitation an der Ruhr-Universität Bochum. Seit 2004 vertritt der gebürtige Ost-Westfale und Wahl-Bochumer das Fachgebiet Raumordnung und Landesplanung in Dortmund. Zurzeit ist er Prodekan der Fakultät Raumplanung und Direktor des Instituts für Raumplanung.

gen und Bochum studiert und mit Staatsexamen abgeschlossen. Es folgten Promotion und Habilitation an der Ruhr-Universität Bochum. Seit 2004 vertritt der gebürtige Ost-Westfale und Wahl-Bochumer das Fachgebiet Raumordnung und Landesplanung in Dortmund. Zurzeit ist er Prodekan der Fakultät Raumplanung und Direktor des Instituts für Raumplanung.

A member of **HONSEL** INTERNATIONAL TECHNOLOGIES

Immer gut in Form:
HONSEL-Produkte aus Leichtmetall.



www.honsel.com

HONSEL®

A member of



HONSEL INTERNATIONAL TECHNOLOGIES

ben. Die Realpolitik entspricht eben oft nicht den hehren Zielen.

Was können die Städte tun, um die Abwanderung zu stoppen?

Gäbe es in den Kernstädten entsprechende Angebote auf dem Wohnungsmarkt, würden viele Leute dort bleiben. Es gibt ja durchaus Städte, die dieses Problem für den Moment gelöst haben. Leipzig ist so ein Beispiel, aber auch Hamburg. Dortmund versucht es mit der verstärkten Ausweisung von Bauland. Allerdings ist unklar, ob das wirklich der entscheidende Ansatz ist, denn diese Strategie zielt vor allem auf Familien mit Kindern. Aber es sind nicht mehr nur die Familien, die abwandern. Und durch die Ausweisung von mehr Bauland werden die Freiräume in der Stadt kleiner – das macht die Stadt unattraktiver für andere Gruppen. Für Städte ist es eine Gratwanderung. Wenn man sehr viel Bauland erschließt, kleistert man damit auch städtische Freiräume zu.

Der Trend, ins Umland zu ziehen, hat ja in den vergangenen Jahren ein wenig nachgelassen. Warum?

Der Punkt ist, dass die Wohnungsmärkte sich in den großen Städten entspannt haben. Ein großer Teil der Nachfrage speiste sich daraus, dass die Bevölkerung größere Wohnungen nachfragt, wenn die Einkommen steigen. Wenn der Wohnungsmarkt in der Stadt eng wird, gibt es gleichsam ein Überlaufen ins Umland. Dieser Faktor ist ein bisschen weggefallen, weil die Einkommen stagnieren und die Bevölkerung nicht mehr so anwächst. Auch die Zuwanderung aus dem Ausland ist weniger stark. Man spricht sogar davon, dass sich der Trend schon wieder umgekehrt hat.

Der neue Trend heißt: Zurück in die Stadt?

Nun ja: Große Städte hätten das zumindest gerne, und sie propagieren die so genannte Re-Urbanisierung auch. Aber das ist eine neue Entwicklung, und ich bin skeptisch, ob wir schon so weit sind, dass wir von einer allgemeinen Trendumkehr sprechen können. Das Thema findet sich zurzeit häufiger in der Presse, als es dazu tatsächlich wissenschaftliche Erkenntnisse gibt. Es hängt auch nicht unbedingt mit einem Bewusstseinswandel zusammen, sondern ganz einfach mit der Bevölkerungsstruktur: Noch vor fünf Jahren sind viele Menschen im Alter zwischen 30 und 35 Jahren ins Umland gezogen. Diese Al-

tersgruppe ist zurzeit weniger stark vertreten. Dafür sind jetzt Jahrgänge stärker besetzt, die eine Ausbildung beginnen – und zur Ausbildung in die Städte ziehen. Das Einzige, was wir definitiv wissen, ist: Die Gruppe der klassischen Stadt-Umland-Wanderer, die zwischen 25 und 40 Jahre alt sind und einen besseren Wohnstandort im Umland suchen, hat quantitativ an Bedeutung verloren.

Sind den Menschen diese Zusammenhänge bewusst?

Nein. Es ist auch kein großes Thema in den Medien, es wird höchstens von den Städten mal angesprochen, die sich dagegen wehren, dass die Nachbarstädte weiter Bauland ausweisen und die Stadtbewohner damit abwerben. Die Gemeinden stehen untereinander im Wettbewerb, von dieser Konkurrenz liest man schon einmal in den Medien. Aber darauf wird die Berichterstattung oft auch reduziert.

Haben Sie schon mal überlegt, ins Umland zu ziehen?

Nie ernsthaft. Da bin ich aber eher untypisch. Als Professor kann ich mir auch ein Einfamilienhaus in relativ guter Lage in der Stadt leisten. Es gab einfach keine Pushfaktoren, die mich weggeekelt hätten.

Und wie kommen Sie zur Arbeit nach Dortmund?

Ich wohne seit 38 Jahren in Bochum und bin immer Auto gefahren. Ich bin also Pendler. Ich fahre jeden Morgen über die früher von mir bekämpfte DüBoDo (A 44 Düsseldorf – Bochum – Dortmund). Das geht in 20 Minuten. Mit Bus und S-Bahn schaffe ich es nicht unter einer Stunde.

Kennen Sie denn Ihre realen Verkehrskosten?

Nein, keine Ahnung.

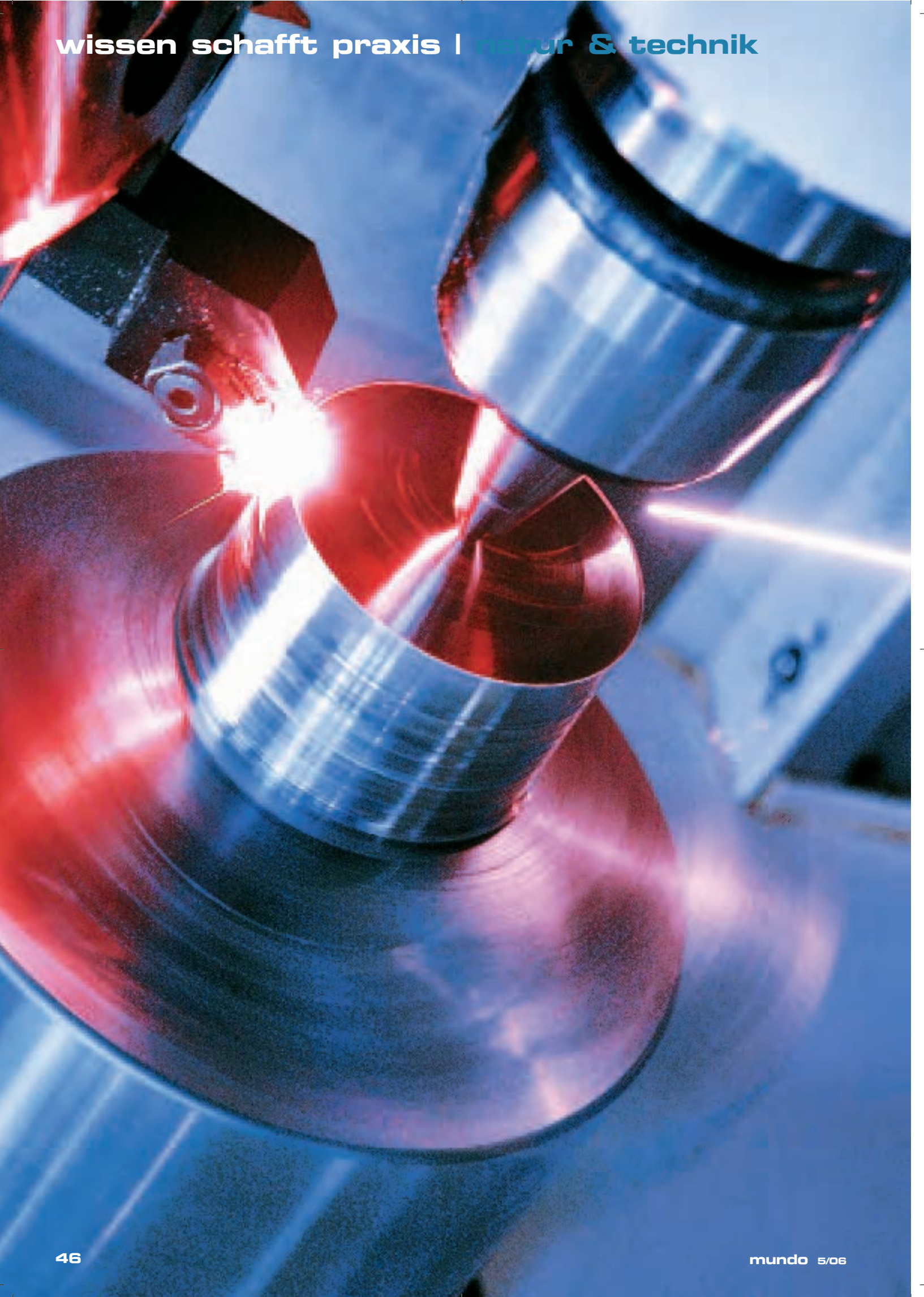
Das Interview führte Katrin Pinetzki.

abstract

Why do people move from the city to the suburbs - and how does the transport infrastructure affect this decision? This is the burning question behind the research project "Actors, Motivations, Drivers of Suburbanization" (duration: 2005 to 2007). A thousand households in the four case study regions of Cologne, Münster, Leipzig and Magdeburg were surveyed over the phone; follow-up interviews were also conducted in two of the cities. Blotvogel and his assistant, Angelika Münter, are highly interested in return migrants who come back to the city from the suburbs. "We think that this group can tell us a lot about what the cities can do to stop suburbanization. After all, these households probably see their move to the suburbs as a mistake," says Angelika Münter. However, the data from registration offices don't explicitly identify these repentant migrants. Through press coverage, the researchers hope to find return migrants who are willing to provide information. The Federal Traffic Ministry, who is funding the study, expects that these results will lead to strategies for preventing further urban flight. The project is being performed in cooperation with the Institute of Urban and Transport Planning of RWTH Aachen University (Professor K.-J. Beckmann).

Schneller am Kunden: die neue Dematic.

Die neue Dematic führt das bisherige Intralogistik-Geschäft der Siemens AG für Handel und Industrie weiter – schneller, flexibler und kundennäher. Mit schlanken Strukturen, starken regionalen Einheiten, bewährtem Branchenfokus und dem fundierten Know-how von 4.500 Mitarbeitern weltweit – ob für Mechatronik-Produkte, Logistik-IT, integrierte Lösungen oder Service. Alles über die neue Dematic, unsere Anschrift und Ihre Ansprechpartner finden Sie im Internet unter: www.dematic.de



Spritsparerer aus Titan

MIT LEICHTEN WERKSTOFFEN
SELTENER AN DIE ZAPFSÄULE

Die Fahrt zur Zapfsäule treibt so manchem Autofahrer die Tränen in die Augen: Die Spritpreise erklimmen ein Rekordhoch nach dem anderen und reißen tiefe Löcher in das Portemonnaie des Tankenden. Kein Wunder also, dass das Interesse an sparsamen Autos zu akzeptablen Preisen steigt und die Automobilindustrie nach Möglichkeiten sucht, den Spritverbrauch zu senken. Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt »Gamma-Titanaluminid Pleuel« arbeiten unter Koordination von BMW das Institut für Spanende Fertigung (ISF) von Prof. Klaus Weinert sowie weitere Partner intensiv zusammen, um gemeinsam an einer Stellschraube in punkto Verbrauch zu drehen: Dem Pleuel.

Das Pleuel sitzt im Verbrennungsmotor als Bindeglied zwischen dem Kolben und der Kurbelwelle. Dort wandelt es die durch Explosion erzeugte chemische Energie in mechanische Energie – also eine Drehbewegung – um, wozu es ständig beschleunigt und wieder abgebremst wird. „Zurzeit werden Pleuel standardmäßig aus Stahl gefertigt, der hat immerhin eine Dichte von 7,8 Gramm pro Kubikzentimeter“, erklärt Dr. Christoph Kempmann, der auf Seiten des ISF am Forschungsprojekt mitarbeitet. Somit sind Pleuel momentan relativ schwer und das dauernde Hin- und Herbewegen der schweren Masse »Stahl«

verbraucht einiges an Energie und somit auch an Kraftstoff. Also sei es naheliegend, anstelle von Stahl einen leichteren Werkstoff zu verwenden: „Da kann man natürlich nicht beliebig irgendeinen leichten Werkstoff nehmen. Am leichtesten wäre zum Beispiel Magnesium, aber das hat keinen ausreichenden Elastizitätsmodul.“ Der Elastizitätsmodul gibt den Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bei der Verformung eines festen Körpers an. Ist der Wert zu gering, wie eben beim Magnesium, kann die notwendige Steifigkeit und Kriechfestigkeit bei geringem Bauvolumen nicht realisiert werden.

Mit einer Dichte von 3,9 Gramm pro Kubikzentimeter immerhin noch knapp um die Hälfte leichter als Stahl ist Titan, beziehungsweise die Aluminium-Titan-Legierung »Gamma-Titanaluminid«, die im Projekt untersucht wird. Und in punkto Festigkeit ist die Legierung dem Stahl wiederum beinahe ebenbürtig: Der Elastizitätsmodul erreicht ca. 80 Prozent des Stahlwertes. Beste Voraussetzungen also für den Einsatz als Pleuelwerkstoff. Die Tatsache, dass die Automobilhersteller trotzdem nicht schon längst auf Pleuel aus Gamma-Titanaluminid umgestiegen sind, sieht Kempmanns Kollege Stefan Bergmann unter anderem im hohen Preis des Werkstoffs begründet: „Stahl ist ein Pfennigprodukt, das überall erhältlich ist. Aber von Gamma-Titanaluminid werden jedes Jahr weltweit

weniger als fünf Tonnen produziert.“ Und die haben ihren Preis: Das Gamma-Titanaluminid kostet etwa das Zwei- bis Dreifache von konventionellen Titanlegierungen.

Doch nicht nur der Rohstoff selbst ist teuer – auch die Herstellung eines Pleuels aus Gamma-Titanaluminid ist sehr aufwändig. Diesen Aufwand möglichst gering zu halten und den Bearbeitungsprozess zu optimieren, ist die Aufgabe des ISF innerhalb des Projekts. Prof. Weinert und seine Mitarbeiter kümmern sich vor allem um die Gewinde, die im Bauteil die Pleuelstange mit dem Lagerdeckel verbinden und die auftretenden Kräfte im Betrieb aufnehmen. Aus den von Projektpartner Leistritz Turbinenkomponenten (ehemals Thyssen Krupp) und dem Materiallieferant GfE (Gesellschaft für Elektrometallurgie) bereitgestellten Rohlingen werden zunächst Vorbohrungen erstellt und anschließend das Gewinde eingebracht. Dabei macht den Forschern vor allem die hohe Härte und Sprödigkeit des Materials zu schaffen, wie Kempmann be-

richtet: „Wir haben da einen sehr hohen Werkzeugverschleiß.“

Und die Werkzeuge haben ihren Preis, da mit einem Material gearbeitet werden muss, das noch härter ist als das ohnehin schon sehr harte Gamma-Titanaluminid. Die bisherigen Untersuchungen des ISF zeigen, dass polykristalliner Diamant hier gut als Schneidstoff geeignet ist.

Ein weiterer Einflussfaktor ist die Bearbeitungsgeschwindigkeit, die bei der Zerspaltung realisiert werden muss. Die treibt bisher allerdings auch noch den Preis des Pleuels in die Höhe: „Momentan können wir in der Zeit, die wir für ein Gamma-Titanaluminid-Pleuel brauchen, fünf Stahl-Pleuel fertigen“, beschreibt Bergmann das Missverhältnis.

Neben dem Bohrwerkzeug und der Schnittgeschwindigkeit untersuchen die Ingenieure am ISF auch, unter welchen Prozessbedingungen die Gewinde gefertigt werden können, also ob trocken, mit einem Schmiermittel oder unter Kühlung – hier hat

sich Öl als Schmiermittel für die Bearbeitung bewährt.

Zwar haben die Mitarbeiter des ISF mit der Identifikation von Diamant und Öl als geeignete Prozessbedingungen für die Bearbeitung schon einen gewaltigen Schritt gemacht, bis zur serienmäßigen Fertigung von Pleueln aus Gamma-Titanaluminid wird es allerdings noch eine Weile dauern: „Bisher rechnet es sich allenfalls beim Einsatz in Flugzeugturbinen oder für exklusive Sportwagen, Bauteile aus Titan-Legierungen zu fertigen“, so die Einschätzung der ISF-Mitarbeiter.

Doch die Forschung lohnt sich, denn durch die Verwendung von Gamma-Titanaluminid kann nicht nur das Gewicht des Pleuels selbst reduziert werden; die Dortmunder Wissenschaftler rechnen mit einer durchschnittlichen Gewichtsreduktion von über zwei Kilo im gesamten Kurbeltrieb. Das erspart zwar nicht den Ärger über hohe Spritpreise, aber immerhin muss die Zapfsäule dann weit aus seltener angefahren werden.

Stephanie Bolsinger

Ein Pleuel aus Titanaluminid spart Gewicht und somit auch Sprit.



Ingenieure gesucht - Sie werden gefunden!



Stellenmarkt

Beratung

Events/Termine

Mit ingenieurkarriere.de, dem Karriereportal der VDI nachrichten, finden Ingenieure schnell, einfach und effizient den passenden Job. Nutzen Sie jetzt Deutschlands größte Bewerber-Datenbank für Ingenieure: Tragen Sie Ihr Profil ein und Sie erhalten passende Angebote aus unserem großen Online-Stellenmarkt sowie direkte Anfragen von interessierten Unternehmen. Profitieren Sie von besten Berufs- und Karrierechancen, individueller Beratung durch Personalexperten und dem exklusiven ingenieurkarriere.de-Scheckheft mit attraktiven Vorteilsangeboten rund um die Karriere.

Kurzum: Nicht lange suchen. Sondern finden und gefunden werden!

Highspeed vor der Linse

SCHNELLE BILDER MACHEN DAS UNSICHTBARE SICHTBAR



Die Hochgeschwindigkeitskamera erfasst Prozesse im Mikrosekundenbereich.

Bitte recht freundlich!“ ist eine unnötige Aufforderung, wenn es um Bilder mit einer Hochgeschwindigkeitskamera geht. Schließlich werden hier die Aufnahmen im Mikrosekundenbereich gemacht; bevor die Mundwinkel oben sind, ist auch schon alles vorbei. Aber Menschen werden mit einer solchen Kamera ohnehin nicht fotografiert – am Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) von Prof. Matthias Kleiner wird sie zurzeit im Bereich der Hochgeschwindigkeitsumformung eingesetzt.

Seit Anfang des Jahres steht die Kamera in der Experimentierhalle des Instituts, um dort Prozesse festzuhalten, die mit bloßem Auge nicht zu erkennen sind. Finanziert wurde die Kamera von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Eigentlich ist es falsch, von der Kamera zu sprechen – tatsächlich besteht die Anlage aus einem 80 Kilo schweren Kasten, der aussieht wie ein überdimensionaler Diaprojektor und in dessen Inneren vier Kameras installiert sind. Jeder der einzelnen

Apparate macht zwei Aufnahmen, so dass insgesamt acht Fotos in circa zehn Mikrosekunden gemacht werden können. „Und eine Sekunde hat 1.000.000 Mikrosekunden“, verdeutlicht Dr. Alexander Brosius vom IUL die Dimension. Der Ingenieur setzt als Leiter der Arbeitsgruppe Hochgeschwindigkeitsumformung und -fügen die Kamera für seine Forschungen am Institut ein. Dass eine solche Kamera – mit einem Wert von immerhin rund 160.000 Euro – an einer Universität im Einsatz ist, sei zwar nichts Außergewöhnliches, im Bereich der Produktionstechnik allerdings schon, wie Brosius erklärt: „In der Luft- und Raumfahrttechnik sowie im Automobilbereich werden die Kameras zum Beispiel häufig eingesetzt.“ Insgesamt wurden bisher 23 dieser Kameras gebaut, wovon der überwiegende Teil in Deutschland im Einsatz ist.

Am IUL halten die Wissenschaftler unter anderem die elektromagnetische Blechumformung mit der Hochgeschwindigkeitskamera fest und machen sie sichtbar. Dabei wird eine Spule aus Kupferdraht ge-

formt und durch diesen ein sehr kurzer aber hoher Strom geschickt. Durch das so entstehende Magnetfeld wird das Blech in Spulennähe umgeformt – und das geschieht knapp unter Schallgeschwindigkeit: „Es gibt einen kurzen Knall, und dann ist schon alles vorbei“, beschreibt Brosius den Prozess, den man nicht wahrnehmen kann.

Und genau das ist das Problem, dem die Ingenieure am IUL gegenüberstehen: Es spielen in sehr kurzer Zeit sehr viele unterschiedliche Faktoren mit in den Prozess ein, die nur schwer zu beherrschen und vorauszusehen sind. Hier einfach zu experimentieren und an den über 25 relevanten Parametern zu drehen, wäre eine sehr kostspielige Möglichkeit. Denn die Spulen für die Umformungen müssen individuell je nach herzustellender Blechform gefertigt werden, das dauert ungefähr drei Wochen und kostet immerhin zwischen drei und zehntausend Euro.

Wenn dann etwas nicht funktioniert, ist das nicht nur ärgerlich, sondern auch teuer. Um also möglichst passende Spulen fer-

tigen zu können, simulieren die Mitarbeiter von Prof. Kleiner den Umformprozess in Vorfeld. In die von Brosius entwickelte Simulationssoftware fließen alle relevanten Daten ein, die eine Vorab-Darstellung des Prozesses möglich machen. „Das Magnetfeld ist allerdings nur sehr schwer darzustellen“, erläutert der Ingenieur die Schwierigkeiten der Simulation. Ein weiteres Problem ist, dass sich bei der Umformung im Mikrosekundenbereich jedes Material anders – nämlich fester – verhält als bei langsam ablaufenden Prozessen. „Das ist, als ob man mit der flachen Hand aufs Wasser haut: Macht man das sehr schnell, dann ist die Oberfläche sehr hart und man braucht viel Kraft, um die Hand durch das Wasser zu bewegen. Wenn man dagegen langsam draufhaut, geht das sehr viel einfacher“, veranschaulicht Brosius den Unterschied.

Um also exaktere Angaben über den Prozess zu erhalten, werden nun die Bilder der Hochgeschwindigkeitskamera ausgewertet, da sie die einzige Möglichkeit darstellen, die tatsächliche Umformung sichtbar zu machen. Die Bilder erscheinen direkt auf dem Monitor des Mess-PCs, der zu der Kamera gehört. Dort sehen die Wissenschaftler dann sofort, ob sie im entscheidenden Moment der Hochgeschwindigkeitsumformung auf den Auslöser gedrückt haben – und das richtige Timing zu finden ist bei so einem schnellen Vorgang nicht einfach. Doch den Umformprozess einfach langsamer zu gestalten, kann keine Alternative sein – es geht bei der Hochgeschwindigkeitsumformung nicht darum, Zeit zu sparen, sondern viele Prozesse wären langsamer gar nicht möglich. Denn würde langsamer umgeformt, könnten sich Unebenheiten im Bauteil bilden. Das führt einerseits natürlich zu einem erheblichen Qualitätsverlust, andererseits ist es aber auch eine Frage der Optik. Die so genannten »berührungslosen« Umformtechniken, also solche, bei denen kein direkter Kontakt zwischen Werkstück und Werkzeug stattfindet, eignen sich nämlich besonders für Bauteile, bei denen die Oberflächen besonders wichtig sind. Ein typisches Beispiel ist der Bereich der Autotür, über dem die Griffe befestigt sind. Diese Auswölbung im Blech gerät beim Aufschließen immer ins Blickfeld, soll also folglich möglichst makellos sein.

Stephanie Bolsinger

Big Business. Small Robot.

MOTOMAN-HP3 –
die neue Form der aktiven Robotergeneration.

Der MOTOMAN-HP 3 wurde speziell entwickelt, um Ihre Fertigungseffizienz zu steigern.

Sehr schnell und hochpräzise ist der 6-achsige Roboter bestens abgestimmt, um den hohen Anforderungen Ihres individuellen Arbeitsgebietes gerecht zu werden. Ob stehend, hängend, über Kopf oder geneigt, leicht erledigt der MOTOMAN-HP3 seine Aufgaben, wie Handhabung, Montage, Maschinen Be- und Entladung, Testen und Prüfen.

MOTOMAN-HP3 – die intelligente Lösung für Ihre Anforderungen von Heute und Morgen.



MOTOMAN-HP3

- sehr großer / aktiver Arbeitsbereich
- minimaler Störradius
- kompakte Bauart
- Montage stehend, hängend, über Kopf und geneigt
- Mediendurchführung vom Sockel bis zum Oberarm
- einsetzbar als Twin- oder Multi-Robot-System



MOTOMAN robotec GmbH

Zentrale: Kammerfeldstr.1 · D-85391 Allershausen · Tel. 0 81 66/90-0 · www.motoman.de
Vertriebsbüro Frankfurt: Im Katzenforst 2 · D-61476 Kronberg · Tel. 0 61 73/60 77 30







Die Wissenschaft vom Fußball

METIN TOLAN ÜBER PHYSIK BEIM RUNDEN LEDER

Der Experimentalphysiker Metin Tolan liebt populäre Themen. Die »Physik von Star Trek« oder »Die Wissenschaft hinter James Bond« sind legendäre Vorlesungen von ihm, mit denen er auch und gerade Nicht-Fachleute für seine Materie begeistern kann. Dass sich ein Physiker in Dortmund und dann noch im Jahr der Fußballweltmeisterschaft 2006 mit der »Wissenschaft vom Fußball« beschäftigt, ist deshalb kein Zufall...

Professor Tolan, warum beschäftigt sich ein Physiker überhaupt mit Fußball?

Ich stelle die Frage zurück: Wenn ein Spieler eine Bananenflanke schlägt, dann geht der Ball nicht aus Zauberei ins Tor, sondern da laufen viele physikalische Gesetze ab. Und dann muss man das beschreiben und berechnen können. Deswegen ist es gar nicht so überraschend, dass sich ein Physiker mit Fußball beschäftigt.

Sollten sich Physiker mehr für Fußball interessieren, damit er besser wird?

Ja, nur ändert das nichts daran, ob ein Spieler Talent hat oder nicht. Ein kleines bisschen kann es ändern, weil man eine Sache besser macht, wenn man sie besser versteht. Aber das ändert nichts daran, dass die Spieler erst mal sehr gut sein müssen. Sie können nicht aus einem blinden Spieler wie mir mit ein bisschen Physik plötzlich einen guten Fußballer machen.

Freuen Sie sich schon auf die Fußballweltmeisterschaft?

Logisch. Ich hätte mich noch mehr gefreut, wenn ich auch eine Karte in Dortmund bekommen hätte, aber ich habe eine Karte für ein Viertelfinalspiel in Hamburg, das ist schon mal nicht schlecht!

Inwieweit ist Fußball überhaupt ein Thema in der Physik und unter Physikern?

In der Physik ist es genauso wie in allen anderen Bereichen, dass wir hier Fußballfans haben – und zwar nicht zu knapp. Wenn man die Frage von der Warte aus betrachtet, inwiefern Fußball ein Thema für physikalische Forschung oder Lehre ist, muss ich sagen: Wir sind nicht gut genug, denn das kommt kaum vor. Obwohl wir natürlich nicht irgendwelche Steine berechnen, wenn wir irgendetwas durch die Luft werfen. Da nehmen wir einen Fußball, und schon sind die Studierenden stärker motiviert.

Der große Fußballmanager Rudi Asauer hat einmal gesagt, Fußball sei unberechenbar. Stimmt das?

Der Fußball als solches, jedes einzelne Spiel, ist unberechenbar. Da ist ja der freie Wille der Spieler, und deshalb kann alles passieren. Wenn man sich jedoch die sta-

Schuss und Tor: Physikalische Kräfte geben dem Ball den richtigen Dreh.



tistische Verteilung von Spielergebnissen in der Bundesliga ansieht, ist das hochinteressant. Die Zahl und Verteilung der Spiele, die mit einer bestimmten Tordifferenz enden – beim Unentschieden ist die Tordifferenz Null, bei einem 2:1 ist die Tordifferenz Eins, bei einem 4:1 Drei usw. – ist in einer professionellen Liga wie der Fußballbundesliga, aber auch der englischen »Premier League« oder der italienischen »Serie A«, nicht willkürlich, und zwar als Funktion der Spieldauer. Wenn Sie fragen, wie viele Spiele nach 15 und nach 30 Minuten usw. mit einem Tor Unterschied, also 1:0 oder 2:1, stehen – dann liegen die Mittelwerte aller 27.000 Spiele der 1. und 2. Bundesliga, die es bisher gegeben hat, auf vorher berechenbaren Kurven. Das ist äußerst überraschend. Und deswegen muss man in strengem Sinne sagen: Der Fußball ist sehr wohl berechenbar – allerdings alle Spiele gemeinsam und dann über viele Jahre. Das Einzelspiel ist nicht berechenbar!

Das Einzelspiel ist sehr vielen Zufallsfaktoren ausgesetzt...

Beim Fußball fallen wenig Tore. Und je weniger Tore fallen, desto stärker schlägt der Glücksfaktor zu. In der Bundesliga fallen im Durchschnitt nur drei Tore, und eine schlechtere Mannschaft hat durchaus die Chance, aus Versehen 1:0 zu gewinnen. Wenn in der Bundesliga pro Spiel im Schnitt 20 Tore fallen würden, dann wäre dies nicht der Fall, dann würde sich im Durchschnitt immer die bessere Mannschaft durchsetzen. Dann wäre etwa das Pokalspiel eines Regionalligisten gegen einen Bundesligisten völlig uninteressant.

Wollte man dafür sorgen, dass mehr Tore fallen, müssten beispielsweise die Tore größer sein, das wäre ein Gerechtigkeitsfaktor und die Mannschaft, die wirklich besser ist, würde häufiger gewinnen. Das wäre zwar gerecht, aber uninteressanter, weil es weniger Überraschungen gäbe. Das können sie mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung sofort belegen!

Also Gerechtigkeit kontra Spannung beim Spiel?

Genau. Ein Beispiel für eine äußerst gerechte Sportart ist Tennis. Dort werden so viele Bälle hin und her gespielt, dass sich am Ende tatsächlich der Bessere durchsetzt, und deswegen haben Sie da immer diese Federers, die über Jahre die Nummer Eins der Weltrangliste sind. Denn beim Ten-

nis sorgt bereits ein zehnpromittiger Leistungsunterschied zwischen zwei Spielern dafür, dass mit 90-prozentiger Wahrscheinlichkeit der Bessere von beiden gewinnt. Durch die vielen Ballwechsel wird ein kleiner Leistungsunterschied quasi verstärkt!

Nun wurde beim Tennis überlegt, ob man den Ball größer macht, damit er langsamer wird und die Ballwechsel länger werden? Was würde denn beim Fußball passieren, wenn man beispielsweise den Ball kleiner machen würde?

Dann würde also relativ das Tor größer werden. Wenn dadurch mehr Tore fallen, würde das Spiel gerechter werden – aber eben uninteressanter!

Also die Problematik von eben?

Ja. Der Punkt ist, dass man das Fußballspiel nicht dahingehend verändern sollte, dass mehr Tore fallen, sondern dass das Spiel flüssiger wird. Das hat man durch die Rückpassregel versucht: Der Torwart darf einen Rückpass ja nicht mehr mit der Hand aufnehmen. Das führt dazu, dass der Ball im Spiel bleibt, dass das Spiel insgesamt schneller und damit interessanter wird. Aber die durchschnittliche Torzahl in der Bundesliga ist nicht gestiegen!

Kommen wir noch mal auf die Physik. Welche Grundgesetze spielen beim Fußball eine Rolle?

Da ist ganz klar die Gravitation, aber wenn es nur die wäre, würde der Ball sich in einer Parabelform bewegen, und jeder Abschlag von einem Tor wieder im gegnerischen Aus landen.

Das zweite Grundgesetz ist die Bewegung unter dem Einfluss einer Reibungskraft, nämlich der Luftreibung. Die Luftreibung ist signifikant, sie sorgt dafür, dass der Ball, den Sie abschlagen, nicht hinter dem anderen Tor landet, sondern nur ungefähr bis zum Mittelkreis geht.

Die nächste Kraft, die eine Rolle spielt, ist der Wind. Er sorgt dafür, dass die Geschwindigkeit, mit welcher der Ball durch die Luft fliegt, sich relativ verändert. Das muss man bei der Luftreibung berücksichtigen. Ohne Luftreibung hätte der Wind übrigens gar keinen Einfluss.

Und das nächste, was eine Rolle spielt, ist, ob sich der Ball in der Luft dreht. Da entsteht die so genannte »Magnuskraft«, die nach einem Physiker namens Magnus benannt ist. Der hat herausgefunden, dass Bälle, die sich drehend durch Luft be-

wegen, abgelenkt werden.

Diese vier Einflüsse oder vier Kräfte muss man berücksichtigen, wenn man wirklich die Flugbahn eines Balls ausrechnen will!

Diese Magnuskraft hängt vom Spin des Balles ab?

Der Spin des Balles sorgt dafür, dass die Magnuskraft auftritt. Aber es spielt auch eine Rolle, wie schnell der Ball selber fliegt, denn sie ist um so stärker, je schneller der Ball sich bewegt, und je dichter das Medium ist, durch das sich der Ball bewegt, also in dem Fall die Luft. Anders ausgedrückt: Eine Bananenflanke funktioniert in Mexiko nicht so gut wie in Deutschland!

Weil dort die Luft dünner ist?

Ja. Die Bälle fliegen in Mexiko deutlich anders. Man weiß auch, dass die Nationalmannschaft von Bolivien extrem heimstark ist. Sie spielt in 3.000 Metern Höhe, und da fliegt ein Fußball deutlich weiter. Wenn unsere Spieler auf Plätzen in Meereshöhe gelernt haben, einen Pass über 40 Meter zu spielen, dann fliegt der in Bolivien vielleicht 43 Meter!

Das ist wirklich sichtbar?

Das ist absolut sichtbar, das können sie ausrechnen, das sind bestimmt drei bis vier Meter.

Kann man etwas wie die »Bananenflanke« physikalisch erklären?

Das ist nicht ganz so einfach. Sie finden häufig die Erklärung, dass wenn der Ball sich dreht, er auf der einen Seite die Luft mitzieht und sich auf der anderen Seite die Luft gegen die Strömungsgeschwindigkeit der Luft bewegt, so dass die Luft an den beiden Seiten des Balles mit unterschiedlicher Geschwindigkeit strömt. Das ist der so genannte »Bernoulli-Effekt«. Sie haben einen unterschiedlichen Druck auf beiden Seiten des Balles, was heißt, dass eine Kraft in die Richtung mit größerem Unterdruck wirkt. Und das wäre diese Ablenkung, die durch diese Geschwindigkeiten zustande kommt. Diese Erklärung bringen wir, wenn wir es nicht genauer erklären können. Sie ist nicht vollständig richtig, denn sie liefert eigentlich nur den Effekt. Wenn der Ball durch die Luft fliegt, spielen sich die wesentlichen Effekte in einer ungefähr zwei bis drei Millimeter dicken Luftschicht um den Ball ab.

Diese Grenzschicht, die den Ball umgibt, löst sich vom Ball ab, weil die Luft selber eine gewisse Zähigkeit hat. Und wenn

der Ball rotiert, dann löst sie sich asymmetrisch von ihm ab, also an der einen Seite etwas früher als an der anderen. Wenn sie sich asymmetrisch ablöst, führt das dazu, dass diese Luftschicht, diese Wirbel, die sich ablösen, einen Impuls nicht waagrecht hinter dem Ball bekommen, sondern beispielsweise einen leicht nach unten oder nach oben geneigten. Dieser Impuls hat eine Komponente in einer bestimmten Richtung. Nach Newton müssen sie dann »actio = reactio« anwenden, die Kraft muss in die andere Richtung zeigen – und das hat jetzt natürlich niemand verstanden, oder?!

Ähm, man muss versuchen, sich das vorzustellen...

Diese zweite Erklärung ist sehr, sehr schwierig. Alles, was mit turbulenten Strömungen in der Physik zu tun hat, ist extrem schwierig, ist nicht mehr mit Formeln darzustellen und wird in der Regel mit Supercomputern berechnet.

Wenn es um den Ball eine ziemlich dünne Grenzschicht gibt, dann spielt wahrscheinlich auch das Äußere des Balls eine Rolle, denn der ist ja nicht glatt!?

Das spielt die entscheidende Rolle. Der glatte Ball flattert – das kennt man vom Badestrand her. »Flattern« meint, dass er sich komisch nach links und rechts bewegt, da gibt es diesen Magnuseffekt in beiden Richtungen. Die Luftschichten können sich auch genau andersrum ablösen, wenn es zu einer Überschreitung der so genannten »kritischen Geschwindigkeit« kommt. Die »kritische Geschwindigkeit« ist die Geschwindigkeit, oberhalb derer kurioserweise der Luftwiderstand wieder abnimmt.

Normalerweise nimmt der Luftwiderstand eines Balles mit der Geschwindigkeit quadratisch zu. Wenn der Ball sich also doppelt so schnell bewegt, ist der Luftwiderstand viermal so groß. Das geht so bis zu einer bestimmten Geschwindigkeit. Wenn sie einen glatten Ball haben mit einer Geschwindigkeit von etwa 70 km/h, dann würde der Luftwiderstand kurioserweise wieder abnehmen. Denn oberhalb dieser kritischen Geschwindigkeit wird auch die Grenzschicht turbulent, dann kann sozusagen schnellere Luft in diese Grenzschicht eindringen. Diese turbulente Grenzschicht, die sich ablöst, löst sich dadurch später ab, und deswegen nimmt der Luftwiderstand ab. Das ist auch wieder relativ schwer zu verstehen.

Man muss jetzt versuchen, durch die Oberflächenbeschaffenheit des Balles zu verhindern, dass diese Luftwirbel sich schon früher ablösen vom Ball. Das schafft man dadurch, dass ein Fußball nicht glatt ist, denn ein glatter Fußball würde ja flattern. Nun könnte auch ein rauher Fußball flattern, das hängt sehr subtil von der Oberflächenbeschaffenheit ab. Heutzutage werden WM-Bälle im Windkanal getestet. Und das ist natürlich geheim, an die Daten komme ich nicht ran, das ist so was wie die »Coca Cola-Formel für den Fußball«.

Ein weiteres Phänomen oder eine weitere Zahl: Es sind zehn Spieler auf dem Feld. Hat das eine tiefere Bedeutung?

Man kann überlegen, dass es so etwas wie eine optimale Spielerzahl geben muss. Was ist ein interessantes Spiel, was empfindet der Zuschauer als interessant? Dann muss man zwei Zeiten berücksichtigen. Die eine Zeit ist die, die ein gegnerischer Spieler braucht, um – im Mittel wohlgemerkt – zu einem ballführenden Spieler zu kommen. Der mittlere Abstand zwischen zwei Spielern ist da wichtig und natürlich die Geschwindigkeit, mit der ein Spieler zu einem anderen läuft. Wenn diese Zeit und damit der Abstand zwischen zwei Spielern zu groß ist, wäre das Spiel langweilig, würde kein Spieler richtig angegriffen werden, gäbe es keine Zweikämpfe.

Auf der anderen Seite gibt es eine ganz bestimmte Zeit, um einen Ball anzunehmen, ihn zu kontrollieren, ihn weiterzuspielen, zu überlegen, was man jetzt macht. Diese Zeit darf nicht zu klein sein, sonst kommt kein geordnetes Spiel auf, und der Ball läuft wie bei einem Flipperautomaten durch die Reihen.

Betrachtet man diese beiden Zeiten, ist das Spiel optimal, bei dem beide Zeiten gleich sind, die Spieler nicht zu weit auseinander stehen, so dass es zu Zweikämpfen kommen kann, aber auch nicht zu dicht zusammen stehen, so dass sie noch geplante Aktionen machen können. Die optimale Zeit sind drei Sekunden pro Ballkontakt. Mal ist sie viel kürzer, mal ist sie viel länger, aber der Mittelwert sind drei Sekunden. Und wenn Sie jetzt diese drei Sekunden in Relation dazu setzen, wie groß dann der Abstand zwischen den Spielern im Mittel sein darf, damit ein gegnerischer Spieler in drei Sekunden zum ballführenden Spieler laufen kann, kann man daraus eine Formel gewinnen und ermitteln, wie

viele Spieler auf dem Platz stehen müssen, damit diese Drei-Sekunden-Regel erfüllt ist. Das sind ungefähr zehn.

Eine wahrscheinlich relativ leichte Frage: Kann ein Fußball schneller fliegen als der Fuß, der ihn getreten hat?

Manche Leute haben das Gefühl, dass es so was wie die Erhaltung einer Geschwindigkeit gibt: Wenn sich ein Ding in einer bestimmten Geschwindigkeit bewegt und gegen andere stößt, muss dieses andere Ding dann die gleiche Geschwindigkeit haben. Dass das nicht stimmen kann, merkt man, wenn ein sehr schwerer Gegenstand mit einem sehr leichten Gegenstand zusammenstößt. Hier ist der wesentliche Faktor, dass immer das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit eine Rolle spielt, der so genannte Impuls. Wenn die Masse des Fußes größer ist als die Masse des Balls, dann ist es ganz klar, dass der Ball sich schneller bewegen kann als der Fuß. Außerdem spielt noch die Hebelkraft des Beines eine Rolle. Deswegen ist die Antwort: Ja, und zwar deutlich schneller!

Haben Linkstreter im Spiel deshalb einen Vorteil?

Höchstens den Überraschungseffekt. Also ich persönlich bin ein Garnicht-Fußler, ich kann mit beiden Beinen nicht Fußball spielen, und das ist ein Nachteil!

Haben Sie einen Lieblingsverein?

Eigentlich habe ich zwei. Ich bin mein Leben lang VfB Stuttgart-Fan gewesen, und seitdem ich in Dortmund rund 200 Meter vom Stadion entfernt bin, muss ich sagen, dass ich der Borussia genauso die Daumen halte. Das geht so weit, dass ich mich am 13. März, als die beiden in Dortmund gegeneinander spielten, sogar neutral verhalten habe. Das hätte ich früher nicht gedacht, dass man sozusagen seinen Ursprungsliebblingsverein fast schon betrügen kann!

In Chemnitz helfen Ingenieure Eiskunstläufern. Sie analysieren deren Bewegungen, können das im Computer berechnen und sichtbar machen. Würde so etwas auch dem Fußball helfen, wenn man ihn stärker auch von der Physik her analysieren würde?

Da wäre meine klare Antwort: Ja. Nur muss man es mit voller Konsequenz und professionell tun. Wenn ich das als Hobby mache, könnte ich das gar nicht leisten.

Das Interview führte Joachim Hecker.

- Ob für Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten – KNF Neuberger bietet ein breites Angebot an Pumpen und Systemen.
- Für unverfälschtes Fördern, Dosieren, Komprimieren und Evakuieren. Als OEM- oder tragbare Ausführungen.
- Mit einem variablen Produktprofil für kundenspezifische Lösungen.

Membranpumpen- technologie vom Feinsten...

... für anspruchsvolle
Anwendungen
z.B. in den Bereichen:

- Medizintechnik
- Analysetechnik
- Verfahrenstechnik
- Lebensmitteltechnik
- Reptechnik
- Energietechnik
- Forschung



KNF Neuberger GmbH ■ Alter Weg 3 ■ D 79112 Freiburg
Tel. 07664/5909-0 ■ Fax 07664/5909-99 ■ E-Mail info@knf.de

www.knf.de

CARTEC Technologiezentrum LIPPSTADT

- ⇒ Konferenz- u. Besprechungsräume für 14 - 200 Personen
- ⇒ Büroflächen ab 15 m²
- ⇒ Empfangsservice
- ⇒ moderne Kommunikations-
infrastruktur

**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



2.000 Stunden nonstop.
276 Millionen Umdrehungen.
200.000 Kilometer.
0 Pannen.
TÜV-geprüft.



Wilo steht für Ingenieurtechnik in erstklassiger deutscher Tradition. Um unseren hohen Qualitätsstandard aufrecht zu erhalten, unterziehen wir unsere Pumpen strengsten Prüfzenarien. So durchlaufen sie in einem Endurance-Test 276 Millionen Umdrehungen. Damit könnte man eine Strecke von 200.000 Kilometern zurücklegen: sprich, 55 Mal die ganze Route 66. Und nur bei fehlerfreiem Ergebnis gelangen sie zu unseren Kunden. Perfekt? Wir nennen das Pumpen Intelligenz.



WILO

Pumpen Intelligenz.



Unmessbares messen

MARKETINGFORSCHER NUTZEN METHODEN DER PSYCHOLOGIE

Wie einfach forscht es sich doch als Naturwissenschaftler! Ein Chemiker kann genau abmessen, wie viel Flüssigkeit in seinem Reagenzglas schwimmt. Ein Biologe kann beobachten, wie lange seine Fruchtfliege lebt. Was aber, wenn statt Fruchtfliegen Gefühle und Einstellungen erforscht werden sollen? Mikroskop und Messlatte helfen da kaum weiter. Wie soll man in Zahlen ausdrücken, was nicht einmal sichtbar ist?

Unmessbares messen – das ist das Spezialgebiet von Prof. Hartmut H. Holzmüller. An seinem Lehrstuhl für Marketing an der wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Fakultät werden Meinungen und Einstellungen zu Zahlen und Indizes. „Ich könnte herausfinden, wie stolz Sie auf Dortmund sind und den Grad des Stolzes einem Index zuordnen“, sagt Holzmüller. Dabei hilft dem Betriebswirt, der auch Psychologie studiert hat, die Psychometrie – ein psychologische Verfahren, um zum Beispiel Persönlichkeitseigenschaften oder Intelligenz zu messen. „Psychometrie will

messen, was Menschen dazu treibt, Dinge zu tun. Wir haben die Methode fürs Marketing ausgeweitet und deutlich weiter entwickelt“, sagt Holzmüller. Dabei steht dem Psychologen sein Mitarbeiter, der Statistiker Patrick Lentz zur Seite. Als Grenzgänger zwischen Marketing und Statistik kümmert sich letzterer überwiegend um Auswertung und Analyse der von Holzmüller entwickelten Fragestellungen.

Obwohl man Dinge wie den Stolz auf eine Stadt weder sehen noch abmessen kann, findet Holzmüller, dass sich seine Ergebnisse in punkto Genauigkeit und Zuverlässigkeit durchaus mit denen in den Naturwissenschaften messen können. „Die Naturwissenschaftler geben sich auch nur den Anschein, dass sie exakt sind“, behauptet er. Schon das Ablesen einer Flüssigkeitsmenge im Reagenzglas habe es in sich – schließlich sei das Messergebnis abhängig von Raumtemperatur und Luftdruck. Warum sonst, fragt er, berechnet der deutsche Ingenieur, wie stark ein Träger in einem Gebäude sein muss – und gibt am Ende, sicher ist sicher, noch einmal 100 Prozent dazu? Warum müssen Autos, die ent-

wickelt wurden, überhaupt noch getestet werden? „Weil es halt im Detail auch nicht immer stimmt. Wir sind also um keinen Deut besser oder schlechter, wenn wir uns mit unmessbaren Dingen wie Zufriedenheit oder Stolz beschäftigen.“

Nicht nur im Ingenieurwesen, auch in der Betriebswirtschaft müssen die Ergebnisse zuverlässig sein. Schließlich fällen Unternehmen nicht selten wichtige Strategie-Entscheidungen anhand von Daten, die mit psychometrischen Methoden erhoben wurden. So hat schon mal eine Diplomarbeit an seinem Lehrstuhl für eine Entlassung gesorgt, berichtet Holzmüller: Die Diplomandin hatte bei der Kundenbefragung für einen Lebensmittel-Großhändler Schwachstellen in der Vertriebsabteilung aufgespürt. Das Unternehmen hat daraufhin seine Logistik neu aufgestellt.

Ob die Ergebnisse zuverlässig sind, prüfen die Forscher mit Validitäts- und Reliabilitätstests. Während letzterer überprüft, ob beim Messen selbst ein Fehler unterlaufen ist, misst der Validitätstest, ob man überhaupt das gemessen hat, was man zu messen glaubt – wiederum eine Schwie-



Hartmut H. Holzmüller beschäftigt sich mit »unmessbaren« Dingen.

rigkeit, die Chemiker nicht haben. Was sich in ihrem Reagenzglas befindet, lässt sich in der Regel zweifelsfrei herausfinden. Um jedoch einem Zustand wie Zufriedenheit auf die Spur zu kommen, müssen sich die Marketing-Spezialisten etwas einfallen lassen – in der Regel eine Batterie an Fragen. Aus den Antworten der Befragten schließen die Forscher dann auf Zufriedenheit. „Wenn wir testen wollen, ob unsere Fragen etwas taugen, dann nehmen wir eine Gruppe, von der wir annehmen, dass sie mit einem Produkt zufrieden ist. Zum Beispiel eine Familie, die in dritter Generation VW fährt. Dann gehen wir zu einer Familie, die in dritter Generation Opel fährt und befragen sie ebenfalls zum Golf. Wenn mit dem gleichen Instrument deutlich unterschiedliche Ergebnisse herausgekommen, haben wir einen klaren Beleg für die Validität“, erklärt Statistiker Patrick Lentz.

Das Spannende an Holzmüllers Forschungsgebiet ist die Bandbreite, in der er seine psychometrischen Verfahren einsetzen kann. Zurzeit forscht er für eine Baumarkt-Kette aus Dortmund. Dessen Unternehmensspitze will durch das Marketing-Team der Universität Dortmund prüfen lassen, welches Image der Baumarkt bei den Kunden hat - und ob dieses Image mit dem Bild übereinstimmt, dass man vermitteln will. „Ein Unternehmens-Leitbild zu haben ist sehr gut“, sagt Holzmüller: „Es nutzt aber überhaupt nichts, wenn Baumarkt-Kunden

davon nichts bemerken und selbst Mitarbeiter nichts davon wissen.“ Am Telefon und in den Märkten werden also Baumarkt-Kunden befragt.

So zuverlässig die Psychometrie auch ist – genau vorherzusagen lässt sich nie, wie Kunden reagieren und warum sie sich wie entscheiden. „Es gibt eine Fülle von Einflussgrößen, die das Handeln bestimmen“, sagt Holzmüller: „Wir können nur einzelne Faktoren messen. Dazu kommt aber immer noch Unberechenbares wie die tägliche Stimmungslage – manchmal hat man gute Laune und will etwas Neues ausprobieren, ein anderes Mal hat man Zeitdruck und will schnell wieder aus dem Laden. Diese situativen Faktoren interessieren uns nicht.“

Den Marketing-Experten geht es um grundsätzliche Konstanten – also zum Beispiel die Images, die verschiedene Konsumenten von Joghurts haben. Oder von Marmelade. „Es gibt Milieus, die konsumieren vier Mal so viel Marmelade wie andere. Sie legen mehr Wert aufs Frühstück, halten die Familie hoch und versammeln sie gerne an einem Tisch. Wenn ein Unternehmen so etwas weiß, kann es das in der Marketing-Planung sehr schön einsetzen“, sagt Patrick Lentz. Was den Unternehmen zugute kommt: Ist der Kunde ein Mal mit einem Produkt zufrieden, wird er es in der Regel auch bleiben. Hier meldet sich wieder Holzmüller, der Psycho-

loge: „Zufriedenheit ändert sich nicht spontan“, sagt er. „Wir haben Konstanzmechanismen eingebaut und versuchen, unser Zufriedenheitsniveau zu halten. Wir wollen uns nicht jeden Morgen neu konfigurieren, sondern haben eine Struktur, die wir beibehalten wollen.“ Was passieren muss, damit es dem Kunden wirklich einmal reicht und er fortan zur Konkurrenz geht, untersucht Patrick Lentz gerade im Rahmen seiner Dissertation.

Sogar Ergebnisse aus der Sportpsychologie lassen sich für die Marketing-Forschung nutzen. Holzmüller lehrte noch in Wien, als entdeckt wurde, warum manche Sportler, die im Training beste Leistungen erbringen, im Wettkampf verlieren – und anders herum einige Sportler erst unter dem Druck des Wettkampfes leistungsfähig werden. Die klassische Erklärung dafür lautete bislang: Die »Trainings-Weltmeister« haben halt ein dünnes Nervenkostüm. „Das war aber gar nicht der Fall. Man konnte nachweisen, dass einige der Favoriten an Sehschärfe verlieren, wenn sie unter Druck stehen. Das war natürlich spannend: Man verliert tatsächlich körperliche Fähigkeiten.“ Auf Marketing übertragen wurde daraus die Frage: Verlieren Konsumenten unter Stress und Belastung auch die Fähigkeit, Produkte auseinander zu halten? „Wir haben das in einem Fitnessstudio mit Hausfrauen getestet“, erinnert sich Holzmüller. „Wer einen Puls über 120 hatte, füllte einen Fragebogen aus. Wir fanden heraus, dass Konsumenten tatsächlich eine Art Tunnelblick entwickeln. Unter Belastung werden die Produkte ähnlicher. Der Vorstellungsraum engt sich ein. Es verschwimmt alles.“ Wozu Unternehmer solche Ergebnisse nutzen können, liegt auf der Hand: Beim Einkaufen sollte der Konsument von Stressfaktoren weitgehend verschont werden. Breite Gänge und entspannte Musik im Supermarkt sind einige der Konsequenzen.

Zuletzt beschäftigte sich Holzmüller mit Klimaforschung – aber nur im übertragenen Sinn. Bei dem Projekt der DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) ging es um die Auswirkung eines Marktklimas auf das Verhalten von Konsumenten, spe-

ziell um die Beziehung zwischen Versicherungen und Versicherten. Da sehe es reichlich düster aus, sagt Holzmüller: „Der durchschnittliche Deutsche hält von der ganzen Branche rein gar nichts. Die vorherrschende Meinung ist: Die bauen ihre Glaspaläste, und wenn's darauf ankommt, zahlen sie sowieso nicht.“ Andererseits hat fast jeder Deutsche mehrere funktionierende, langfristige Beziehungen gleich zu mehreren Versicherungsgesellschaften. Wie passt das zusammen? Tatsächlich, fand Holzmüller heraus, schaffen es die Deutschen ganz gut, zwischen der eigenen, als fair eingeschätzten Versicherung und der »bösen Branche« als solcher zu trennen. „Je schwärzer Konsumenten die ganze Branche sehen, desto treuer sind sie ihrem Versicherungsunternehmen. Der Grund ist klar: Wenn ich das Gefühl habe, von lauter Schurken umgeben zu sein und dann eine Versicherung finde, mit der ich zufrieden bin, dann wechsele ich nicht so schnell.“ Das bedeutet: Es kann dem einzelnen Versicherungsunternehmen sogar ganz recht sein, dass die Branche ein Gewitter umwölktes Image hat. Je schlechter, desto besser – für das einzelne Unternehmen. Dass die Versicherungswirtschaft versucht, ihr Image zu verbessern, ist aus Holzmüllers Sicht daher kontraproduktiv.

Die Aus- und Wechselwirkungen solcher Branchen-Images – also des Marktklimas – haben es Holzmüller angetan. Vier Zustände prägen nach Holzmüller ein

Marktklima, und sie bauen aufeinander auf: Die Zufriedenheit eines Kunden mit einem Produkt oder einer Dienstleistung führt zu Vertrauen führt zu Wertschätzung führt zu Loyalität, der höchsten Stufe. Loyalität ist dann erreicht, wenn Kunden einer Marke nicht nur treu sind, sondern sogar bereit, sie weiter zu empfehlen und wenn ein Wechsel zu einer anderen Marke eine unangenehme Umstellung bedeutete. „Loyalität ist das Ziel. Wenn die Telekom weiß, dass 60 Prozent ihrer Kunden ununterbrochen nach Schnäppchen gucken und weg sind, wenn sie eins entdeckt haben, dann ist das ein Alarmsignal“, sagt Holzmüller. Neu und für die Wirtschaftswissenschaftler interessant war dabei, dass Zufriedenheit auch direkt zu Loyalität führen kann, ohne einen »Umweg« übers Vertrauen zu nehmen. Andererseits entsteht Loyalität auch durch ein reines Vertrauensverhältnis – selbst wenn der Kunde unzufrieden ist.

Holzmüllers Neugier war geweckt: Gilt das auch für Branchen, über denen – um in der Sprache der Klimaforschung zu bleiben – ständig dunkle Wolken hängen? Branchen, in denen sich der Durchschnittsbürger von Haien umzingelt und über den Tisch gezogen fühlt? Und, noch spannender: Gibt es in dieser Frage internationale Unterschiede? Um das herauszubekommen, ließen Holzmüller und Lentz Deutsche und US-Amerikaner Fragebögen ausfüllen, in denen sie allgemeine Aussagen zur (im allgemeinen schlecht beleu-

mundeten) Kreditbranche in sieben Stufen ablehnen oder akzeptieren konnten. „Die meisten Kreditinstitute bemühen sich besonders darum, verärgerte Kunden zufrieden zu stellen“, lautet etwa eine der Aussagen, denen die Befragten in verschiedenen Abstufungen zustimmen oder sie ablehnen können. Aus dem Antwortverhalten bildeten die Forscher vier Konsumenten-Klima-Gruppen, passend zu der Vorstellung, die sie sich von der Branche machen: »dunkel«, »stürmisch«, »wolkig« und »sonnig«. „Die Leute, die im Dunkeln leben, sind mit ihrem Unternehmen weniger zufrieden, haben aber Vertrauen. Bei ihnen führt der Weg zur Loyalität also nur übers Vertrauen.“ Wüsste ein Unternehmer, welchen Kundentyp er gerade vor sich hat, könnte er diesen Kunden besser bedienen, meint Holzmüller. „Bei dem sonnigen Typ, der ganz zufrieden ist, muss ich darauf achten, auch Vertrauen aufzubauen. Und wer in einer dunklen Vorstellungswelt lebt – meist sind das ältere Menschen, darunter viele Männer – den muss ich zufrieden machen.“

Wer nun vermutet hätte, dass die Deutschen die Pessimisten in Holzmüllers interkultureller Vergleichsstudie sind, hat sich geirrt. Nur 15,8 Prozent der Deutschen nehmen die Branche als dunkel wahr - aber 26 Prozent der US-Amerikaner. Dagegen sieht jeder fünfte Deutsche die Lage recht sonnig - aber nur jeder zehnte Amerikaner.

Katrin Pinetzk



Ganz gleich, wo Sie Ihre Ideen bekommen, wir machen sie wirklich.

Mit dem IT-Gründungswettbewerb in wenigen Monaten von der Idee zur erfolgreichen Gründung. start2grow begleitet und unterstützt Sie auf Ihrem Weg in die Selbstständigkeit. Wir bieten Ihnen:

- optimalen Know-how-Transfer und ein umfassendes Coaching-Konzept,
- das start2grow-Netzwerk mit über 600 Experten und Expertinnen,
- sehr hohe Geld- und Sachpreise.

START AB 2. MAI 2006 - JETZT INFORMIEREN UND ANMELDEN!

www.start2grow.de



Dieses Projekt wird gefördert durch die Europäische Union



Eine Initiative des dortmund-project.

Wenn Kinder plötzlich schweigen

SELEKTIVER MUTISMUS – EIN HÄUFIG UNERKANNTES PHÄNOMEN



Marvin während einer Sitzung mit seiner Therapeutin Kertsin Bahrfeck-Wichitill.

Marvin ist ein fröhliches, aufgewecktes Kind, doch manchmal erstarrt er plötzlich wie eine Wachfigur. Im Kindergarten versteckt er sich stundenlang hinter seinem Kuschelkissen und sagt kein einziges Wort. Nicht nur Fremde verunsichern den Sechsjährigen, sogar die Großeltern ernten auf einmal ängstliche Blicke. Experten des Sprachtherapeutischen Ambulatoriums an der Universität Dortmund erkannten, dass der kleine Junge unter Selektivem Mutismus leidet. Kein seltenes Phänomen.

Etwa eines von 1.000 Kindern ist davon betroffen. „Die Zahl steigt, vor allem bei Mi-

granten und sozial benachteiligten Kindern“, sagt Prof. Nitza Katz-Bernstein über die ungewöhnliche Kommunikations- und Angststörung. „Nur mit Engelsgeduld und Phantasie kann man Kontakt zu mutistischen Kindern aufnehmen“, weiß die Leiterin des Ambulatoriums aus jahrelanger Erfahrung. Mutismus (zu lat. mutus = stumm, schweigend) ist eine seelisch bedingte Stummheit. Die Betroffenen kommunizieren nur noch mit bestimmten Personen oder in speziellen Situationen. Sie unterdrücken teilweise selbst Geräusche wie das Niesen und Husten.

Marvins Rückzug in die Stille begann, als er drei Jahre alt war. Der Kinderarzt hielt das

Verhalten für eine Trotzphase, die es auszusitzen galt. Eine Phase, die allerdings kein Ende nahm. Nur mit seinen beiden Schwestern und den Eltern kommunizierte der kleine Junge ganz unbefangen. Die Familie war ratlos. „Für mich war klar, dass da etwas nicht stimmt“, erinnert sich die Mutter. Über das Internet wurde sie schließlich auf das Sprachtherapeutische Ambulatorium aufmerksam. Hier wurde eine spezielle Therapie entwickelt, die Marvin seit fast zwei Jahren einmal pro Woche besucht.

Nach fünf Monaten gelang der Durchbruch: Der Junge, der anfangs beharrlich geschwiegen hatte, sprach mit der Therapeutin Kerstin Bahrfeck-Wichitill. Wichtige Brücken baute »Schnecki«, eine kleine Handpuppe, die anfangs genauso unsicher war und sich oft in ihr Schneckenhaus zurückzog. So lernte Marvin, dass auch andere ein Bedürfnis nach Abgrenzung haben und seine Scheu akzeptieren. Er fühlte sich verstanden. Für ihn ist die Therapie wie ein Besuch. „Ich fahre zu Schnecki“, sagt er zu seinen Schwestern. „Und wenn die Stunde einmal ausfällt, ist das schon fast eine kleine Katastrophe“, erzählt seine Mutter. Sie ist froh, dass ihr Kind den Kreis seiner Vertrauten langsam erweitert. „Er hat nie geschrien oder geweint. Es war schlimm, das mit anzusehen.“

Wenn Marvin nach Dortmund kommt, beobachtet er wachsam, mit ernstem Blick das Geschehen im Flur der Einrichtung und unterhält sich dabei mit seiner Mutter. Noch vor einem Jahr konnte er hier nur flüstern. Und vermochte nicht zu erklären, warum. Heute sagt er manchmal: „Ich traue mich nicht.“ Ein Zeichen dafür, dass die imaginäre Wand aus Glas, die ihn bisweilen umgibt, erste Risse bekommt.

Die Betroffenen sind gefangen in einem Kreis aus Ohnmacht, Verunsicherung und Verzweiflung. Neueste Befunde zeigen, dass bei Mutisten die Sprachvorgänge blockiert sind: Das limbische System, das Flucht oder Angriff steuert, befindet sich in einem Alarmzustand und zugleich sind die Sprachzentren gelähmt. Für das schweigsame Verhalten gibt es laut Prof. Nitzka Katz-Bernstein unterschiedliche Ursachen: Trennungsgänge (i.d.R. von der Mutter) beim Übergang in den Kindergarten oder die Schule, die Angst vor der eigenen Stimme und ihrem Klang und selten steckt dahinter ein Trauma, z.B. nach Unfällen oder Kriegs- und Gewalterfahrungen. Manchmal kann es auch eine Trotzreaktion sein. „Doch eigentlich ist das Schweigen keine freie Entscheidung“, unterstreicht Professorin Katz-Bernstein.

Das Sprachtherapeutische Ambulatorium gehört zum Zentrum für Beratung und Therapie der Fakultät Rehabilitationswissenschaften. Es ist zugleich eine spezialisierte Forschungsstelle – im Bezug auf Mutismus in dieser Form einmalig an einer Universität im deutschsprachigen Raum. Hier werden neue Therapieformen entwickelt und unter der fachlichen Leitung und Supervision von Dr. Katja Subellok vermittelt. Durch einen Einwegspiegel können Studierende die Betreuung unmittelbar beobachten und lernen dadurch viel über seltene Phänomene. Zu einigen von ihnen hat Marvin bereits spielerisch Kontakt geknüpft. Gerade wettet er mit Susanne, wer länger mucksmäuschenstill sein kann. Susanne verliert, denn sie muss plötzlich lachen.

30 Kinder kommen regelmäßig zur Therapie, darunter sieben, die unter Selektivem Mutismus leiden. Das Jüngste ist viereinhalb Jahre. Die Warteliste ist lang, und des-

halb versuchen die Dortmunder Expertinnen, Hilfe zur Selbsthilfe zu geben. Sie kennen die Verzweiflung der Betroffenen. Bei Informationsabenden für Lehrer und Eltern wird erklärt, wie schweigende Kinder verstanden und unterstützt werden können. Ein Warnsignal ist, wenn die anfängliche Zurückhaltung im Kindergarten nach drei Monaten nicht überwunden ist. Dann sollten Eltern einen Spezialisten aufsuchen.

info

Das **Sprachtherapeutische Ambulatorium** wurde 1984 gegründet und ist seit 1999 Teil des Zentrums für Beratung und Therapie (ZBT). Es handelt sich um eine universitäre Institution, in der Therapien für Kinder, Jugendliche und Erwachsene mit Sprachauffälligkeiten, Sprachstörungen und Sprachbehinderungen durchgeführt werden. Zu den Schwerpunkten gehört die Arbeit mit mutistischen und stotternden Kindern.

ERFOLGSFAKTOR



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.

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



Nitza Katz-Bernstein und Katja Subellok helfen mutistischen Kindern.

„Häufig wird Mutismus nicht erkannt oder Eltern und Lehrer geben zu früh auf. Mindestens anderthalb Jahre dauert eine behutsame Therapie, die Erfolgsquote liegt dann bei fast 80 Prozent“, sagt Katz-Bernstein und betont: „Ohne Therapie wird ein Stück Sozialisation verpasst, das nicht nachgeholt werden kann. Aus den stillen Kindern entwickeln sich verschlossene, schweigsame Menschen.“ Manche sprechen bis ins Erwachsenenalter hinein kein einziges Wort.

Es gibt viele Wege, mit Mutisten Kontakt aufzunehmen, fernab von falschem Druck durch Drohungen wie „Nun sprich doch endlich, sonst ...“. Vierwöchige Klinikaufenthalte bringen oft nur kurzfristige Erfolge, und auch die alleinige Behandlung mit Medikamenten ist umstritten. Viel wichtiger ist es, Vertrauen aufzubauen und in kleinen Schritten einen Weg aus der Sprachlosigkeit zu finden. Dabei helfen klare Aufgaben wie das Versprechen, beim nächsten Bäckerbesuch die Brötchen ganz allein zu kaufen. Nitza Katz-Bernstein hat es sogar erlebt, dass ein Kind bis zum Ende der Therapie nicht direkt mit ihr gesprochen hat. Wichtig war jedoch, dass es mit allen an-

deren wieder kommunizierte und auf das Angebot einging, das Schweigen bei der Sprachtherapeutin zu deponieren. Knackpunkte sind meist die Übergänge in ein anderes soziales Umfeld. Für Marvin ist die Einschulung im Sommer Herausforderung und Chance zugleich. Schon jetzt bereitet ihn die Therapeutin Kerstin Bahrfeck-Wichitill spielerisch darauf vor. Sie lösen kleine Hausaufgaben und hecken Streiche aus. In der Grundschule ist ein Neuanfang möglich, denn dort kennen ihn die anderen nicht als schweigendes Kind. Mit Unterstützung des Ambulatoriums wird Marvin vielleicht ein Schüler sein, der einfach nur etwas ruhiger ist als die anderen.

Seine Kindergartengruppe hat akzeptiert, dass er nur selten mit anderen spricht. Doch mittlerweile tut er das nicht mehr nur in einem Geheimversteck. Erfolgserlebnisse bestärken Marvin, seine Familie und die Therapeutinnen darin, auf dem richtigen Weg zu sein: Vor kurzem war Marvin bei einer Mutter-und-Kind-Kur: Er hat dort mit allen Gleichaltrigen gesprochen und gespielt – ohne sich hinter seinem Kuschkissen zu verstecken.

Katrin Braun

info

Neu erschienen: Nitza Katz-Bernstein: Selektiver Mutismus bei Kindern. Erscheinungsbilder, Diagnostik, Therapie. München 2005. ISBN: 3-497-01754-X

Kontakt: Prof. Nitza Katz-Bernstein und Dr. Katja Subellok, Sprachtherapeutisches Ambulatorium im Zentrum für Beratung und Therapie der Universität Dortmund, E-Mail: spramb@pop.uni-dortmund.de

Im Internet: www.mutismus.de (Selbsthilfeforen mit zahlreichen Informationen, u.a. Lebenswege Betroffener)

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 Hebetechnik. Im Herzen Europas für ABUS Kunden in aller Welt.

Fordern Sie jetzt den neuen ABUS Film an. Auf CD-ROM oder DVD.

ABUS Wir bewegen etwas.
Kransysteme

ABUS Kransysteme GmbH · Postfach 100162 · 51601 Gummersbach · Telefon 02261 37-0 · Telefax 02261 37-247 · www.ABUS-Kransysteme.de



Ihre Energie ist unser Antrieb.

Energie, Einsatzfreude und Engagement unserer rund 87.000 Mitarbeiter haben uns international ganz weit nach vorne gebracht. Am Ziel sind wir noch lange nicht. Freuen Sie sich auf ein Unternehmen, das mit seiner Energie Menschen und Märkte bewegt. Und auf berufliche Herausforderungen, die Ihnen alle Chancen bieten, Ihre Dynamik in Berufserfolg umzusetzen.

Verstärken Sie eines der größten Energieunternehmen Europas.

Ein erster Schritt in die richtige Richtung.

Als interner Dienstleister mit knapp 3.000 Mitarbeitern trägt die RWE Systems AG entscheidend zum Erfolg des Konzerns bei. Ihr breites Angebot an maßgeschneiderten Dienstleistungen ist in sieben Sparten gebündelt. Allen gemeinsam ist ein hohes Maß an Innovationsfreude und konsequenter Kundenorientierung.

- Konzerneinkauf/Kreditorenrechnung
- Informationstechnologie und Managementberatung
- Infrastruktur-Dienstleistungen
- Personaldienstleistungen
- Immobilien
- Revision
- Datenschutz

Die Chancen sind so vielfältig wie die Aufgaben.

RWE Systems

RWE Systems AG • Flamingoweg 1 • 44139 Dortmund • personalmarketing.systems@rwe.com • www.rwe.com





Die Kunsthistorikerin Barbara Welzel vermittelt Historie an konkreten Monumenten.

Eine eindrucksvolle mittelalterliche Historie ist nicht unbedingt die erste Assoziation, die man mit der Stadt Dortmund verbindet. Doch dass die Geschichte der Westfalenmetropole mehr Facetten zu bieten hat als nur Kohle, Stahl, Bier und Fußball, davon ist die Dortmunder Kunsthistorikerin Barbara Welzel überzeugt. Und dieser Überzeugung lässt sie auch Taten folgen: „Zu meinem Selbstverständnis als Wissenschaftlerin gehört es, dass ich neben der aktiven Forschung diese auch in eine breite Öffentlichkeit vermitteln will und vermitteln kann!“

Das Können und das Wollen bestätigt die agile Kunstgeschichtsprofessorin bei jedem ihrer öffentlichen Vorträge, sei es zur lebendigen Geschichte der Dortmunder Stadtkirchen, sei es zur Kunst in der mittelalterlichen Stadt. Mit eindringlicher Gestik und einem profunden, weit über die Grenzen der eigenen Disziplin hinausgehenden Detailwissen lässt sie Geschichte lebendig werden. Lebendig und nachvollziehbar an Orten, die eigentlich jedem zugänglich sind und zu denen in der Westfalenmetropole mehr und mehr Menschen Zugang finden. Denn „erst dadurch, dass wir die Historie an konkrete Monumente anbinden, anstatt Geschichte verbal zu rekonstruieren, haben wir eine breite Öffentlichkeit gefunden –

Kulturgeschichte erschließen

BARBARA WELZEL BRINGT DORTMUND
DIE EIGENE VERGANGENHEIT NÄHER

zur person

Prof. Dr. Barbara Welzel, geboren 1961, studierte Kunstgeschichte, Philosophie und Musikwissenschaft in Bochum und Berlin, wo sie 1989 promovierte. Schon während des Studiums war sie in der Museumspädagogik, Erwachsenenbildung und Lehrerausbildung tätig. Nebenbei hielt sie Führungen an den Berliner Museen (war noch nicht Bundeshauptstadt...). Im Rahmen ihres Volontariates im Kupferstichkabinett und an der Gemäldegalerie der Staatlichen Museen in Berlin war sie maßgeblich beteiligt an der Konzeption und Realisierung der Ausstellung „Rembrandt. Der Meister und seine Werkstatt“, die 1991 bis 1992 in Berlin, Amsterdam und London gezeigt wurde. Von 1991 bis 1998 war Welzel Wissenschaftliche Assistentin am Kunstgeschichtlichen Institut der Philipps-Universität Marburg. 1997 erfolgte die Habilitation zum Thema „Der Hof als Kosmos sinnlicher Erfahrung – Sammlungsgeschichte und Hofkunst am Brüsseler Hof am Beginn des 17. Jahrhunderts. Nach Lehraufträgen, Redakteurstätigkeit und verschiedenen Vertretungs- und Gastprofessuren erhielt sie 2001 einen Ruf auf den Lehrstuhl für Kunstgeschichte an der Universität Dortmund.

und nicht nur das Feuilleton-Publikum!“ Die Vermittlung ist der Wissenschaftlerin in ihrer Beschäftigung mit Kunstgeschichte wichtig. Insofern »passt« ihre Stelle in Dortmund, sie sieht ihre Professur in der Lehrerbildung keineswegs als Professur zweiter Klasse im Schatten »klassischer« kunstgeschichtlicher Institute: „Ich hab schon während meines Studiums viel Kunst durch Führungen und Vorträge vermittelt, diese Kommunikation mit einer breiten Öffentlichkeit und nicht nur mit der Fachwelt war für mich von Anfang an wichtig.“

Die Dortmunder Geschichte war für Barbara Welzel dabei keine unbekannte Größe, die meisten Objekte kannte sie aus ihrer Studienzeit in Bochum und Berlin. „Ich wusste, dass sie hier sind und als ich hierher kam, hab ich sie mir genau angeschaut und besser kennen gelernt.“

Dennoch gestaltet sich die Situation in der Westfalenmetropole nicht einfach. Im Kerngebiet sind es weitestgehend nur die vier Innenstadtkirchen, die als Trägerinnen der Geschichte dienen müssen, quasi doppelt codiert als Gotteshäuser und als Kulturdenkmäler, wo sie auch Trägerinnen politischer Geschichte sind.

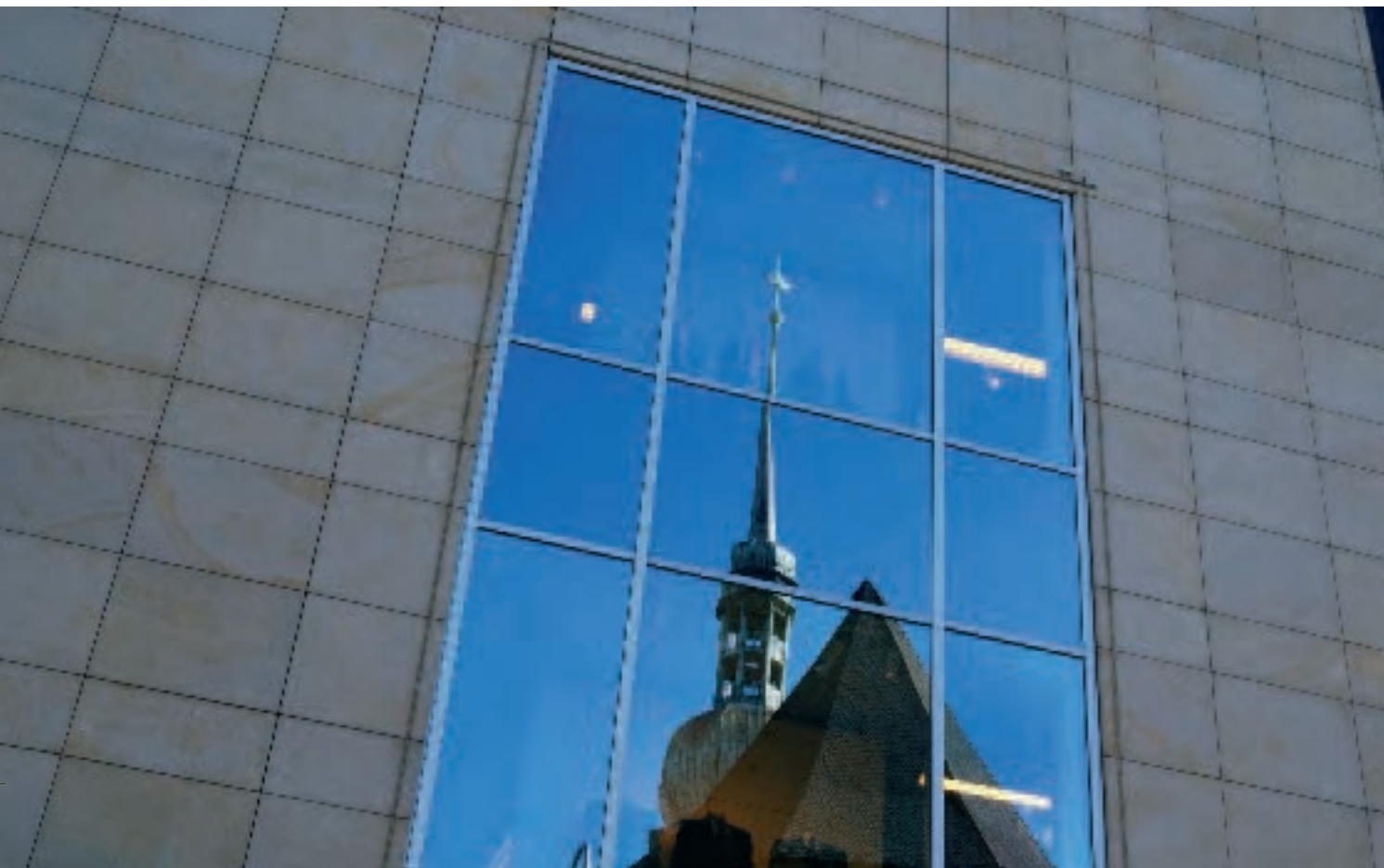
Es ist also eine Art kunsthistorischer Spurensuche, die die Dortmunder Wissenschaftlerin betreibt und mit der sie den

Dortmundern Forschungsergebnisse zugänglich machen will, um die eigene Historie zu erschließen. Eine breite Öffentlichkeit hat sie bereits gefunden, bis zu 200 Interessierte verfolgten die einzelnen Vorträge in der Reihe über die vier Innenstadtkirchen.

Vor wenigen Wochen ist ein Stadtführer »Dortmund im Mittelalter« erschienen, den sie gemeinsam mit Stadtarchivar Thomas Schilp geschrieben hat. Er soll es auch Lehrerinnen und Lehrern ermöglichen, sich die mittelalterlichen Zeugnisse in der Innenstadt und in den Vororten der Stadt – auf der Basis aktueller Forschung – zu erschließen, um sie in den Unterricht integrieren zu können.

Zur Zeit läuft die Ausstellung „Ferne Welten – Freie Stadt. Dortmund im Mittelalter“, die sie ebenfalls mit Thomas Schilp konzipiert hat und die im Museum für Kunst und Kulturgeschichte sowie in den vier Innenstadtkirchen gezeigt wird. Sie erschließt das mittelalterliche Dortmund als Beispiel für eine mittelalterliche Stadt schlechthin, bindet die Kunstwerke in die Objektwelten ihrer Entstehungszeit ein und zeigt die europäische Vernetzung der Stadt zwischen Brügge und Novgorod.

Ein besonderes Anliegen ist der Wissenschaftlerin die Vermittlung kultureller Inhalte in der Schule. Hier wendet sich Bar-



In der Dortmunder Innenstadt vermischen sich alte und neue Architektur.

bara Welzel vehement gegen Stimmen, die in PISA-Zeiten eine stärkere Konzentration der Schulbildung auf den Bereich Naturwissenschaft/Technik fordern. Einer der Vorwürfe gegen die PISA-Studie sei die fehlende Abfrage kultureller Kompetenzen. „Ich halte es in der gegenwärtigen Bildungsdebatte für ungeklärt, wo und wie Kinder und Jugendliche kulturellem Erbe begegnen und wie sie Wissen darüber erwerben können.“

Gute Pädagogik müsse einen Bezug zur Lebenswelt der Kinder haben, damit sie erworbenes Wissen anbinden können. Auch kulturelles Wissen und Überlieferung gehören zur Lebenswelt. Welzel sieht eine Aufgabe von Schule darin, auch diese Bestandteile der Lebenswelt als Wissen von und um die eigene Geschichte erfahrbar zu machen. „Die Mythen der eigenen Kultur muss ich kennen, um mich in dieses Kultur bewegen zu können und um in oder mit ihr zu kommunizieren.“

Daher hält sie es für sehr wichtig, dass Kunstunterricht nicht auf ästhetische Bil-

dung enggeführt wird und zu einem Kreativitätstraining mutiert: Der Kunstunterricht muss eine Vermittlung von Kunstgeschichte als Objektwelt und materielle Hinterlassenschaft und eine Auseinandersetzung mit zeitgenössischer Kultur ermöglichen. Ein Blick in die europäische Nachbarschaft zeigt, dass Deutschland ein weißer Fleck auf der Landkarte ist: Nur hier gibt es keine Kunstgeschichte als eigenständiges Unterrichtsfach.

Ole Lünemann

zitat

„Ein wichtiger Schwerpunkt meiner Forschungen liegt in der niederländischen Kunst vom 15.-17. Jahrhundert, eine spannende Zeit mit herausragenden Künstlern wie Jan van Eyck, Rubens oder Rembrandt. Im Moment arbeite ich intensiv zur mittelalterlichen Stadtkultur in Dortmund; publiziert habe ich aber auch zum „Denkmal für die ermordeten Juden“ in Berlin. Historische Kunstwerke verstehe ich immer als einen Reichtum unserer Gegenwart; Kunstgeschichte ist kein rückwärtsgewandtes Fach. Immer interessiert mich der Kontext der Kunstwerke, der „Resonanzraum“, in dem sie ihre Bedeutungen entfalten. Deshalb faszinieren mich auch die mittelalterlichen Kunstwerke in den Dortmunder Kirchen so sehr – von denen einige übrigens aus den Niederlanden importiert worden sind.“



Wir haben den Markt revolutioniert. PreFair

Die Konkurrenz ist neidisch: Ein Drittel unserer Hochbauleistung wickeln wir mit unserem partnerschaftlichen Geschäftsmodell PreFair ab. Immer mehr Kunden wollen volle Kosten-, Termin- und Qualitätskontrolle.

PreFair. Mehrwert durch Partnerschaft von Anfang an.

www.hochtief-construction.de

Aus Visionen Werte schaffen.

 **HOCHTIEF**
CONSTRUCTION AG

Neue Berufungen



Prof. Dr.-Ing. h.c. Torsten Bertram, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Lehrstuhl für Regelungssystemtechnik. Bertram wurde 1964 in Hilden geboren. Er studierte 1985 bis 1990 Allgemeinen Maschinenbau an der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg. 1990 bis 1994 war er als Wissenschaftlicher Angestellter am Fachgebiet für Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ebenfalls in Duisburg tätig und promovierte mit der Dissertation »Zur systematischen Analyse und Synthese nichtlinearer Systeme mit Fuzzy-Logik«. 1995 ging er zur Robert Bosch GmbH, wechselte 1998 zurück an die Uni Duisburg, um die Forschungsgruppe Fahrzeugsystemtechnik im Fachgebiet Mechatronik zu leiten. 2002 erhielt er einen Ruf an die Technischen Universität Ilmenau.



Prof. Dr. Wilfried Bos, Institut für Schulentwicklungsforschung (IFS). Der renom-

mierte Pädagoge, der unter anderem an den Schuluntersuchungen PISA und IGLU mitgewirkt hat, ist Geschäftsführender Leiter des Instituts für Schulentwicklungsforschung.

Damit kehrte Bos an eine frühere Wirkungsstätte zurück, denn in den Jahren 1999 und 2000 war er bereits als Professor für Schulmanagement und Evaluation am Institut für Schulentwicklungsforschung tätig.

Zu seinen Arbeitsschwerpunkten gehören insbesondere empirische Forschungsmethoden, internationale Bildungsforschung, pädagogische Chinaforschung und Sozialisationsprozesse ethnischer Minoritäten unter den Aspekten einer europäischen Integration.



Prof. Dr.-Ing. Mike Gralla, Fakultät Bauwesen, Lehrstuhl für Baubetrieb und Bauprozessmanagement.

Gralla wurde Jahr 1968 in Gelsenkirchen geboren und studierte in den Jahren 1989 bis 1995 Bauingenieurwesen an der Universität Dortmund.

Bis 1999 war Gralla als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Dortmunder Fakultät Bauwesen tätig.

Ab 1996 arbeitete Mike Gralla auch freiberuflich als Ingenieur und war geschäftsführender Gesellschafter eines Instituts für Bauvertragsmanagement.

Für seine im Jahr 1999 eingereichte Dissertationsarbeit erhielt er den Dissertationspreis der Universität Dortmund und den Deutschen Studienpreis Projektma-

nagement. Zudem machte sich Mike Gralla als Autor und Herausgeber zahlreicher Veröffentlichungen und als Dozent bei verschiedenen Veranstaltern und Verbänden einen Namen. Seine Forschungsschwerpunkte liegen auf der Optimierung des Bauprozesses und den Randbedingungen der Bauwirtschaft.



Prof. Dr. Gudrun Hiller, Fachbereich Physik, Lehrstuhl Theoretische Teilchenphysik.

Hiller wurde in Hamburg geboren, wo sie auch studierte. Ihre Doktorarbeit absolvierte sie 1998 in der theoretischen Elementarteilchenphysik am Deutschen Elektronen-Synchrotron sowie an der Universität Hamburg.

In den Jahren von 1998 bis 1999 war sie als Postdoc am LNF Frascati bei Rom, 1999 bis 2002 am Stanford Linear Accelerator Center tätig. In den Jahren 2002 bis 2005 hatte Hiller eine Assistentenstelle an der Ludwig-Maximilians-Universität in München inne.

In dieser Zeit war Hiller darüber hinaus im Wintersemester 2004/05 für ein halbes Jahr »Scientific Associate« am CERN (weltgrößtes Zentrum für Atom-, Kern- und Teilchenphysik in der Nähe von Genf).

Ihr Forschungsschwerpunkt ist die Suche nach Hinweisen auf »Neue Physik« mit Quarkübergängen, womit Abweichungen vom Standardmodell gemeint sind. Außerdem beschäftigt sie sich mit dem Studium seltener Prozesse in Erweiterungen des Standardmodells wie der Supersymmetrie.



Prof. Dr. Stephan Hußmann, Fachbereich Mathematik, Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts. Der Mathematikdidaktiker Hußmann ist seit dem 1. Oktober 2005 Lehrstuhlinhaber am Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts und hat bereits im November eine Fachtagung an der Universität Dortmund organisiert. Im Rahmen von Teachers Teaching with Technology trafen sich 2005 engagierte Mathematiklehrerinnen und -lehrer aus ganz NRW und diskutierten über den Mathematikunterricht der Zukunft. Der Schwerpunkt der Veranstaltung war der Einsatz neuer Medien im Unterricht im Hinblick auf »Kernlehrpläne und Zentralabitur«.



Prof. Dr.-Ing. Paul Kahfeldt, Fachbereich Bauwesen, Lehrstuhl Grundlagen und Theorie der Baukonstruktion, wurde 1956 geboren und machte 1975 in Berlin Abitur. An-

schließend absolvierte er eine Lehre als Bau- und Möbeltischler. 1979 bis 1984 studierte er Architektur an der TU Berlin. Er arbeitete in verschiedenen Architekturbüros, u.a. bei Vittorio Magnago Lampugnani. Seit 1987 ist er selbständig tätig. Von 1988 und 1992 war er Leiter des Berliner Büros von Josef Paul Kleihues. 1998 bekam er einen Lehrauftrag an der Hochschule für Gestaltung in Dessau-Bernburg. 1999 bis 2001 war er Koordinator des Wiederaufbaus des Festspielhauses Hellerau in Dresden. 1999 bis 2005 hatte er eine Professur für Entwerfen, Baukonstruktion und Gebäudetechnologie an der TU Kaiserslautern inne und promovierte 2004 an der Technischen Universität Delft. 2005 wurde er an die Uni Dortmund berufen. Schwerpunkte seiner Arbeit sind die Einflussfaktoren der architektonischen Konstruktion auf Form und Gestaltung der Bauten, Erscheinungsformen und Konstruktionsgeschichte des Backsteinbaues und der Industriebauten der Stromversorgung sowie Nutzungsstrukturen denkmalgeschützter Bauten.



Prof. Dr. Bernhard Middendorf, Fachbereich Bauwesen, Lehrstuhl für Werkstoffe des Bauwesens. Middendorf wurde 1962 in Leverkusen geboren. Er studierte Mineralogie an der Universität Köln und promovierte im Anschluss am Institut für Bau- und Werkstoffchemie an der Universität Siegen. Danach war er an der Universität Kassel wissenschaftlich tätig. Seine Forschungsschwerpunkte liegen auf dem Gebiet der Bindemitteloptimierung,

der Mikrogefüge anorganisch-mineralisch gebundener Systeme sowie der Bauinstandsetzung. In dem Bereich Bindemittel beschäftigt Middendorf sich hauptsächlich mit dem Abbindeverhalten in Gegenwart von organischen Zusatzmitteln und dem Einsatz von industriellen Nebenprodukten. Bei der Bauinstandsetzung liegt sein Focus auf der Entwicklung von Baustoffen zum Erhalt historischer Bauwerke sowie in der Betoninstandsetzung. Middendorf ist Autor zahlreicher Publikationen und verfügt über eine langjährige Lehrerfahrung.



Prof. Dr. Holger Noltze, Institut für Musik und Musikwissenschaft.

Der in Essen geborene Noltze studierte Germanistik, Hispanistik und Geschichte in Bochum und Madrid. Er promovierte über den »Parziva«-Roman Wolfram von Eschenbach. Ab 1990 arbeitete er als Redakteur und Moderator der Radio-Kulturmagazine »Budengasse« (WDR 2) und »Mosaik« (WDR 3) und ab 1995 des nächtlichen Talks »Letzte Worte« (Eins live). Seit 1995 Berichterstatter von den Bayreuther Festspielen. Ab 1997 Literaturredakteur und Moderator des WDR 3-Büchermagazins »Gutenbergs Welt« und der WDR 3-»Musikpassagen«. Von 2000 bis 2005 war er Ressortleiter »Aktuelle Kultur« beim Deutschlandfunk. Im WDR-Fernsehen moderiert er das Kulturmagazin »WestArt am Sonntag«. Musik- und Literaturkritik und Reportagen für »Literaturen«, »FonoForum«, Frankfurter Rundschau und F.A.Z. Seit 2005 ist er Professor für Musikjournalismus an der Universität Dortmund.



Prof. Dr. Monika Reichert, Fachbereich Erziehungswissenschaft und Soziologie. Reichert ist Leiterin der »Weiterbildung für Senioren und Professorin für Soziale Gerontologie (Schwerpunkt: Lebenslauforschung). Sie wurde 1958 in Wimbern/Kreis Soest geboren und studierte Psychologie an den Unis Gießen und Köln. Nach einem Promotionsstipendiat an der FU Berlin erlangte sie 1991 den Dokortitel in Philosophie. Für ihre Dissertation erhielt sie den Wissenschaftspreis der Stiftung Parkwohnstift Bad Kissingen. Beruflich war Reichert

bereits seit 1990 am Institut für Gerontologie sowie am Lehrstuhl für Soziale Gerontologie an der Uni Dortmund tätig und erhielt eine Gastprofessur für Gerontologie an der Evangelischen Fachhochschule Berlin. Internationale Erfahrung sammelte sie durch Forschungsaufenthalte an US-Universitäten (z.B. University of Massachusetts/Boston) sowie bei einer EU-Organisation in Dublin/Irland. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen u.a. in den Bereichen Bildung und Lernen im Alter und der Lebenslauf- und -lageforschung.



Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schembecker, Fachbereich Bio- und Chemieingenieurwesen, Lehrstuhl für Anlagen- und Prozesstechnik, wurde im Jahr 1963 in Wadersloh / NRW geboren. Er studierte von 1983 bis 1988 Chemietechnik an der Universität Dortmund.

Dort promovierte er 1992 mit Auszeichnung und habilitierte sich 1999. Er war als wissenschaftlicher Angestellter sowie anschließend als Oberingenieur am Lehrstuhl für Technische Chemie A des Fachbereichs Chemietechnik tätig.

Er absolvierte einen Forschungsaufenthalt an der Carnegie Mellon University in Pittsburgh, USA. Nach seiner Habilitation ging Schembecker in die Selbständigkeit.

Er war Mitbegründer der Firma Process Design Center.

Seine Forschungsschwerpunkte an der Universität Dortmund bewegen sich im Bereich der systematischen Entwicklung von Verfahren zur Herstellung biotechnologischer Produkte mit starkem Fokus auf das so genannte Downstreaming-Processing sowie der experimentellen Forschung auf dem Gebiet der Chromatographie und der Kristallisation.

UNIVERSITÄT DORTMUND



Das Zentrum für Weiterbildung (ZfW) koordiniert und bündelt die Weiterbildungs-Aktivitäten der Universität Dortmund und führt jährlich ca. 200 Veranstaltungen durch. Allein im Jahr 2005 verzeichnete das ZfW über 5000 Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

www.zfw.uni-dortmund.de

Eine Auswahl aktueller Veranstaltungen:

Zertifikatsstudien

- Pädagogische Führung und Management – eine Aktivität im Rahmen der Dortmunder Akademie für Pädagogische Führungskräfte (DAPF)
- Management und Partizipation
- Managing Gender & Diversity

Weiterbildender Diplom-Studiengang

- Soziale Gerontologie

Einzelseminare

- Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer
- Innerbetriebliche Weiterbildung

Neben Zertifikatsstudien und Einzelseminaren führt das ZfW auch Großveranstaltungen, wie z.B. mathe 2000 (23.09.2006) und InTakt (21.09.-24.09.2006), durch.

Tel.: 0231/755-2164; Fax: 0231/755-2982; eMail: zfw@pop.uni-dortmund.de



arvato logistics services, ein Dienstleistungsunternehmen der arvato AG, bietet die gesamte Wertschöpfungskette des Supply Chain Managements mit weltweit über 8.000 Mitarbeitern in 30 Ländern komplett aus einer Hand an. Als europäischer Marktführer in der Kontraktlogistik für hochwertige Medien und Kommunikationsprodukte entwickeln wir für unsere Auftraggeber maßgeschneiderte integrierte Logistiklösungen. Internationale Konzerne und mittelständische Firmen sind seit Jahren überzeugt vom einzigartigen arvato-Logistik-Know-how und nutzen es als Brücke zu ihren Kunden.

Nachwuchs- Führungskräfte Logistik m/w

Auf besondere Talente warten besondere Aufgaben

Wir suchen Sie als außergewöhnliches Unternehmertalent, das schnell in Führungsaufgaben hineinwachsen kann. Als Juniorlogistiker oder Assistent der Geschäftsführung werden Sie in der Lernphase Projektaufgaben übernehmen und Ihren Chef unterstützen. Anschließend betreuen Sie in verantwortlicher Position im In- und Ausland logistische Projekte. Zu Ihren Aufgaben gehören dann z.B. die Planung und Realisierung logistischer Prozesse, die Konzeption von Produktionssteuerungssystemen sowie die Organisation von Serviceleistungen für wichtige Kunden aus der Telekommunikations- und Automobilbranche.

Sie qualifizieren sich durch Ihr Studium (z.B. Wirtschaftsingenieurwesen oder Wirtschaftswissenschaften), das Sie teilweise im Ausland absolviert und erstklassig abgeschlossen haben. Begleitend haben Sie Praxiserfahrungen sammeln können. Sie zeichnen sich zudem durch sichere Englischkenntnisse in Wort und Schrift aus. Wenn Französisch, Spanisch oder Italienisch keine Fremdsprache für Sie ist, hören wir das gerne.

arvato logistics services, Personalentwicklung, Dr. Annette Wierschke, An der Autobahn, 33310 Gütersloh, Tel. 0 52 41 / 80-4 27 94, Fax: 0 52 41 / 80-6 70 08, E-Mail: annette.wierschke@bertelsmann.de


arvato logistics services

BERTELSMANN

www.arvato.de

PLATIT®

Advanced Coating Systems
SWISS  QUALITY

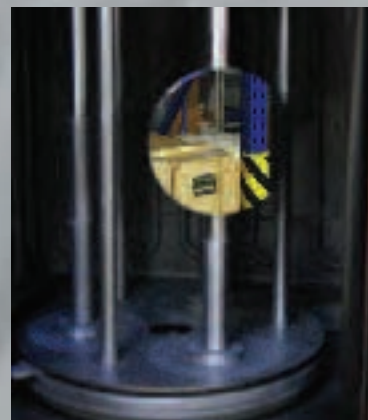
Nanocoatings - Made by You, in Half the Time!



As the first industrial machines on the world market, the revolutionary new PLATIT π coating units produce all standard and special coating types as well as **Nanocomposites**.

- π^{80} : LARC®: LAteral Rotating ARC-cathodes
 - π^{300} : LARC® + CERC®: CEntral Rotating ARC-cathodes
- LARC® cathodes are interchangeable between all π series units.

LARC® Coatings. As Smooth as a Mirror!




The workshop's surroundings reflect in a CD stamp after coating in the π^{80} .



A Company of **BCI**

www.platit.com

info@platit.com

© 2006 PLATIT AG. All rights reserved. PLATIT, the  logo, LARC and CERC are registered trademarks of BCI Group.



Plastik aus Milch



Aus Milch machen wir eine Art Plastik, das wir kneten, zu Figuren formen und anmalen können. Früher wurden daraus sogar Knöpfe hergestellt!

Alles was du brauchst:

- Frische Milch (keine H-Milch!),
- kleiner Kochtopf,
- Esslöffel,
- Tafelessig,
- Teller,
- mindestens einen Erwachsenen, weil du mit Hitze experimentierst.

So gehst du vor:

Stelle den Kochtopf auf die Herdplatte, fülle $\frac{1}{4}$ Liter Milch hinein und gebe zwei Esslöffel Essig dazu. Schalte den Küchenherd an - auf höchster Stufe. Die ganze Zeit musst du gut mit dem Esslöffel umrühren. Der Erwachsene geht dir dabei zur Hand.

Das siehst du:

Erst einmal nichts, aber dann gerinnt die Milch und es bilden sich kleine Klümpchen, die immer größer werden – je heißer die Milch mit dem Essig im Kochtopf wird, desto mehr klumpt sie. Wenn alle Milch zu zwei, drei großen Klumpen geworden ist, nimmst du den Topf schnell vom Herd. Jetzt kannst du die Klumpen mit dem Löffel herausnehmen und auf einen Teller tun. Die Klumpen sind weich wie Knetgummi und lassen sich wunderbar formen. Knete eine Figur daraus, die dir gefällt und lasse Sie über Nacht in einem warmen Raum oder über der Heizung trocknen. Wenn du es ganz eilig hast, kannst du deine Figur auch im Backofen trocknen, aber bitte nicht über 80 Grad, sonst schmilzt sie.

Die Chemie dahinter:

Milch mit Essig ergibt "Kasein" (sprich: "Ka-see-ihn"). Erhitzen wir das Ganze, verbinden sich die einzelnen Kasein-Moleküle zu längeren Ketten. Das passiert ganz schnell gegen Ende des Versuches, wenn sich die großen Klumpen bilden. In den Klumpen stecken ganz lange Kasein-Molekül-Ketten. Unter dem Mikroskop sähe das aus wie ein großer Knäuel Spaghetti.

Das ist »Kasein«:

»Kasein« steckt im Milcheiweiß, einem wichtigen Bestandteil der Milch. Früher

wurde das Kasein auch »Käsestoff« genannt. Es ist von Natur aus in Käse, Quark und Joghurt enthalten. Künstlich ist es aber auch in Dosenwürstchen, Mayonnaise und Soßen drin, die es als Binder zwischen Fett und Wasser fester macht. In großen Mengen wird Kasein sogar in Leim, Farben, gutem Papier und Wursthüllen verwendet. Aus Kasein lässt sich mit ein paar wenigen Zugaben sogar Kunststoff, also Plastik machen. Vor hundert Jahren hat man so Plastikknöpfe hergestellt.

Die gelbliche Flüssigkeit, die bei deinem Versuch übrig bleibt, wenn du das »Kasein« aus dem Topf genommen hast, ist Molke. Molke bleibt auch bei der Herstellung von Quark und Käse übrig.

Bei H-Milch funktioniert der Versuch nicht. Denn Kasein steckt im Milcheiweiß, und das ist sehr empfindlich. Es besteht aus langen Ketten von Molekülen. Bei über 80 Grad reißen diese Ketten. H-Milch wird für ganz kurze Zeit auf bis zu 140 Grad erhitzt, um Keime abzutöten und die Milch lange haltbar zu machen. Diese Milch schmeckt dann nicht nur merkwürdig, du kannst auch kein Kasein mehr aus ihr gewinnen.

Woraus besteht Milch?

Von tausend Teilen Milch sind:

- | | |
|-----|---|
| 875 | Wasser; |
| 47 | Milch-Zucker; |
| 35 | Milch-Fett
(im Milchfett sind viele Vitamine); |
| 36 | Milch-Eiweiß
(hier steckt auch das Kasein drin); |
| 7 | Milch-Salze; |
- verschiedene Spurenelemente.

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) gibt es jeden Tag zwischen 14:05 und 15:00 Uhr auf WDR 5.

Wichtig:

Der erste Job

Wichtiger:

**Bei einer der
ersten Adressen**

The Drive & Control Company

Im Technologiefeld Hydraulik bietet Rexroth hydraulische Antriebe und Steuerungen sowohl für die stationäre Industrie als auch für mobile Arbeitsmaschinen. Die Mobilhydraulik findet ihre Anwendung in Baumaschinen, Landmaschinen, Fahrzeugen der Fördertechnik, Nutzfahrzeugen und vielen Sonderfahrzeugen. Rexroth bietet für diese Anwendungen komplette und abgestimmte Systeme für die Arbeitshydraulik und den Fahrtrieb bestehend aus Pumpen und Motoren, Getrieben, Antriebs- und Steuerungstechnik mit integrierter Elektronik und anderem mehr.

Am Standort Witten entwickeln, produzieren und vertreiben wir Planetengetriebe. Unser Lieferprogramm besteht aus Fahr-, Schwenk- und Windenantrieben für mobile Arbeitsmaschinen, Planetengetrieben für die Industrie sowie für Windenergieanlagen. Wir sehen weitere Wachstumsperspektiven und suchen daher

Praktikanten, Diplomanden, Ingenieure (alle m/w) **Fachrichtung Maschinenbau**

Ganz gleich, auf welcher Stufe Ihrer Karriereplanung Sie sich befinden – bei Rexroth sind Sie immer richtig. Wenn Sie Ihr Maschinenbaustudium bislang mit guten Studienleistungen absolviert oder bereits abgeschlossen

haben, dann bieten wir Ihnen als Praktikant, Diplomand oder Absolvent hervorragende Möglichkeiten, innerhalb eines internationalen Konzerns die Weichen für Ihre erfolgreiche berufliche Zukunft zu stellen.

Interesse? Dann senden Sie Ihre vollständigen Unterlagen bitte an:
Bosch Rexroth AG
Hydraulics
Personalabteilung, Frau Monique Dörmer
Mannesmannstraße 29, D-58455 Witten
Telefon +49 2302 877-366, monique.doermer@boschrexroth.de
www.boschrexroth.com

Die Bosch Rexroth AG, ein Unternehmen der Bosch-Gruppe, erzielte im Jahr 2004 mit 26.400 Mitarbeitern einen Umsatz von rund 4,1 Milliarden Euro. Das Unternehmen bietet unter der Marke Rexroth alle relevanten Technologien des Antreibens, Steuerns und Bewegens von der Mechanik über die Hydraulik und Pneumatik bis zur Elektronik sowie den zugehörigen Service. In über 80 Ländern ist der Global Player für 500.000 Kunden ein starker Partner und umfassender Ausrüster für die Industrie- und Fabrikautomation sowie für mobile Anwendungen.

Auf der Jagd nach Scheinen kann man sich ganz schön was einfangen.

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

Neue Stadt, neue Leute, neues Leben: Sich im Unikosmos zurechtzufinden ist gar nicht so einfach. Prüfungsstress oder Unsicherheit über den richtigen Karriereweg können einem schon mal Kopfzerbrechen bereiten. Und auch im Krankheitsfall ist man oft auf sich gestellt. Die TK hat daher mit Experten gezielte Angebote für Studenten entwickelt. Mit passgenauen Leistungen, hilfreichen Tipps, Informationen im Internet und vielem mehr.

Nur einige unserer Leistungen für Sie:



www.tk-unikosmos.de
Der virtuelle Begleiter im Uni-Alltag.



TK-Ärztzentrum
Medizinische Auskunft auch mitten in der Nacht.



TK-Auslands-Assistance
Wir sind auch im Ausland immer für Sie da.

Hier erfahren Sie mehr:

www.tk-online.de

TK-Servicenummer
01802 - 85 85 85

(ab 6 Cent pro Gespräch, abhängig vom Anbieter)

