

# 1stein

Das Magazin des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

## Kühle Erkenntnisse in Eis und Schnee

Albert Einstein:  
100 Jahre  
Relativitätstheorie

Schülerlabore:  
Ran an die  
Forschungsfront

Innovationen:  
Deutschlands  
Zukunftszentren

## Kühle Erkenntnisse in Eis und Schnee

Albert Einstein:  
100 Jahre  
Relativitätstheorie

Schülerlabore:  
Ran an die  
Forschungsfront

Innovationen:  
Deutschlands  
Zukunftszentren

Am Vernagtferner im Ötztal nehmen Glaziologen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften Schneemessungen vor. Sie dienen Untersuchungen zum Gletscherverhalten. Foto: Frieder Blickle

### Liebe Leserinnen und Leser,

seit 100 Jahren steht Albert Einstein für wissenschaftliche Brillanz, freches Denken und eine unbeugsame Geisteshaltung: Im Jahr 1905 stellte der große Physiker seine wichtigsten Theorien auf. Zugleich jährt sich im April 2005 sein 50. Todestag. Die Bundesrepublik nimmt dieses Doppeljubiläum zum Anlass, den großen Physiker zu feiern. 1stein wird auch in den nächsten Ausgaben darüber berichten. Freuen Sie sich auf die Begegnung mit dieser ungewöhnlichen Persönlichkeit und ihrem Werk, und lesen Sie zur Einstimmung das Porträt „Der Querdenker“ auf Seite 18. Wir möchten Sie auch in dieser Ausgabe wieder für spannende Themen aus Bildung und Forschung gewinnen. Blicken Sie jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern bei ihrer aufregenden Arbeit in Eis und Schnee über die Schulter. Besuchen Sie mit uns die hervorragend ausgestatteten Schülerlabore der Helmholtz-Gemeinschaft. Oder lernen Sie junge Auszubildende und ihre modernen Berufe kennen.

Viele Anregungen und gute Unterhaltung wünscht Ihnen  
Ihre 1stein-Redaktion



**Herausgeber**  
Bundesministerium für  
Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Publikationen; Internetredaktion  
Hannoversche Straße 28-30  
10115 Berlin

**Redaktion**  
Sabine Böhne (verantwortlich)  
Manfred Petersen (Schlussredaktion)

**Art Direktion**  
Barbara Kloth

**Mitarbeiter**  
David von Bassewitz, Dr. Christine Bauhofer,  
Frieder Blickle, Rüdiger Braun,  
Melanie Hölkemann, Alexandra Knittel,  
Edgar Lange, Werner Paczian,  
Florian Schwinn

**Litho**  
Lithografie Zimmer, Hamburg

**Druck**  
Bonifatius GmbH, Paderborn

1stein können Sie kostenlos abonnieren und direkt bestellen unter:

[1stein@bmbf.bund.de](mailto:1stein@bmbf.bund.de) oder

Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Hannoversche Straße 28-30  
10115 Berlin



**Kühle Erkenntnisse:  
Viele Informationen aus Eis und Schnee**

10



**Albert Einstein:  
Das forsche Genie wird groß gefeiert**

18



**Schülerlabore:  
Hier können Jugendliche abheben**

26



**Reitunterricht:  
Lehrer wie Lothar Linke lassen sich etwas einfallen**

40

**Chips** 4

Das erste computergesteuerte Teleskop Europas  
Neuer Film über Ganztagschulen  
Peace Counts berichtet über Friedensarbeiter in aller Welt  
Mehr BAföG-Studenten im Ausland  
Neue Medizintechnik überwacht Kranke zu Hause  
Stromerzeugung aus Tidenhub  
Im Internet Lesen und Schreiben lernen  
Risikofaktoren für Plötzlichen Säuglingstod

**Kluge Köpfe** 8

Die Neurobiologin Birgit Liss betreibt Grundlagenforschung zu Parkinson  
Der Chemiker Manfred Anders rettet alte Bücher

**Forschung mit Eis und Schnee** 10

Wissenschaftler gewinnen erstaunliche Erkenntnisse

**Porträt eines großen Physikers** 18

2005 wird Einsteinjahr

**Hochschulen: RWTH Aachen** 23

Die Technikerschmiede am Rhein zählt zu den besten Studienadressen Deutschlands

**Schülerlabore** 26

Wo junge Leute den Spaß an Naturwissenschaften entdecken

**Innovative Technologien** 30

Wie Wirtschaft und Wissenschaft erfolgreich in Kompetenznetzen kooperieren

**Ausbildung** 34

Schulabgänger haben die Wahl:  
Es gibt eine Vielzahl moderner Berufe

**Nachwachsende Rohstoffe** 38

Neue Herstellungsverfahren ermöglichen die Produktion von Biokunststoffen

**Klasse Lehrer** 40

Sechs Pädagogen und ihre ungewöhnlichen Projekte

**Leserbriefe** 43

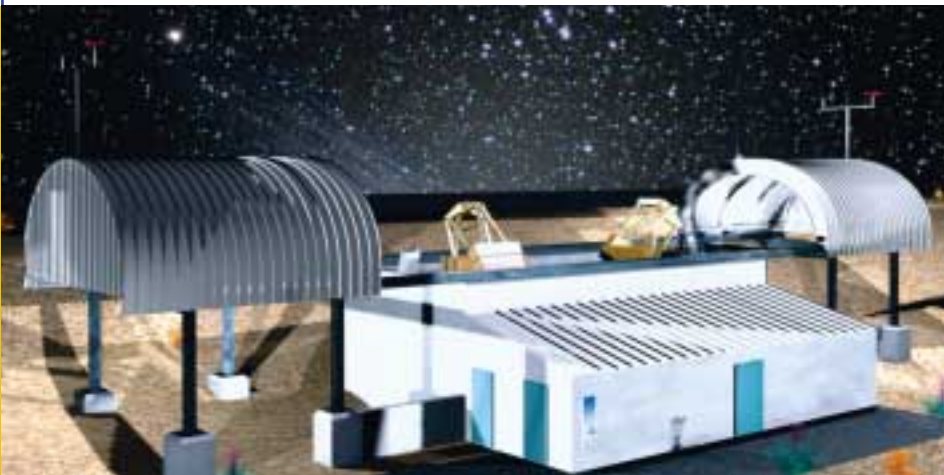
## Sternstunden für den Roboter

### Potsdamer Forscher starten automatisches Teleskop

Über der Kanaren-Insel Teneriffa spannt sich zumeist ein wolkenloser Himmel. Dort, in 2400 Meter Höhe, auf dem zweitgrößten Berg Spaniens, nimmt in diesen Wochen erstmals in Europa ein spektroskopisches Teleskop seine Arbeit auf, das vollautomatisch von einem Roboter gesteuert wird. Bislang musste in Sternwarten

zumeist ein Astronom präsent sein, der auf aktuelle Wetterlagen reagieren und das Gerät entsprechend einstellen konnte. Das neue Doppelteleskop STELLA kommt dagegen fast ohne menschliche Betreuung aus. Das Gerät wurde vom Astrophysikalischen Institut Potsdam gebaut. Zwei Wetterstationen liefern dem Computer

aktuelle Wetterwerte, etwa die Windstärke oder die Luftfeuchtigkeit. Eine Panoramakamera zeichnet die jeweilige Wolkenlage auf. Mit Hilfe dieser Daten legt der Roboter eigenständig seinen Beobachtungsplan fest. Die beiden Teleskope haben unterschiedliche Aufgaben: STELLA II, das 2005 folgen wird, nimmt mit einer elektronischen Kamera die Sterne, also die Lichtquellen, auf. STELLA I analysiert darüber hinaus das Lichtspektrum: Wie setzt sich das Licht zusammen? Enthält es mehr rotes oder mehr blaues Licht? Die Wissenschaftler erwarten Informationen über die Rotation der Sterne oder über die Verteilung der Sternflecken.



Die neue Sternwarte auf Teneriffa als Computeranimation

## Treibhäuser der Zukunft

### Dokumentarfilm stellt gelungene Ganztagschulen in Deutschland vor

Sie setzen auf individuelle Förderung. Sie verzichten auf den herkömmlichen Frontalunterricht. Sie befreien das Lernen vom starren 45-Minuten-Takt. Gute Ganztagschulen brechen viele Tabus. In seinem Film „Treibhäuser der Zukunft“ stellt der Journalist und Filmemacher Reinhard Kahl besonders gelungene Modelle in Deutschland vor. Kahl führt die Zuschauer auf eine filmische Bildungsreise von Berlin bis zum Bodensee. Eindringlich und unterhaltsam schildert er, wie gut Schule funktionieren und welche Begeisterung sie bei Schülern, Lehrern und Eltern wecken kann. Dabei entwirft er die Vision einer besseren Bildung – weg vom

traditionell beherrschenden deutschen Schulsystem hin zu einer ganzheitlichen Schule des Lebens. „Der Umbau der deutschen Schulen hat begonnen“, heißt es im Abspann. Man möchte sofort mit anpacken.



Den Film „Treibhäuser der Zukunft“ gibt es als DVD mit großer Dokumentation, Interviews und Booklet für 29,50 Euro oder als VHS für 15 Euro. Zu bestellen bei: Deutsche Kinder- und Jugendstiftung Tempelhofer Ufer 11 10963 Berlin

Infos zum Ganztagsschulprogramm:  
[www.ganztagschulen.org](http://www.ganztagschulen.org)  
[www.ganztaegig-lernen.de](http://www.ganztaegig-lernen.de)



Kein Krieg dauert ewig. Dafür sorgen Friedensaktivisten etwa in Mazedonien (links), Israel (oben) oder Sri Lanka.

## So funktioniert Frieden

Das Projekt Peace Counts zeigt, wie Menschen in aller Welt für den Frieden arbeiten

Bilder aus den Konfliktregionen der Erde prägen die Berichterstattung. Kein Tag vergeht ohne schlechte Nachrichten von der Kriegsfront. Das Motto: „Only bad news are good news.“ Journalisten und Fotografen des Projekts Peace Counts liefern dagegen „good news“. Sie erzählen Geschichten von Friedensmachern in aller Welt.

Etwa von der jungen Ärztin Elena Gulmadova, die im Auftrag der Organisation für Sicherheit und Zusammenarbeit in Europa (OSZE) zwischen Muslimen und Christen in Mazedonien vermittelt. Oder von den Friedensbrigaden in Kolumbien, die als unbewaffnete Bodyguards bedrohte Menschenrechtler durch die Stadt Medellin begleiten.

„Für den Frieden zu arbeiten ist schwerer, als Krieg zu führen“, sagt Michael Gleich, Journalist, Wissenschaftsautor und Koordinator von Peace Counts. „Man braucht Mut, genaue Kenntnis über die jeweils andere Seite und sehr viel Empathie für die Verletzlichkeit von Menschen.“ Peace Counts hat daher den „publizistischen Ehrgeiz, Frieden als die eigentliche Sensation darzustellen“. Denn schließlich müsse man gerade jungen Leuten zeigen, dass es viele Profis gebe, die an Friedenslösungen arbeiten. Die Reportagen von Peace-Counts-Mitarbeitern erscheinen in allen großen Zeitungen und Zeitschriften. Renommierte Konfliktforscher bringen ihre wissenschaftliche Kompetenz

ein. Gefördert wird das multimediale Projekt unter anderem vom Auswärtigen Amt.

Hochwertiges Infotainment für den Schulunterricht bietet die CD-ROM: „Von den Erfolgen der Friedensmacher“ mit Reportagen aus Sri Lanka, Nordirland, Israel/ Palästina und Mazedonien sowie Fotos, gesprochenen Texten und Karten. Zu beziehen für 15 Euro beim Institut für Friedenspädagogik



Tübingen e. V.: kontakt@friedenspaedagogik.de. Ende Januar veranstaltet Peace Counts in Berlin eine große Fotoausstellung: „Der lange Blick der Fotografen“.

Weitere Infos: [www.peace-counts.org](http://www.peace-counts.org)



## BAföG-Empfänger in aller Welt

Seit dem Jahr 2000 stieg die Zahl der Auslandsaufenthalte mit BAföG um mehr als zwei Drittel an

Wer ein oder mehrere Semester im Ausland studiert, verbessert seine Chancen auf dem Arbeitsmarkt. Auch immer mehr BAföG-Empfänger nutzen diese Möglichkeit. Die Anzahl ihrer Auslandsaufenthalte ist seit dem Jahr 2000 um rund 70 Prozent gestiegen.

Seit der großen BAföG-Reform können Studierende ihr BAföG in ein Land der Europäischen Union mitnehmen und dort ihr Studium beenden, wenn sie zuvor ein Studienjahr in Deutschland absolviert haben.

Auch wer in ein Land außerhalb der Europäischen Union geht, kann dort in der Regel für ein bis zwei Semester BAföG beziehen. In Ausnahmefällen sind auch Verlängerungen bis zu fünf Semestern möglich.

## Standleitung zum Arzt

Medizintechnische Geräte überwachen Patienten rund um die Uhr

Viele chronisch Kranke oder Risikopatienten müssen ihre medizinischen Werte ständig im Krankenhaus oder in der Arztpraxis messen und kontrollieren lassen. Die Mikrosystemtechnik hilft ihnen, ihren Alltag zu vereinfachen. Derzeit werden im Rahmen des BMBF-Förderprojekts TEDIANET neue Geräte entwickelt, die bis 2006 auf den Markt kommen werden. Das Prinzip: Winzige Sensoren an der Stirn, am Ohr oder am Brustkorb des Patienten sammeln Daten über den Herzrhythmus, die Blutsauerstoffsättigung oder die Hirnströme. Die Daten gelangen über dünne und flexible Kabel an die so genannte „Bodybox“, die der Patient am Körper trägt. Dort werden die Signale gesammelt und anschließend mit Hilfe der schnurlosen Bluetooth-Technologie an das Mobiltelefon oder den Computer übertragen. Von dort gelangen die Informationen zu einem E-Health-Center, wo Ärzte den Gesundheitszustand des Patienten überwachen und im Notfall sofort Hilfe schicken können. Die Fernüberwachung kann künftig bei Patienten mit Diabetes oder chronischen Lungenerkrankungen sowie in der Krebsvorsorge eingesetzt werden. [www.tedianet.org](http://www.tedianet.org)



In den vergangenen Jahren wechselten die meisten Studierenden nach Großbritannien, gefolgt von den USA, Frankreich und Spanien. Rund 65 Prozent wählten für ihr Gaststudium eine Universität innerhalb der EU. [www.bafög.bmbf.de](http://www.bafög.bmbf.de)

## Strom aus Strömung

Ein neuartiges Wasserkraftwerk nutzt den Tidenhub zur Stromerzeugung

Die Nutzung der Wasserkraft war bislang mit dem Bau von Staudämmen und oft drastischen Eingriffen in die Umwelt verbunden. Seit Sommer 2003 demonstriert ein Wasserkraftwerk vor der englischen Westküste eine schonende Form der Energiegewinnung. Die Pilotanlage des deutsch-britischen Projekts „Seaflo“ ähnelt einem Windrad. Ihr Rotor dreht sich jedoch unter Wasser, angetrieben durch den ständigen Wechsel von Ebbe und Flut. Die Testturbine erzeugte bislang rund 25 Prozent mehr Energie als vorhergesagt.

Ideale Standorte für Meeresströmungskraftwerke verfügen über eine Wassertiefe von 15 bis 20 Metern und eine Strömungsgeschwindigkeit von zwei bis drei Metern pro Sekunde. Solche Bedingungen herrschen bevorzugt in Buchten und Meerengen. In Europa sind etwa hundert geeignete Standorte bekannt.

Weitere Daten der Pilotanlage liefert der BINE-Informationdienst unter dem Stichwort „erneuerbare Energien“ bei: [www.bine.info](http://www.bine.info)

## [www.ich-will-schreiben-lernen.de](http://www.ich-will-schreiben-lernen.de)

### Mit einem Internet-Programm unterstützt das BMBF Menschen mit Lese- und Schreibschwächen

Schätzungsweise vier Millionen Menschen in Deutschland können nicht ausreichend lesen und schreiben. Viele Betroffene haben Hemmungen, sich öffentlich zu ihrer Schwäche zu bekennen und Kurse zu besuchen. Hilfe bietet ihnen jetzt ein neues Internet-Portal des Alphabetisierungsprojekts APOLL: [www.ich-will-schreiben-lernen.de](http://www.ich-will-schreiben-lernen.de).

Es wurde vom Deutschen Volkshochschulverband und dem Bundesverband Alphabetisierung mit Förderung durch das BMBF entwickelt. Interessenten können

systematisch Lesen und Schreiben lernen – und dabei anonym bleiben. Das interaktive Bildungsprogramm erstellt ein individuelles Lernpaket mit verschiedenen Übungen. Eine Stimme liest die Texte vor. Bilder und Symbole geben zusätzlich Verständnishilfe. Die Lernergebnisse jeder „Unterrichtseinheit“ werden automatisch registriert und der Lernkalender entsprechend angepasst. Als zusätzlichen Service bietet die Internet-Seite aktuelle Nachrichten, wichtige Termine und Informationen zum Lesen und Hören.



Kunstaktion zum Weltalphabetisierungstag 2004: das neue Internet-Angebot am Reichstag in Berlin

## Neue Studie über Plötzlichen Säuglingstod

Forscher ermittelten im Auftrag des BMBF erstmals Risikofaktoren

Babys, die auf dem Bauch schlafen oder im Bett der Mutter (wenn sie Raucherin ist), tragen ein sechsfach erhöhtes Risiko, am Plötzlichen Säuglingstod zu sterben. Weitere Risikofaktoren sind das Rauchen während der Schwangerschaft (dreifaches Risiko) und das Nicht-Stillen des Säuglings (2,7faches Risiko). Zu diesem Ergebnis kam jetzt eine Studie, die

vom BMBF in Auftrag gegeben wurde. An der interdisziplinären Untersuchung beteiligten sich 17 Universitäten und 2 regionale Institute. Sie analysierten fast 500 plötzliche Todesfälle von Säuglingen im ersten Lebensjahr und verglichen sie mit den Daten von über 1100 gesunden Kindern aus einer Kontrollgruppe.

Jedes Jahr sterben in Deutschland fast 400 Babys am Plötzlichen Säuglingstod. Richtige Schlafbedingungen wie etwa die Rückenlage, ein Schlafsack, der das Umdrehen auf den Bauch verhindert, sowie die Vermeidung von Überwärmung des Säuglings beugen der Gefahr vor. Wichtig ist außerdem, das Baby in den ersten Lebensmonaten zu stillen, sowie der Verzicht der Mutter auf das Rauchen während und nach der Schwangerschaft.

Weitere Informationen per E-Mail: [sids@uni-muenster.de](mailto:sids@uni-muenster.de) und im Internet unter [www.kindstod.org/index.html](http://www.kindstod.org/index.html)



Fotos: APOLL, baby-walz, Corbis



Die Juniorprofessorin **Birgit Liss** betreibt medizinische Grundlagenforschung. Nervenkrankte könnten schon bald von ihrer Arbeit profitieren.

# Power gegen Parkinson

Text: Florian Schwinn

„Sind sie nicht schön?“, fragt sie und schaut begeistert auf den Bildschirm des Elektronenmikroskops. Glatte graue Gebilde heben sich klar von der ebenfalls grauen, aber unstrukturierten Umgebung ab. Auf einem zweiten Bildschirm zeigt eine zuckende Messkurve, dass diese Gebilde gerade miteinander kommunizieren. Professorin Birgit Liss betrachtet einen Schnitt durch ein Mäusehirn. Das Präparat liegt in einer Nährlösung. Es lebt und enthält so genannte dopaminerge Neuronen. Das sind Nervenzellen, die mit dem Botenstoff Dopamin kommunizieren. Ihnen ist Birgit Liss mit ihrer fünfköpfigen Forschungsgruppe an der Universität Marburg auf der Spur.

Im Gehirn sind die dopaminergen Neuronen für fast alles zuständig, „was mit Emotionen und mit willkürlichen Bewegungen zu tun hat“, sagt die 33-jährige Professorin. Wenn der Idee, das Glas zu heben und dem Gegenüber zuzuprosten, der Griff zum Glas folgt, ist Dopamin im Spiel. Das

hat der Nobelpreisträger Arvid Carlsson schon Ende der fünfziger Jahre herausgefunden. Damals stellte er fest, dass die Nervenkrankheit Parkinson auf Dopaminmangel in speziellen Hirnregionen beruht. Die für Bewegungen wichtigen Neuronen sterben. Die Ursache der Parkinson-Krankheit ist noch immer weitgehend unklar – ebenso, warum nicht alle dopaminergen Neuronen absterben. Hier setzt die Grundlagenforschung von Birgit Liss und ihren Mitarbeitern an: „Wir wollen herausfinden“, sagt die Professorin,

## Wie schützen sich Zellen gegen das Gift?

„was die überlebenden Zellen von den absterbenden unterscheidet. Wie schützen sie sich vor dem Zelltod?“ Die Antwort auf diese Frage könnte einen neuen Hebel für die Entwicklung medizinischer Hilfe gegen Parkinson bieten. Der klinische Parkinson-Forscher Wolfgang Oertel, ebenfalls Pro-

fessor in Marburg, könnte die Ergebnisse seiner jungen Kollegin direkt umsetzen.

Das wäre der vorläufige Höhepunkt einer steilen Karriere. Nach ihrer Promotion am Zentrum für Molekulare Neurobiologie in Hamburg ging Birgit Liss an die Universität Oxford. Ein Ruf aus Marburg lockte sie zurück nach Deutschland. „Die Bedingungen waren einfach unschlagbar“, sagt sie.

Birgit Liss wurde Juniorprofessorin für Molekulare Neurophysiologie. Ihre Stelle soll demnächst in eine unbefristete C3-Professur umgewandelt werden. Vom Fachbereich Medizin bekam sie komplett renovierte Laborräume und ein Team. Ihre Forschung ist für die nächsten fünf Jahre durch Mittel der Hertie-Stiftung und des Bundesforschungsministeriums gesichert. „Die stehen einem auch sonst mit Rat und Tat zur Seite“, sagt Birgit Liss. Was sie noch nicht sagt: dass sie bald erste spannende Forschungsergebnisse erwartet – vielleicht schon im nächsten Jahr.

Der Chemiker **Manfred Anders** kämpft gegen den Zerfall der Bücher. Alle Schriften der letzten 160 Jahre sind bedroht.



## Rettung alter Schätze

Text: Sabine Sauer

„Die Verbindung von Chemie und Kultur ist eine wunderbare Aufgabe“, sagt Manfred Anders und streicht behutsam über einen abgegriffenen Buchdeckel. Der Titel lautet: „Die deutsche höhere Mädchenschule“, erschienen 1887. Er gehört zu den ersten 2000 Werken, die Anders nach dem Brand Anfang September in die Herzogin Anna Amalia Bibliothek nach Weimar zurückbringt. Anders, 42, leitet das Zentrum für Bucherhaltung in Leipzig. Der promovierte Chemiker ist ein Retter alter Schätze.

Oft fühlt er sich wie ein Rufer in der Wüste, denn abseits von Flut- und Feuerkatastrophen ereignet sich eine stille Apokalypse weit größeren Ausmaßes. Zwei Millionen alte Schriften in deutschen Bibliotheken dürfen nicht mehr für die Forschung genutzt werden. Rund 80 Millionen, davon 20 Millionen Unikate, werden in den nächsten Jahren folgen.

Ihr Tod kommt lautlos. Langsam frisst er sich durch das Papier und macht es mürbe. „Wenn Sie da eine Seite um-

blättern, bricht sie Ihnen auseinander“, sagt Anders. Der Grund: Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wandte man in der Papierherstellung ein neues Verfahren an. Anstelle von zerfaserten Lumpen benutzte man Holzschliff. Zur Festigung der Fasern diente Baumharz und Alaun, ein Doppelsalz aus Kalium-Aluminium-Sulfat. Das aber macht das Papier sauer: Die Zellulose zerbröckelt, das Wissen von 160 Jahren zerfällt.

Manfred Anders könnte es mit einer wahren Wundermaschine retten. In Leipzig steht eine so genannte Massen-

### Unser Wissen zerfällt

entsäuerungsanlage, auf die sein Unternehmen ein weltweites Patent hält. In einer riesigen Röhre werden die Bücher in einer alkalischen Lösung gebadet. Sie neutralisiert die Säure und stoppt die Zerstörung. „Leider ist die Chemikalie nicht billig“, sagt Anders. Je nach Gewicht kostet das Verfahren 10 bis 20 Euro pro Buch. Doch die

Bibliotheken haben kein Geld für ihre Patienten.

Erstmals erfuhr Anders als Student beim Jobben in einer Stuttgarter Buchbinderei von dem Drama. Damals beschloss er, ihm wissenschaftlich auf den Grund zu gehen. Nach der Promotion am Institut für Textil- und Faserchemie der Uni Stuttgart und einem Lehrauftrag ging es zum Zentrum für Bucherhaltung in Leipzig – zunächst als Leiter für Forschung und Entwicklung, später als Chef für das internationale Geschäft, schließlich als Geschäftsführer. „Wir werden in der ganzen Welt für diese Technologie bewundert“, sagt Manfred Anders. Er arbeitet mit seinen 20 Mitarbeitern beispielsweise für die „Library of Congress“ in Washington. „Bei uns müssen wir leider zusehen, wie alles kaputtgeht.“

Seit 15 Jahren werden Papiere gefahrlos synthetisch geleimt. „Wenn wir jetzt die alten Bücher behandeln“, sagt Anders, „dann sind wir bald mit dem Problem durch.“ Die Zeit drängt.

# Kühle Erkenntnisse

Schnee und Eis enthalten verblüffende Informationen. Wer sie versteht, kann Lawinenabgänge vorhersagen und Klimaprozesse besser beurteilen. Fotograf Frieder Blickle begab sich mit Forschern in frostige Gefilde.





**Schneeforschung** An einem Modell aus Plexiglas demonstriert Daniela Schmid vom Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos die Mikrostruktur von feinkörnigem Schnee aus den Schweizer Hochalpen. Die kunstvolle Nachbildung zeigt die 40fache Vergrößerung eines etwa drei Millimeter großen Schneeplättchens. Mit Hilfe einer speziell entwickelten Technik der Mikro-Computertomografie können die Schweizer Forscher Schneeproben aus dem Freiland schichtweise „röntgen“. Dabei beobachten sie, wie sich deren Form und Zusammensetzung unter bestimmten Temperaturen verändern. Wenn sie in einer Schneedecke auf großflächige Schichten mit besonders kantigen Kristallen und großen Luftzwischenräumen stoßen, ist das für die Wissenschaftler ein Alarmsignal: Dann herrscht am Berg akute Lawinengefahr.

## Polarforschung

Mit einer Spezialkamera macht ein Forschungstaucher des Alfred-Wegener-Instituts Aufnahmen unter dem antarktischen Schelfeis bei nahe null Grad Celsius. Damit er im Zwielicht des Eisschollenlabyrinths einen sicheren Rückweg findet, ist er über eine Leine mit einem Boot verbunden. Die Unterseite des Meereises ist ein Ökosystem, das trotz der extrem niedrigen Temperaturen vielen speziell angepassten Organismen einen Lebensraum bietet. Hier gedeihen pflanzliche und tierische Kleinstlebewesen, die von riesigen Schwärmen des bis zu sechs Zentimeter großen Krills abgeweidet werden. Diese Krebsart – deren Biomasse insgesamt größer ist als diejenige aller Menschen zusammen – findet zudem in den Rissen, Spalten und Höhlen Schutz vor ihren Fressfeinden. Im Sommer, wenn die geschlossene Eisdecke in einzelne Schollen zerbricht, strotzt die Meereiskante vor Leben. Für viele Fische, Wale, Vögel und Robben wird das Schelf dann zu einem regelrechten Schlaraffenland.





XR9/2

01

iab

N





## Erderkundung

Der Satellit „CryoSat“ der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) soll eine wichtige Frage der Klimaforschung klären: An welchen Stellen und in welchem Ausmaß schmilzt das Eis an den Polen unserer Erde? Mit Hilfe zweier Radarantennen wird die Eisdicke mit einer Genauigkeit von bis zu einem Zentimeter vermessen. Um das Hightech-Gerät auf seine Mission vorzubereiten, beschießen es die Ingenieure im IABG-Raumfahrt-Testzentrum in Ottobrunn mit energiereichen Blitzen, die die Sonneneinstrahlung auf der geplanten Umlaufbahn simulieren sollen. Nach dem Bestehen des Härtetests geht der Satellit zurück ins Integrationszentrum der mit dem Bau beauftragten Firma EADS-Astrium nach Friedrichshafen. Im Frühjahr 2005 soll „CryoSat“ von dem 800 Kilometer nördlich von Moskau gelegenen Weltraumbahnhof Plesetsk aus ins All geschossen werden.





## Klimaforschung

Bei minus 20 Grad Celsius bereiten die Geologin Ilka Hamann (l.) und die Geophysikerin Anja Lambrecht im Eislabor des Alfred-Wegener-Instituts in Bremerhaven den Abschnitt eines Eisbohrkerns aus Grönland zur Untersuchung vor. Er stammt aus einer 3085 Meter tiefen Bohrung, die die Forscher des internationalen Nordgrönland-Eiskern-Projekts (NGRIP) in den vergangenen acht Jahren auf dem Eispanzer der arktischen Insel durchgeführt haben. Mit dem Eiskern lässt sich der Klimaverlauf der nördlichen Erdhalbkugel über die letzte Eiszeit hinaus lückenlos rekonstruieren. Vergleichbar mit den Jahresringen eines Baumes enthält er klar unterscheidbare Schichten von Schneefällen der letzten 123 000 Jahre. Im dicht gepressten Kristallgitter der Eisstangen ist neben den Staubablagerungen auch die Luft aus einer Zeit eingeschlossen, als noch Mammuts und Wollnashörner über die Erde streiften. Die Proben aus den Tiefen des Grönlandeises ermöglichen erstmals genauen Einblick in eine Periode der Klimageschichte, die unserer jetzigen Warmzeit ähnlich ist.



# Der Querdenker

Albert Einstein gilt als Verkörperung des Genies und als der erste Weltstar der Wissenschaften. Sein 50. Todestag und das hundertjährige Jubiläum seines Wunderjahres 1905 machen 2005 zum Einsteinjahr.

Text: Rüdiger Braun

Der Mann hatte Humor: „Zwei Dinge“, sagte Albert Einstein einmal, „sind unendlich: das Universum und die menschliche Dummheit. Aber beim Universum bin ich mir nicht ganz sicher.“ Der Ausnahmewissenschaftler war nicht nur ein inspirierter und zielstrebigere Forscher, der der Welt die Relativitätstheorie bescherte und das Tor zur Quantenphysik aufstieß. Er imponierte als Geiger, engagierte sich für soziale Gerechtigkeit und Pazifismus, er war ein begehrter Redner und beliebter Interviewpartner, der stets einen hinter sinnigen Spruch parat hatte.

Einstein gab der kühlen, meist schwer verständlichen Wissenschaft ein menschliches Gesicht. Dabei taten sich selbst Fachleute schwer, seine Theorien nachzuvollziehen. Charlie Chaplin sagte einmal zu ihm: „Mich lieben alle Leute, weil sie alles verstehen, was ich sage. Und Sie lieben alle Leute, weil sie nichts von dem verstehen, was Sie sagen.“ Dennoch wirkte Albert Einstein mit seinen Ideen weit über die Wissenschaft hinaus. Seine Persönlichkeit inspirierte Maler, Filmemacher und Theaterleute. Sogar eine Oper wurde ihm gewidmet: „Einstein on the Beach“ von Philip Glass und Robert Wilson.

Einsteins Leistung war in der Tat revolutionär. Durch bloße Gedankenspielerie und elegante Mathematik hat er herausgefunden, dass Zeit, Raum und Materie nicht den fest gefügten Gesetzmäßigkeiten gehorchen, die die Menschen mit ihrer begrenzten Wahrnehmungsfähigkeit erleben. Er hat vielmehr gezeigt, dass unser Universum anders ist, als alle Naturwissenschaftler vor ihm es gedeutet hatten. Damit ließ die Wissenschaft endgültig das mechanistische Weltbild der Newtonschen Physik hinter sich.

Mit einem Feuerwerk von Ideen erlang der leidenschaftliche Denker im

Jahr 1905 seinen wissenschaftlichen Durchbruch. Es ging als „Einsteins Wunderjahr“ in die Geschichte ein. Im Alter von 26 Jahren veröffentlichte er gleich fünf grundlegende Arbeiten, die die Physik nachhaltig veränderten. Die Texte beschäftigten sich mit so unterschiedlichen Themen wie der Lichtquantenhypothese, dem Aufbau von Atomen, der Elektrodynamik bewegter Körper, der so genannten Brownschen Molekularbewegung und dem Verhältnis von Energie und Masse. Die erste Veröffentlichung brachte Einstein 1921 den Nobelpreis für Physik ein. Mit der zweiten wurde er 1906 an der Universität Zürich promoviert. Die dritte ist die Grundlage für die „Spezielle Relativitätstheorie“, mit der er die Vorstellungen von Raum und Zeit revolu-

die Zeit reif für einen grundlegenden Wandel im wissenschaftlichen Denken. Einstein habe diese Situation nutzen können, „weil er ein Querdenker war, weil er einfach anders kombiniert hat und einen besseren Überblick über das Wissen seiner Zeit hatte als viele seiner Kollegen“. Er verfügte nicht nur über exzellente physikalische Kenntnisse, sondern kannte sich auch gut in der Chemie, im Ingenieurwesen und in der Philosophie aus. Kant und Spinoza waren seine Favoriten. „Er war im besten Sinn interdisziplinär“, sagt Renn, „und hatte eine große Gabe, Dinge miteinander zu verknüpfen.“

Sein immenses Allgemeinwissen hatte Einstein einem glücklichen Umstand zu verdanken: Wie in vielen wohlhabenden jüdischen Familien – Einsteins Vater war Teilhaber einer kleinen Elek-



Einstein mit seiner Schwester Maja und 1890 am Luitpold-Gymnasium in München (vordere Reihe, Dritter von rechts)

tionierte. Die vierte Arbeit ist einer der meistzitierten Wissenschaftstexte und die fünfte die Herleitung der berühmtesten Physikformel überhaupt:  $E=mc^2$ .

Was hat dieses Wunder an Kreativität ermöglicht und den Mann befähigt, die Vorstellungen seiner Zeit derart radikal zu sprengen? Für Jürgen Renn vom Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin war

trotechnikfirma in München – lud man einmal pro Woche einen armen Schüler oder Studenten zum Essen ein. Der 21-jährige Medizinstudent Max Talmud kam erstmals im Jahr 1889 zu Besuch. Es war der Beginn einer intensiven Freundschaft. „Für den elf Jahre jüngeren Albert“, schreibt Einstein-Biograf Albrecht Fölsing, „scheint er so etwas wie einen Ersatzvater in geistiger Hinsicht dargestellt zu haben.“ →

## Lebensstationen Albert Einsteins

### 14. März 1879

Albert Einstein wird als erstes Kind von Hermann und Pauline Einstein in Ulm geboren.

### 1880

Die Familie siedelt nach München über. Ein Jahr später kommt Einsteins Schwester Maria zur Welt.

### 1885 – 1894

Einsteins Schulzeit in München. Im Juni 1894 zieht seine Familie aus geschäftlichen Gründen nach Mailand. Albert bleibt zunächst bei Verwandten in München, bricht aber im Dezember die Ausbildung am Luitpold-Gymnasium ab und geht nach Italien.

### 1895 – 1900

Einstein macht sein Abitur in Zürich und studiert am Eidgenössischen Polytechnikum „Fachlehrer in mathematischer Richtung“.

### 1901

Einstein wird Schweizer Staatsbürger. Er bestreitet seinen Lebensunterhalt mit verschiedenen Tätigkeiten als Aushilfslehrer.

### 1902

„Lieserl“, die Tochter von Miléva Marić und Einstein, wird in Novi Sad im damaligen Ungarn geboren. Im Jahr darauf heiraten die beiden. 1904 kommt ihr Sohn Hans Albert in Bern zur Welt.

### 1905

Einsteins „Wunderjahr“, in dem er gleich fünf bahnbrechende wissenschaftliche Arbeiten der Öffentlichkeit präsentiert. Eine davon wird als Dissertation an der Universität Zürich akzeptiert. Er entwickelt die berühmte Formel  $E=mc^2$ .

### 1909

Einstein wird Außerordentlicher Professor für Theoretische Physik an der Universität Zürich.

### 1910

Die Deutsche Universität in Prag nominiert Einstein als Ordinarius für Theoretische Physik. Sohn Eduard wird geboren.

### 1912

Einstein kehrt als Professor für Theoretische Physik an die Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich zurück.

### 1914

Vor Ausbruch des Ersten Weltkriegs trennen sich Einstein und Miléva Marić.

### 1917

Unter Leitung von Einstein nimmt am 1. Oktober das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Berlin die Arbeit auf.

### 1919

Einstein heiratet seine Cousine Elsa Löwenthal.

### 1921

Nobelpreis für Physik.

### 1932

Einstein wird an das in Gründung befindliche „Institute for Advanced Study“ in Princeton berufen und reist deshalb im Dezember in die USA. Nachdem die Nationalsozialisten im Januar 1933 die Macht ergreifen, beschließt er, nicht mehr nach Deutschland zurückzukehren.

### 1941

Im November Beginn des „Manhattan Project“ zur Entwicklung der Atombombe. Einstein ist nicht beteiligt, da er als Pazifist und Sozialist als Sicherheitsrisiko angesehen wird.

### 1955

Am 13. April stirbt Einstein in Princeton an einem Aortenaneurysma.

Talmud brachte dem „Albertle“ viele populärwissenschaftliche Bücher mit. Es folgten anspruchsvollere Werke wie beispielsweise von Immanuel Kant, Charles Darwin oder Alexander von Humboldt. Mit einem „Lehrbuch der ebenen Geometrie“ weckte er Alberts Liebe zur Mathematik. Der Junge verschlang die schwere geistige Kost „in atemberaubendem Tempo“, erinnerte sich Talmud.

In der Schule eckte der kluge Kerl freilich an. Militärischer Drill und dogmatisches Denken gingen ihm auf die Nerven. „Die Lehrer in der Elementarschule kamen mir wie Feldwebel vor und die Lehrer am Gymnasium wie Leutnants“, erinnerte er sich an seine Schulzeit. Immer wieder geriet Einstein mit seinen Paukern am Münchner Luitpold-Gymnasium aneinander. Manche empfanden ihn als „besserwisserisch“, „arrogant“ oder „aufsässige“. Einer seiner Klassenlehrer maßte gar, es werde „nie in seinem Leben etwas Rechtes aus ihm werden“. Sechs Jahre an diesem „autoritär geführten Gymnasium“ lehrten ihn, „wie sehr die Erziehung zu freiem Handeln und Selbstverantwortlichkeit jener Erziehung überlegen ist, die sich auf Drill, äußere Autorität

groß, als dass er dessen Theorien nicht kritisch hinterfragt hätte. Der rege philosophische und fachliche Austausch, den er seit seiner Züricher Studienzeit am Eidgenössischen Polytechnikum mit Freunden und seiner späteren Frau Miléva Marić in Diskussionszirkeln und Briefwechseln führte, bestärkte ihn darin. Mit seinen Freunden fühlte sich Einstein „völlig frei, unabhängig von den etablierten Lehrmeinungen alles in Frage zu stellen“, sagt der Wissenschaftshistoriker Jürgen Renn: „Es hat ihn sicherlich emotional und intellektuell gestärkt, die Meister seiner Zeit herauszufordern. Das hat viel mit seinem Rebellentum zu tun.“

Einstein blieb auch als erfolgreicher Professor unbequem. In den Berliner Jahren von 1917 bis 1933 engagierte sich der Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik für Pazifismus und soziale Gerechtigkeit. Die Nazis hasseten den linken Juden. Als Hitler am 30. Januar 1933 die Macht ergriff, weilte Einstein gerade in Kalifornien. Er beschloss, von der Reise nicht mehr nach Deutschland zurückzukehren. „Solange mir eine Möglichkeit offensteht, werde ich mich nur in einem Lande aufhalten, in dem politische Freiheit, Toleranz und Gleichheit aller Bürger vor dem Gesetz herrschen“,



und Ehrgeiz stützt“. Und in einem Brief aus seiner Jugendzeit ist zu lesen: „Autoritätsdusel ist der größte Feind der Wahrheit.“

Einschüchtern ließ sich der aufsässige Schüler allerdings nicht. Zu groß war sein Selbstbewusstsein, zu ausgeprägt der in seiner Familie gepflegte liberale Geist. Diese Respektlosigkeit half ihm auch, das naturwissenschaftliche Weltbild seiner Zeit in Frage zu stellen. Kein Professorenname war ihm zu

begründete Einstein seinen Entschluss in einer öffentlichen Erklärung. „Diese Bedingungen sind gegenwärtig in Deutschland nicht erfüllt.“ Das Land hatte für immer seinen großartigsten Kopf verloren.

Nachdem der deutsche Physiker auch als Professor in Princeton in den USA Furore machte, begannen Wissenschaftler sich für das Geheimnis seines außergewöhnlichen Intellekts zu interessieren. Mehrere Psychoanalyti-

## 2005 wird Einsteinjahr

Im Jahr 1905 veröffentlichte Albert Einstein gleich mehrere wissenschaftliche Arbeiten, die das Weltbild der Physik grundlegend veränderten. Vor allem die Relativitätstheorie revolutionierte unsere Vorstellungen von Raum und Zeit. Anlässlich des hundertjährigen Jubiläums des Einsteinschen Wunderjahres erklärte die UNESCO das Jahr 2005 zum „World Year of Physics“. Zudem jährt sich am 18. April nächsten Jahres der Todestag Albert Einsteins zum 50. Mal.

Die Bundesrepublik wird diese beiden großen Jubiläen mit einem Einsteinjahr feiern. Mit einer Reihe von Kulturveranstaltungen, Tagungen und Ausstellungen soll die Person Einstein und die Bedeutung seiner Ideen für die moderne Welt einer breiten Öffentlichkeit näher gebracht werden.

Ausgerichtet und koordiniert wird das Einsteinjahr 2005 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und der Initiative Wissenschaft im Dialog. Zentrale Akteure sind das Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin,

die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, die Deutsche Physikalische Gesellschaft, das Haus der Brandenburgisch-Preußischen Geschichte und das Einstein Forum.

Um der vielschichtigen Persönlichkeit Einsteins (Wissenschaftler, Musiker, Pazifist, jüdischer Bürger) gerecht zu werden, sollen Kunst und Wissenschaft auf vielfältige Weise verknüpft werden. So wird es unter anderem Filmprojekte, Theateraufführungen und ein Einstein-Quiz geben.

Ein Herzstück des Einsteinjahres wird die Ausstellung „Albert Einstein – Ingenieur des Universums“ sein. Ziel ist es, Albert Einstein als wohl bedeutendsten Wissenschaftler des 20. Jahrhunderts und herausragende Person der Zeitgeschichte noch bekannter zu machen. Sein Lebensweg wird vor dem Hintergrund der tief greifenden politischen und gesellschaftlichen Umwälzungen seiner Zeit beleuchtet. Die Ausstellung schlägt eine Brücke zwischen Wissenschafts- und Kulturgeschichte und eröffnet dem Besucher ein Verständnis des genialen Ausnah-



mewissenschaftlers, das über das traditionelle Bild Einsteins hinausgeht.

Das Konzept stammt vom Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, die Leitung hat Professor Jürgen Renn. Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, von der Kulturstiftung des Bundes sowie der Stiftung Deutsche Klassenlotterie Berlin.

Zu sehen sein wird die Ausstellung ab dem Frühjahr in Berlin im Kronprinzenpalais, Unter den Linden. Weitere Informationen im Internet: [www.einsteinjahr.de](http://www.einsteinjahr.de)



Von links nach rechts: Albert Einstein mit seiner ersten Frau Miléva Marić; vor der Bücherwand um 1920 in Berlin; mit seinen Freunden Michele Besso und Maurice Solovine vom Diskussionsclub „Akademie Olympia“; circa 1947 mit Robert Oppenheimer, dem „Vater der Atombombe“; im Gespräch mit Thomas Mann in Princeton 1938; mit Charlie Chaplin und seiner zweiten Frau Elsa in Los Angeles 1931

ker versuchten, ihn auf ihre Couch zu locken – ohne Erfolg. Das Interesse an Einsteins Fähigkeiten ging sogar so weit, dass der im Krankenhaus von Princeton arbeitende Pathologe Thomas Harvey unmittelbar nach Einsteins Tod am 18. April 1955 heimlich dessen Gehirn beiseite schaffte. Jahrzehntlang schnitt er daran herum, ohne jedoch besondere Erkenntnisse zu Tage fördern zu können. Erst als kanadische

Forscher die konservierte graue Masse vor fünf Jahren untersuchten, zeigte sich, dass der untere Scheitellappen von Einsteins Gehirn ungewöhnlich groß war – ein Hirnareal, in dem vor allem räumliche Vorstellungskraft und mathematisches Denken lokalisiert sind.

Einen besseren Einblick in Einsteins Genialität liefern jedoch Interviews, Briefe und Aufsätze, in denen er detailliert schildert, wie er denkt. In

einem Brief an den Mathematiker Jacques Hadamard bekennt er: „Die Wörter oder die Sprache, wie sie geschrieben oder gesprochen werden, scheinen in meinem Denkkapazität keine Rolle zu spielen. Die psychischen Einheiten, die als Elemente beim Denken dienen, sind gewisse Zeichen und mehr oder weniger klare Bilder, die nach Belieben erzeugt und kombiniert werden können.“ Es war, überlegt Gerald Holton, Professor für Geschichte →

der Naturwissenschaften an der Harvard University, „als habe er beim Denken mit den Teilen eines Puzzles gespielt“. Max Wertheimer, dem Begründer der Gestaltpsychologie, berichtete Einstein: „Ich denke überhaupt selten in Worten. Ich habe es in einer Art Überblick, gewissermaßen visuell.“

Die bildhafte Durchführung von „Gedankenexperimenten“ war eine von Einsteins Spezialitäten: Auf diese Weise sei er beispielsweise eines Tages im Jahr 1907 auf den „glücklichsten Gedanken meines Lebens“ gekommen: „Das Gravitationsfeld hat nur eine relative Existenz. Denn für einen vom Dache eines Hauses frei herabfal-

lenden Beobachter existiert während seines Falles in seiner unmittelbaren Umgebung kein Gravitationsfeld.“

Seine geistige Tätigkeit war offensichtlich wie ein Spiel oder wie Musik. Häufig gab es für ihn dabei kein konkretes Ziel, „sondern nur eine Gelegenheit, um sich der angenehmen Tätigkeit des Denkens hinzugeben“.

## „Große soziale Verantwortung akzeptieren“

Im 1stein-Interview äußert sich der englische Physiker Professor Sir Joseph Rotblat über das pazifistische Engagement Albert Einsteins und die Gefahr eines nuklearen Krieges

**1stein:** War die Abschaffung von Massenvernichtungswaffen ein zentrales Anliegen von Albert Einstein?

**Rotblat:** Ja. Einstein verbrachte vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg viel Zeit damit, pazifistische Ideen zu fördern. Zum Beispiel sah er es als notwendig an, so etwas wie eine Weltregierung zu schaffen, um die kriegerischen Konflikte in den Griff zu bekommen.

**1stein:** Kurz vor seinem Tod unterzeichnete er das Russell-Einstein-Manifest. Wie kam es zu diesem viel beachteten Friedensappell?

**Rotblat:** Den Anstoß gab ein Interview von Bertrand Russell am 23. Dezember 1954 bei der BBC. Russell beschloss daraufhin, Wissenschaftler von beiden Seiten des Eisernen Vorhangs für ein Statement zusammenzubringen, um eindringlich vor den Gefahren eines atomaren Krieges zu warnen. Er fragte unter anderem bei Einstein an, der sich sofort bereit erklärte mitzuwirken. Russell hatte das Statement noch nicht von Einstein zurückerhalten, als er am 18. April 1955 unterwegs von dessen Tod hörte. Doch als er nach Hause kam, fand er in seiner Post den Text mit Einsteins Unterschrift.

**1stein:** Im Manifest fordern Sie weltweit die Regierungen dazu auf, „friedliche Mittel zur Beilegung der Konflikte zu finden“. Sind wir in den letzten

50 Jahren dieser Forderung näher gekommen?

**Rotblat:** Manche Leute sind überzeugt, dass Krieg nicht abgeschafft werden könne. Ich bin viel optimistischer, weil ich seit dem Ende des Zweiten Weltkriegs große Fortschritte erkenne. Ich glaube, wir haben die Lektionen der beiden Weltkriege gelernt. Am besten zeigt sich das in Europa, das durch die Jahrhunderte ein permanenter Kriegsschauplatz war. Heute ist beispielsweise ein Krieg zwischen Deutschland und Frankreich, die einmal Todfeinde waren, undenkbar. Zudem setzen sich rund um den Globus in immer mehr Ländern demokratische Strukturen durch. Weitere wichtige Schritte zur Verminderung der Kriegsgefahr sind verbindliche internationale Abkommen.

**1stein:** Am 18. April nächsten Jahres ist der 50. Todestag von Albert Einstein. Aus diesem Anlass haben Sie kürzlich, zusammen mit rund 80 hochrangigen Wissenschaftlern aus aller Welt, einen Aufruf für ein internationales Einsteinjahr 2005 veröffentlicht. Darin erinnern Sie vor allem an das pazifistische Engagement des Physikers und fordern die Beseitigung aller Massenvernichtungswaffen. Wie akut ist aus Ihrer Sicht heute noch die Bedrohung durch Atomwaffen?



Der in Polen geborene englische Physiker Professor Sir Joseph Rotblat (95) war an der Entwicklung der ersten Atombombe beteiligt. Nach dem Abwurf der Bomben in Hiroshima und Nagasaki entwickelte er sich zum vehementen Kernwaffengegner. Für sein Engagement gegen Massenvernichtungswaffen erhielten er und die von ihm mitbegründete Pugwash-Bewegung 1995 den Friedensnobelpreis.

Rotblat ist der letzte noch lebende Unterzeichner des 1955 veröffentlichten Russell-Einstein-Manifests, in dem Bertrand Russell, Albert Einstein und neun weitere Wissenschaftler eindringlich vor den Gefahren einer atomaren Bewaffnung warnten.

**Rotblat:** Die Gefahr, dass Kernwaffen tatsächlich zum Einsatz kommen, war während des Kalten Krieges sehr hoch. Mit dem Ende des Ost-West-Konflikts ist dieses Risiko etwas abgeklungen.

**1stein:** Sollen sich Wissenschaftler Einstein zum Vorbild nehmen und sich stärker politisch engagieren?

**Rotblat:** Forschung spielt heute in allen Lebensbereichen eine immer wichtigere Rolle. Wissenschaftler müssen deshalb auch verstärkt die gesellschaftlichen Konsequenzen ihres Handelns bedenken und akzeptieren, dass sie eine große soziale Verantwortung tragen.

Interview: Rüdiger Braun  
Mitarbeit: Reiner Braun

Die Terahertzspektroskopie am Institut für Halbleitertechnik ermöglicht diesen Studentinnen den Blick auf schnelle Prozesse, etwa bei chemischen Reaktionen

Besonders in den technischen Disziplinen belegt die RWTH Aachen Spitzenplätze. Durch fachübergreifende Zusammenarbeit entstehen laufend neue Verfahren und Produkte.



# Heiße Quellen, coole Forschung

Text: Werner Paczian

Monika Fischler öffnet die Tür zur Nano-Welt. In Reagenzgläsern brodeln Flüssigkeiten, chemische Formeln zieren die Wände. Supermikroskope ermöglichen den Blick auf kleinste Teilchen. Könnte Monika Fischler eines ihrer Haare etwa 50 000-mal teilen, hätte sie die Ausmaße eines Nanometers hergestellt, den milliardsten Teil eines Meters. Am Institut für Anorga-

nische Chemie der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen werden Nano-Objekte hergestellt, analysiert und auf kommerzielle Anwendbarkeit geprüft. Das griechische Wort „nanos“ – Zwerg – gab der Technologie den Namen. Extrem kleine Abmessungen machen kaum vorstellbare neue Anwendungen möglich. „Auf einem Chip, der nicht

größer ist als eine Euro-Münze, können wir demnächst problemlos die gesammelte Weltliteratur speichern“, prognostiziert Professor Heinrich Kurz, Leiter des Instituts für Halbleitertechnik. Mehr Daten auf kleinstem Raum verbrauchen weniger Rohstoffe, zudem ist Informationsübermittlung mit Transistoren im Nanobereich energiesparender. 2050 wird die Kommunika- →

tionsbranche nach Schätzungen mit einem Zehntel des Ressourcenverbrauchs der neunziger Jahre auskommen.

Die 26-jährige Monika Fischler hat in Aachen ihr Diplom gemacht und will in knapp zwei Jahren ihre Promotion

### Gemeinsamer Nano-Nenner

abschließen. Die gebürtige Krefelderin hat sich vor Studienbeginn verschiedene Unis angeschaut – „Aachen war eine Bauchentscheidung.“ Den Wechsel in die Domstadt hat sie nicht bereut.

## Ausbildung für die Praxis

Gut 30 000 Studierende sind an der RWTH Aachen in über 65 Studiengängen und -fächern eingeschrieben, die mit Diplom, Magistergrad oder Staatsprüfung abschließen. Im Rahmen von Masterprogrammen, Aufbau- und Zusatzstudiengängen oder Graduiertenkollegs können weitere Qualifikationen erworben werden. Die Studienpalette der RWTH Aachen umfasst bis auf wenige Ausnahmen alle Fachrichtungen einer klassischen Universität. Mit rund 48 Prozent belegt der größte Teil der Studierenden Fächer der Ingenieurwissenschaften, etwa 16 Prozent studieren Naturwissenschaften, rund 27 Prozent der Studentinnen und Studenten sind in Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften eingeschrieben, rund 9 Prozent schließlich sind in Medizin oder Zahnmedizin immatrikuliert.

In den letzten Jahren wurden neue Studiengänge wie Abfallentsorgung (Diplom), Mikrosystemtechnik, Bioverfahrenstechnik sowie Bachelor- und Masterstudiengänge in Werkstofftechnik und Elektrischer Energietechnik eingerichtet. Vor allem Letztere sind als erste Bausteine eines Masterprogramms der RWTH gedacht, mit dem vorrangig ausländischen Studierenden ein attraktives Angebot gemacht werden soll. [www.rwth-aachen.de](http://www.rwth-aachen.de)

„Das Chemische Institut ist überschaubar und bietet eine hervorragende Ausbildung.“

Noch existieren Monika Fischlers Teilchen mehr in der Zukunft als in der Gegenwart, aber Nanotechnologie findet sich heute schon in unserem Alltag. Die winzigen Partikel helfen in Sonnencremes, die Haut vor ultravioletter Strahlung zu schützen. Kratzfeste Lacke, Licht und Wärme reflektierende Scheiben oder sich selbst reinigende Oberflächen beruhen auf Nanotechnologie. Auch in der Medizin werden demnächst neue Therapien mit ihrer Hilfe eingesetzt: Nanopartikel transportieren dabei als Trägermedien pharmazeutische Wirkstoffe punktgenau in die Körperzellen, die behandelt werden müssen.

„Die Nanotechnologie gehört zu den aufregendsten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts“, urteilt die promovierte Chemikerin Marion Franke. „Als Schlüsseltechnologie wird sie unsere Gesellschaft verändern.“ Weil die noch junge Wissenschaft nur interdisziplinär funktioniert, arbeiten in ihr beispielsweise Chemiker, Biologen und Physiker eng zusammen. An der RWTH wurde deshalb 2002 der „NanoClub“ gegründet.

Der Verein ist ein streng wissenschaftlicher Zusammenschluss von fünf Fakultäten, die mit dem Forschungszentrum Jülich und den Fraunhofer-Instituten kooperieren. „Wenn ein Mediziner von einem DNA-Strang redet, spricht ein Physiker von einer Molekülsuppe, weil er einen anderen Blickwinkel hat“, sagt Marion Franke, die die Arbeit des „NanoClubs“ koordiniert. „Bei uns werden die verschiedenen Wissenschaftler auf einen gemeinsamen Nano-Nenner gebracht.“ 40 Arbeitsgruppen forschen beispielsweise an winzigen Arbeitsspeichern oder der Miniaturisierung von Schaltern bis hinunter in den Bereich von wenigen Nanometern.

### Forschung mit Abstand

Interdisziplinäres Forschen gehört zum Alltag an der RWTH. In zehn Foren befassen sich Professoren verschiedener Fakultäten gemeinsam mit

Themen wie Weltraumforschung, Informatik oder Werkstoffen. Das Umweltforum etwa versteht sich als Plattform für gemeinsame Forschung und praktische Arbeit mit Wirtschaft und Verwaltung. „65 Profs der RWTH beteiligen sich inzwischen“, sagt Professor Peter Doetsch, Vorstandssprecher des Umweltforums. Der Experte für Abfallwirtschaft zieht an seiner Pfeife und meint: „Auch die Philosophen – die haben zum Thema Nachhaltigkeit eine Menge zu sagen.“

Doetsch will Umwelterziehung forcieren – die RWTH geht in die Schulen hinein –, aber auch ganz praktischen Naturschutz leisten: „Wir unterstützen den Freundeskreis Botanischer Garten.“ Der hat von der NRW-Regierung eine 6,5 Hektar große Fläche in einem Landschaftsschutzgebiet bekommen. Da findet Naturkundeunterricht für Kinder statt: am Teich, im Gewächshaus-Labor, auf den Streuobstwiesen – oder im rekonstruierten Karlsruhgarten. In der für Besucher jederzeit geöffneten Anlage wachsen regionale und exotische Kräuter, kleine Schilder verraten, welche. „Carum carvi“, ein Selleriegewächs, oder „Cucumis sativum“ aus der Kürbisfamilie. Karl der Große (747 – 814) persönlich hatte den Kräutergarten anlegen lassen.

30 deutsche Könige wurden in Aachen gekrönt. Der Kern des Aachener Doms wurde im achten Jahrhundert errichtet und 1978 als erstes deutsches Bauwerk in die UNESCO-Liste der Weltkulturgüter aufgenommen. Heute wird das studentische Leben auch von Aachens geografischer Lage im Dreiländereck zwischen Belgien, den Niederlanden und Deutschland geprägt. Maastricht und Lüttich liegen vor der Haustür, Brüssel und Paris sind mit Hochgeschwindigkeitszügen schnell zu erreichen. Von den gut 30 000 Studierenden an der RWTH sind knapp 20 Prozent Ausländer aus über 130 Nationen. Fast die Hälfte der Studierenden belegt Fächer der Ingenieurwissenschaften.

Wenn auf der A 44 in Höhe Aachen-Lichtenbusch ein roter LKW bei strahlendem Sonnenschein künstlichen Regen erzeugt, ist das IKA im Spiel: Experten vom Institut für Kraftfahrzeugwesen und Automobiltechnik testen

Autos, die mit Abstandssensoren ausgestattet sind. Der mit Wassertanks bestückte LKW fährt voraus und erzeugt Platz- oder Sprühregen. Dahinter rollt ein PKW mit den Sensoren. Sie sorgen automatisch dafür, dass je nach „Wetterlage“ der optimale Sicherheitsabstand eingehalten wird. In der Praxis können mit der Technik demnächst Rambos auf deutschen Autobahnen gebremst werden.

## Praktische Anwendungen im Maschinenbau

Bei der Entwicklung von Fahrer-Assistenzsystemen ist das IKA bundesweit in der Spitzengruppe. „In Zukunft wird es vom Lenkrad zum Rad keine mechanische Verbindung mehr geben, es läuft nur noch über elektronische Signale“, sagt Andreas van der Sand, Oberingenieur beim IKA. Die so genannte „aktive Lenkung“ greift in Sekundenbruchteilen ein, wenn das Fahrzeug etwa ins Schleudern gerät. Und auch das Einparken wird einfacher: Ein mit Sensoren ausgestatteter Wagen fährt langsam an der Parklücke vorbei, tastet den freien Raum ab und platziert den PKW anschließend führerlos an der zuvor berechneten Stelle.

Von 120 Vollzeitangestellten beim IKA sind 60 Ingenieure. Sie basteln unter anderem an Hybridfahrzeugen, die von einem kombinierten Verbrennungs- und Elektromotor angetrieben werden. „Der nächste Schritt ist die reine Brennstoffzelle, mit der Verbrauch und Abgase deutlich reduziert werden können“, sagt van der Sand und zeigt auf einen schwarzen Test-BMW. „Hier haben wir über beiden Vorderrädern Drucksensoren eingebaut. Wird das Fahrzeug von einer Windböe erfasst, steuert es automatisch gegen.“ Erprobt werden die IKA-Neuentwicklungen auf einer eigenen Teststrecke. Das Institut arbeitet eng mit Autokonzernen wie Audi oder Hyundai aus Korea zusammen.

Unter dem Motto „Wirtschaftsnähe ohne Abhängigkeit“ pflegt die RWTH traditionell gute Beziehungen zur Industrie. 2003 standen 140 Millionen Euro Drittmittel zur Verfügung – bundesweit Spitze. Kooperationen beste-

hen mit Weltunternehmen wie Siemens und Thyssen-Krupp, und Stiftungsprofessuren aus der Wirtschaft von Philips, Henkel oder der Deutschen Post unterstützen das RWTH-Forschungsziel: knallharte praktische Anwendungen zu finden. Die angehenden Entsorgungingenieure fahren zum Beispiel zu Bauschutt-Firmen, nehmen dort Proben, analysieren sie an der RWTH und diskutieren erkannte Probleme anschließend mit der Industrie.

Julian Epp studiert im 5. Semester Maschinenbau. „Aachen hat auf dem Gebiet einen besonders guten Ruf, deswegen bin ich hier.“ Der 22-Jährige liebäugelt mit einer Spezialisierung auf Luft- und Raumfahrttechnik. Am Aachener Institut untersuchen Forscher am Rotorprüfstand die Hubschrauber-Aerodynamik, simulieren in einem Unterschallwindkanal den Schweb- und Vorwärtsflug oder testen in einem schalltoten Raum die Lärmemission von Triebwerken.

Neben der fundierten Ausbildung schätzt Julian Epp den Standort Aachen auch in seiner Freizeit. „Ich spiele Inline-Hockey. Das wird von der Uni angeboten.“ Rund 10 000 Studierende schwitzen jede Woche im Hochschulsportzentrum. 80 unterschiedliche Sportarten stehen hier auf dem Programm.

Demnächst werden alle studentischen Dienstleistungen unter einem Dach untergebracht sein. Mitten im Hochschulviertel entsteht ein zentrales Service-Center für Studierende, das die verwaltungstechnische Betreuung während des gesamten Studiums bietet – einmalig in der deutschen Hochschullandschaft.

Noch sieht es auf dem Bauplatz aus wie auf einem texanischen Ölfeld. Ingenieure haben in mehreren Monaten einen Bohrer bis in 2500 Meter Tiefe getrieben. Zur Sicherung der Wärmeversorgung des Service-Centers wird Erdwärme als Energiequelle genutzt. Rund 80 Prozent des Wärme- und



Uni mit Herz und Verstand:  
Der akademische Nachwuchs ist hoch qualifiziert und verantwortungsbewusst

Kältebedarfs im neuen Gebäude können so abgedeckt werden. Damit vermeidet die RWTH jährlich den Ausstoß von mehr als 300 Tonnen CO<sub>2</sub>.

An dem Projekt demonstrieren zahlreiche Fachinstitute der RWTH interdisziplinär ihre Leistungsfähigkeit auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien.

Die Idee zur Nutzung von Erdwärme ist in Aachen nicht neu – schon die Römer und Karl der Große genossen die natürlich-warmen Quellen als Militärbad. Für Professor Burkhard Rauhut, Rektor der RWTH, ist das Energiekonzept zukunftsweisend. „Wir zapfen einfach ein bisschen die Hölle an.“



## Forschungslabore:

# Schubkraft für die Schulen

Naturwissenschaftler sorgen sich um den Nachwuchs. Mit viel Engagement und guter technischer Ausrüstung bieten sie in Schülerlaboren Forschung zum Anfassen.

Text: Sabine Böhne

Als sich der Flugkapitän in 15 000 Meter Höhe über der Nordsee aus dem Cockpit meldet, wird es ernst. „Pull up“, „volle Schubkraft“, tönt seine Stimme aus dem Lautsprecher. Stefanie Kretschmann legt sich an Bord des Forschungs-Airbus A300 auf den mit Schaumstoff gepolsterten Boden. Neben ihr schwimmen in einem Spezialbehälter winzige Pantoffeltierchen. Die 18-jährige Oberstufenschülerin aus Köln wird das Verhalten der Einzeller unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit untersuchen. Zunächst muss sie jedoch einen extremen Steigflug aushalten. Der Pilot reißt die Maschine in die Höhe. Bei einem Steigungswin-

kel von 47 Grad stoppt er die Turbinen abrupt. Wie ein Ball in der Luft beschreibt das Flugzeug nun die Bahn einer Parabel. Was dabei passiert, ist ein physikalisches Phänomen: Der Airbus ist für kurze Zeit langsamer als seine Fracht, die eben noch der starken Beschleunigung ausgesetzt war. Passagiere, Versuchstiere und alles, was nicht angebunden ist, eilen deshalb gleichsam dem Flugzeug voraus. An Bord herrscht für etwa 22 Sekunden Schwerelosigkeit. Stefanie Kretschmann spürt, wie ihr Körper leicht wird und sich vom Boden löst. „Ein tolles Gefühl, da kann man einfach nur lachen.“

Stefanie Kretschmann ist eine von rund 30 Schülern, die im Herbst 2004 erstmals an einer Parabelflugkampagne des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) teilgenommen haben. Das fliegende Forschungslabor wird bei jedem Flug von rund 40 Wissenschaftlern für Experimente unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit genutzt. Biologinnen und Materialforscher sind mit ihren Versuchsgeräten ebenso an Bord wie Medizinerinnen und Sportwissenschaftler.

Vier Monate lang haben sich die Zwölfklässler in ihrer Freizeit auf das Projekt vorbereitet. Sie haben die Gesetze der Schwerkraft gelernt und das



Stefanie Kretschmann erlebt die Schwerelosigkeit während eines Parabelflugs

Schwimmverhalten von Pantoffeltierchen studiert. Und sie haben gemeinsam mit ihren Betreuern vom DLR die Fragestellung für ihren Versuch entwickelt: Wie nehmen Einzeller die Erdanziehungskraft wahr?

Nur drei Schüler durften mitfliegen. Ihre Altersgenossen blieben am Boden – und erlebten wissenschaftliche Höhenflüge. „Wir mussten ein Referat über den aktuellen Stand der Forschung halten und die ganze Literatur auf Englisch lesen“, sagt der schlaksige Niklas aus Bonn, als müsse er selbst über seine Leistung staunen. Dann fügt er cool hinzu: „Nachdem ich die ersten hundert Fachbegriffe übersetzt hatte, war’s eigentlich ein Klacks.“

Auch für Richard Bräucker, Leiter des Schülerlabors „DLR\_School\_Lab“ in Köln-Porz und Initiator des fliegenden Klassenzimmers, ging die Rechnung auf: „Wir müssen unseren Nachwuchs pflegen. Mit den Parabelflügen erregen wir in den Schulen viel Aufmerksamkeit.“

Freude am Forschen kommt immer öfter auch am Boden auf. Im Schülerlabor des DLR in Köln-Porz erlebt Richard Bräucker jeden Tag, wie sich Jugendliche für Physik und Chemie begeistern. Es ist ja auch spannend,

was sie in der lichten Halle mit den raffinierten Versuchsanlagen alles anstellen können. In einem Modellreaktor testen sie, wie man mit Ameisensäure verseuchtes Wasser durch Licht reinigt. An einem kleinen Strömungskanal erkunden sie den Lärm von Flugpropellern und die neueste Technik der Schallreduzierung. Viele brennen nach einem Tag im Schülerlabor darauf wiederzukommen. „Die

### Nicht nur zuhören – selbst was machen

fragen, ob sie bei uns ihr Praktikum machen können“, sagt Richard Bräucker. „Sogar in den Ferien stehen die hier vor der Tür.“

Immer mehr Forschungszentren und Hochschulen bieten Forschung zum Anfassen. Sie reagieren damit auf das verbreitete Desinteresse von Schülern und Studierenden an Naturwissenschaft. Wo in der gymnasialen Oberstufe Jungen und vor allem Mädchen scharenweise die Fächer Chemie und Physik abwählen, verschaffen die Schülerlabore mit ihrem authentischen Ambiente und ihren praktischen Forschungsaufgaben ganz neue Aha-Erlebnisse. „In der Schule müssen wir

nur zuhören. Hier können wir endlich mal was machen“, sagt die 15-jährige Christin aus Hamburg, als sie im GKSS Forschungszentrum in Geesthacht im weißen Kittel mit Hilfe einer kleinen Brennstoffzelle Strom erzeugt.

Ob in Berlin oder in Bielefeld, in Göttingen oder Greifswald: Rund 150 Schülerlabore gibt es mittlerweile in Deutschland. Vor allem die Helmholtz-Gemeinschaft mit ihren 15 Forschungszentren hat den Aufbau mit Mitteln des Bundesbildungsministeriums systematisch vorangetrieben (siehe auch Kasten Seite 29). Mehr als sechs Millionen Euro investierte sie bislang in die Ausstattung und das Personal.

Von den Laborplätzen können viele Lehrerinnen und Lehrer nur träumen. „In der Schule haben wir vielleicht gerade mal ein Demo-Gerät fürs Pult“, sagt der Hamburger Physiklehrer Harald Meyer-Soenke, während sich seine Schüler gerade im Labor Quantensprung in Geesthacht über ihre üppig ausgestatteten Arbeitstische beugen. Zwei Jugendliche teilen sich ein Experimentier-Set. Von der Schutzbrille über den Minipropeller bis zum Notebook fürs Kurvendiagramm enthält es alles, was das junge Tüftlerherz begehrt. →



Meist einen Schultag lang widmen sich die Klassen unter Anleitung von Wissenschaftlern einem speziellen Forschungsthema. Im Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) in Hamburg messen beispielsweise Zehntklässler die radioaktive Strahlung von Uranquarz. Im Gläsernen Labor in Berlin-Buch erproben schon Elfjährige den genetischen Fingerabdruck. Im KUBUS-Schülerlabor in Leipzig-Halle erforschen Oberstufenschüler die Möglichkeiten der Luftreinhaltung. Daneben gibt es vielerorts Ferienprogramme und Workshops.

Im Schülerlabor wird das Experimentieren zum packenden Erlebnis

Das Konzept ist überall gleich: „Wir zeigen aktuelle Forschung und holen nicht irgendwelche Experimente aus dem Keller“, sagt Richard Bräucker, der sein Labor am liebsten auch für Grund- und Vorschüler öffnen würde. „Die sind besonders neugierig auf die Versuche.“

### Großer Andrang von Jungen und Mädchen

Der Erfolg gibt ihm und seinen Kollegen Recht. Die Nachfrage ist groß. Im Hamburger DESY experimentieren beispielsweise jedes Jahr 3500 Schüler. Im Forschungszentrum GKSS in Geest-

hacht sind es genauso viele, Tendenz steigend. „Lehrer, die einmal hier waren, melden sich immer wieder an“, sagt Michael Buchsteiner, Leiter des Schülerlabors in Geesthacht. „Wir sind jetzt schon für das gesamte Schuljahr ausgebucht.“ Die Braunschweiger Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF) bekam kürzlich sogar Besuch von einem Biologie-Leistungskurs aus dem entfernten Freiburg im Breisgau. „Die waren hier drei Tage auf Klassenfahrt und haben die Bestandteile von Wurst analysiert“, sagt Iris Eisenbeiser vom Biotechnologischen Schülerlabor BioS. „Nächstes Jahr wollen sie wiederkommen.“





Dr. Ulrich Scheller vom Gläsernen Labor in Berlin-Buch erklärt den Aufbau der DNA. Kinder staunen über eine Dampfmaschine im GKSS-Forschungszentrum in Geesthacht.

Was die Experten am meisten verwundert: Der Funke springt bei Jungen und Mädchen gleichermaßen über. Anders als im Chemie- und Physikunterricht an der Schule sind die Mädchen im Labor genauso gebannt bei der Sache wie ihre männlichen Klassenkameraden. Das ist das Ergebnis einer Studie, die die Doktorandin Katrin Engeln am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel durchgeführt hat. „Wir hätten nicht gedacht, dass der Effekt so stark ist“, so Professor Manfred Euler, Betreuer des Projekts. Die Mädchen, vermutet Euler, wollen stärker noch als die Jungen Zusammenhänge erkennen und verstehen. Im Schulunterricht gehe es dagegen darum, jede Menge Stoff zu pauken. Das große Ganze erschließe sich erst am Ende der Schulzeit. „Bis dahin sind die meisten längst ausgestiegen.“ Stefanie Kretschmann von der Erzbischöflichen Ursulinenschule in Köln will dranbleiben. Die 18-Jährige hat als Leistungskurs Biologie gewählt, der Parabelflug hat ihr Interesse nachhaltig vertieft: „In die Forschung zu gehen wär schon sehr verlockend.“

## Forschen in der Helmholtz-Gemeinschaft

Wer auch in Zukunft Spitzenleistungen erbringen will, muss sich beizeiten um den Nachwuchs kümmern. Die Helmholtz-Gemeinschaft will mit ihren 18 Schülerlaboren das Interesse an Naturwissenschaften wecken und Schülerinnen und Schüler für die Forschung begeistern.

Die größte deutsche Wissenschaftsorganisation, benannt nach dem Physiker Hermann von Helmholtz, betreibt Grundlagenforschung im Auftrag des Staates. 24 000 Mitarbeiter erbringen in 15 Forschungs-

zentren wissenschaftliche Spitzenleistungen. Die Gemeinschaft will dazu beitragen, die Lebensgrundlagen des Menschen zu erhalten und zu verbessern. Ihr Arbeitsspektrum reicht von Energie und Umwelt über die Medizin bis zu Schlüsseltechnologien, Verkehr und Weltraum.

Die Schülerlabore sind hervorragend ausgestattet und bieten Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Altersstufen einen praktischen Einblick in aktuelle Forschungsaufgaben. 1stein gibt einen Überblick.

### Berlin

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin-Adlershof: [www.schoollab.dlr.de](http://www.schoollab.dlr.de)

Max-Delbrück-Centrum für molekulare Medizin (MDC), Berlin-Buch: [www.glaesernes-labor.de](http://www.glaesernes-labor.de)

### Braunschweig

Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF): [www.gbf.de/bio-s/index.html](http://www.gbf.de/bio-s/index.html)

### Bremerhaven

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)  
[www.awi-bremerhaven.de/ClickLearn](http://www.awi-bremerhaven.de/ClickLearn)

### Geesthacht

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)  
[www.schuelerlabor.gkss.de](http://www.schuelerlabor.gkss.de)

### Göttingen

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR): [www.schoollab.dlr.de](http://www.schoollab.dlr.de)

### Hamburg

Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)  
[www.desy.de/physik.begreifen](http://www.desy.de/physik.begreifen)  
TU Hamburg-Harburg  
[www.dlr-schoollab-hamburg.de](http://www.dlr-schoollab-hamburg.de)

### Heidelberg

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)  
[www.life-science-lab.de](http://www.life-science-lab.de)

### Jülich

Forschungszentrum Jülich (FZJ)  
ab Januar 2005  
[www.fz-juelich.de/schuelerlabor](http://www.fz-juelich.de/schuelerlabor)

### Karlsruhe

Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)  
[www.fortbildung.fzk.de](http://www.fortbildung.fzk.de)

### Köln

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln-Porz: [www.schoollab.dlr.de](http://www.schoollab.dlr.de)

### Leipzig

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ): [www.kubus-schuelerlabor.de](http://www.kubus-schuelerlabor.de)

### München

GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF), München-Neuherberg: [www.gsf.de/gsf-lab](http://www.gsf.de/gsf-lab)

### Oberpfaffenhofen

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR): [www.schoollab.dlr.de](http://www.schoollab.dlr.de)

### Potsdam

Geoforschungszentrum Potsdam  
[www.gfz-potsdam.de](http://www.gfz-potsdam.de)

### Stuttgart/Lampoldshausen

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR): [www.schoollab.dlr.de](http://www.schoollab.dlr.de)

### Zeuthen in Brandenburg

Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)  
[www-zeuthen.desy.de](http://www-zeuthen.desy.de)

Daneben betreiben zahlreiche Universitäten und Hochschulen den Ausbau von Schülerlaboren, zum Beispiel:

Universität Bielefeld, Teutolab: [www.teutolab.de](http://www.teutolab.de)

Johannes Gutenberg-Universität Mainz, NaT-Lab: [www.nat-schuelerlabor.de](http://www.nat-schuelerlabor.de)

Die Robert-Bosch-Stiftung fördert mit der Initiative NaT-Working die Kooperation zwischen Schülern und Wissenschaftlern, Lehrern und Universitäten oder Fachhochschulen. Unterstützt werden Praktika, Seminare, Sommerschulen oder Schülerkongresse zu naturwissenschaftlichen Themen: [www.bosch-stiftung.de/natworking](http://www.bosch-stiftung.de/natworking)



# Deutschlands Zukunftszentren

Unser Standort ist hoffnungslos veraltet? Von wegen! Überall im Land entwickeln Forscher und Unternehmer gemeinsam neue Produkte und Technologien von Weltniveau. Rund 120 Kompetenznetze bringen die Akteure zusammen. Ob in Medizintechnik oder Lasertechnologie – die Allianzen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft funktionieren wie Keimzellen des regionalen Wachstums: Um sie herum entsteht eine Zulieferindustrie mit vielen neuen Arbeitsplätzen. 1stein stellt beispielhaft fünf dieser Innovationsfelder vor.

## Medizintechnik im Rhein-Ruhr-Gebiet



Text: Edgar Lange

Bert Hollmann\* war erleichtert. Nur wenige Tage nach einer komplizierten Bauchoperation durfte der Mann die Klinik schon wieder verlassen. Als Patient des Kompetenz- und Servicezentrums für Telemedizin und Traumatologie an der Ruhr-Universität Bochum (TELTRA) muss er auch da-

heim nicht auf ärztliche Beobachtung verzichten. Dafür sorgen eine Digitalkamera und ein Patientenrechner: Hollmann fotografiert zu Hause regelmäßig seine Wunde und übermittelt dem Arzt die Bilder. Der behält jederzeit den Überblick über den Heilungsprozess und kann notfalls eingreifen.

Für die Zukunft planen die Forscher, über Sensoren auch Puls und Blutdruck der Patienten online zu überwachen.

TELTRA gehört zum Verbund BioMedTech Ruhr, dem sich auch die Forscher des Kompetenzzentrums Medizintechnik



Hamburg – The place for aviation

Luftfahrt in Hamburg



nanotechnology

CE "Ultrathin Functional Films"

Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr

Photonic-Net  
Kompetenznetz Optische Technologien



Chipherstellung in Dresden

Optische Technologien im Raum Göttingen



Teltra

Lasertechnologie rund um Stuttgart



KOMPETENZ NETZ  
LASER TECHNİK SÜDWEST

Photonics BW  
Kompetenznetz Optische Technologien

Fotos: AMTC, Carl Zeiss, Infineon, KMR, Lufthansa Technik



In Reinräumen, wie hier im Maskenhaus Dresden, herrschen aufwendige Produktionsbedingungen

Ruhr (KMR) angeschlossen haben. Gemeinsam entwickeln sie Innovationen auf dem Gebiet der Medizintechnik zu marktreifen Geräten. In diesem Sektor wird die Hälfte des Umsatzes mit Produkten erzielt, die jünger als zwei Jahre sind. Das jährliche Umsatzwachstum liegt bei traumhaften 6,4 Prozent. Das KMR hat sich auf hochmoderne Ultraschallverfahren spezialisiert: Farbige Elastogramme eines digitalen Ultraschallgeräts liefern weit bessere Bilder als die bisherigen Schwarzweißaufnahmen. Mit Hilfe eines computer-gesteuerten Geräts lässt sich nun auch erstmals gefährlicher Hautkrebs mit hochfrequentem Ultraschall aufspüren.

In der Medizintechnik ist Deutschland weltweit Marktführer. Daran hat der Aachener Raum und das nahe gelegene Ruhrgebiet großen Anteil. Drei Medizintechnik-Kompetenzzentren und die RWTH Aachen sitzen eben-

so an Rhein und Ruhr wie das Forschungszentrum Jülich, drei Fraunhofer-Institute sowie mehr als 150 medizintechnische Unternehmen. „Für Deutschland ist es besonders wichtig, noch vor den internationalen Wettbewerbern Forschungsergebnisse in Markterfolge umzusetzen“, sagt der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft Hans-Jörg Bullinger.

Wie das geht, beweist auch das Aachener Kompetenzzentrum für Medizintechnik. Zahlreiche junge medizintechnische Spezialfirmen haben sich hier angesiedelt: Bei Operationen soll es künftig keine großen, verletzenden Schnitte mehr geben, sondern schonende, minimal invasive Methoden. So wird beim neuartigen Thermoablationsverfahren zur Krebsbekämpfung das kranke Gewebe mittels einer haardünnen aktiven Nadelspitze durch hochfrequenten Wechselstrom auf Temperaturen bis zu 100° C erhitzt. Dadurch wird der Tumor gezielt zerstört.

Daneben gibt es neuerdings winzige Blutpumpen. Sie werden in die Arterie eingepflanzt und unterstützen mechanisch die Herzfunktionen nach einem Infarkt. Mediziner träumen bereits von Molekularmaschinen, die im Körper selbst Diagnosen erstellen und anschließend operieren können.

### Optische Technologien im Raum Göttingen

Klein ist in vielen Technologien Trumpf. Voraussetzung für die Miniaturisierung sind stets kleiner und leistungsfähiger werdende Computerchips. Für die fotolithografische Erzeugung derart filigraner Leiterbahnen reichen jedoch die heutigen Lichtquellen längst nicht mehr aus. Benötigt werden Verarbeitungssysteme für extrem ultraviolettes Licht (EUV). Einen Leuchtturm dieser innovativen Technik bildet neben der Region Jena das Dreieck Göttingen, Braunschweig, Wetzlar. Hier ist neben dem Carl Zeiss-Werk und dem Laser-Laboratorium Göttingen (LLG) auch die Göttinger Lambda Physik ansässig, Weltmarktführer für die mit UV-Licht arbeitenden Excimer-Laser. Sie hat eine durch das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik entwickelte EUV-Gasentladungslampe zur Serienreife gebracht.

Im PhotonicNet, einer interdisziplinären Kooperation von Firmen, Hochschulen und Forschungsinstituten aus der Region, bringt man ebenfalls Forscher und Anwender für die innovative Weiterentwicklung optischer Technologien zusammen. Dazu gehört auch, dass Lichtmikroskope nach einem Boom der Elektronenmikroskopie inzwischen wieder zu neuer Blüte gelangen, wie Hans-Jürgen Hartmann, Geschäftsführer von PhotonicNet, weiß. Diese bieten jetzt viel weitergehende Möglichkeiten als früher – beispielsweise die Untersuchung von Stoffwechselprozessen in lebenden Zellen. Im Elektronenmikroskop sind derartige Betrachtungen jedoch nicht möglich, weil die Proben zuvor geschnitten oder mit Gold bedampft werden müssen. Mit dem mikroskopischen Verfahren ApoTome können Mitarbeiter vom Carl Zeiss-Werk in Göttingen etwa lebendes Material, das zuvor markiert wurde, sehr schnell in höchster Qualität darstellen. Das Verfahren hilft beispielsweise bei der dreidimensionalen Präsentation von Nervenzellen. Bei der Fluoreszenzmikroskopie schleusen Wissenschaftler dafür ein grün leuchtendes Quallenprotein in lebende Zellen und beobachten dessen Verteilung.

### Lasertechnologie rund um Stuttgart

Zu den optischen Technologien zählt auch die Lasertechnik in der Produktion – eine deutsche Paradedisziplin. Wer heute zum Beispiel einen Neuwagen kauft, ahnt kaum, wie sehr Licht schon bei der Blechbearbeitung zum Einsatz kommt. Zu kraftvollen Laserstrahlen gebündelt, vermag es Stahlteile zu schneiden und zu schweißen. Die Vorteile gegenüber herkömmlichen Verfahren: Laserstrahlen sind hervorragend steuerbar. Sie arbeiten präzise und berührungslos. Industrieunternehmen sparen dadurch bei der Herstellung von Maschinen Kosten und Zeit. Elf Kompetenznetze bündeln das Know-how von Wissenschaft und Wirtschaft auf diesem Gebiet. Das Ergebnis: Produkte der Weltklasse.

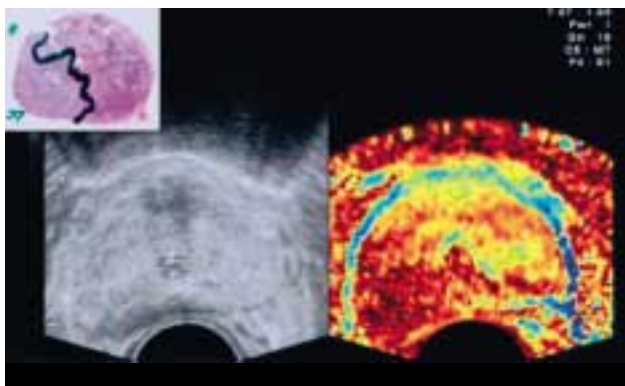
Allein im Raum Stuttgart haben sich 40 Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft mit über 5000 Arbeitsplätzen

zum Kompetenznetz Lasertechnik Südwest verbunden. Laser mit einer Leistung von bis zu 40 Kilowatt stellt beispielsweise die Trumpf AG, Weltmarktführer für Laserbearbeitungsanlagen, in Ditzingen bei Stuttgart her. Zusammen mit dem Netzwerk „Photonics“ Baden-Württemberg hat sich damit im Ländle eine der bedeutendsten Regionen für Lasertechnologie etabliert. Derzeit beträgt der Umsatz mit optischen und Lasertechnologien weltweit rund 80 Milliarden Dollar. 2013 sollen es schon 500 Milliarden Dollar sein. Deutsche Hersteller halten weltweit 40 Prozent Marktanteile bei den Laserstrahlquellen für die Fertigung. „Die industrielle Lasertechnik ist zum Standortfaktor in Deutschland geworden“, sagt Peter Wirth, Chef von Rofin-Sinar, dem Technologieführer für Laserbearbeitungsanlagen.

### Luftfahrt in Hamburg

Enorme Vorteile bietet das Laserschweißen auch beim Bau von Flugzeugrümpfen – zum Beispiel im Hamburger Airbus-Werk. Dort werden die vorderen und hinteren Rumpfsektionen des Airbus A380, des größten je gebauten Verkehrsflugzeugs, montiert. Nicht zuletzt deswegen ist die Region um Hamburg zum weltweit drittgrößten Standort der zivilen Luftfahrtindustrie avanciert: 30 000 Beschäftigte leben direkt von der Luftfahrt. Um die Global Player Airbus, Flughafen Hamburg AG und Lufthansa Technik – mit der größten Werkstatt für Triebwerke außerhalb der USA – gruppieren sich rund 300 kleine und mittlere Luftfahrtzulieferunternehmen. Zu denen zählt etwa das Kunststoffzentrum CFK-Leichtbau Stade. Dort werden die kohlefaserverstärkten Kunststoffelemente (CFK) für die mächtigen Leitwerke des A380 gefertigt. Dieses neue Material ist besonders widerstandsfähig, korrosionsbeständig und leicht. Gegenüber der Aluminiumbauweise ist eine Gewichtsreduzierung von bis zu einem Drittel möglich. Bereits heute beträgt der Anteil der Faserverbundstrukturen im Flugzeugbau rund 20 Prozent. Beim Airbus A380 wird diese Marke deutlich überschritten.

Ein Musterbeispiel für die Kooperation von Wirtschaft und Wissenschaft



Ein modernes Echtzeit-Elastogramm eines digitalen Ultraschallgeräts (rechts) im Vergleich zu einem konventionellen Ultraschallbild

Quelle: KMR

ist die seit zehn Jahren bestehende Zusammenarbeit der Airbus Deutschland mit der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH). Gemeinsam haben die Partner das Technologiezentrum Hamburg-Finkenwerder (THF) errichtet. Es bietet eine leistungsfähige luftfahrtbezogene Forschungsinfrastruktur.

Die räumliche Verzahnung von Forschungseinrichtungen, Konzernen und spezialisierten Zulieferunternehmen stärkt die Innovationskraft einer ganzen Region. Davon zeugen auch zahlreiche neue Produkte aus der Hansestadt. Die Neuentwicklung des so genannten Nurflügelflugzeugs für die zivile Luftfahrt gehört ebenso dazu wie die voll digitalisierte Bordunterhaltung: Internet an Bord, drahtlose Netzwerke oder großformatige Plasmasdisplays sollen den Kabinenraum bei Langstreckenflügen künftig zu einem fliegenden Erlebnisraum machen.

### Chipherstellung in Dresden

Die dafür nötigen Halbleiterchips stammen vorwiegend aus der Region um Dresden. Sie ist zur Chipmetropole Europas avanciert. So will der weltweit zweitgrößte US-Chiphersteller AMD ab 2006 im Elbflorenz moderne Athlon-Prozessoren fertigen. Tausend neue Arbeitsplätze soll die 2,4 Mrd. Dollar teure, hypermoderne Chipfabrik AMD Fab 36 bringen. Auch das Dresdner Werk von Infineon zählt wegen seiner hohen Produktivität mit 5000 Beschäftigten zu den modernsten der Welt: Der Chipriese gehört international zu den ersten Unternehmen, die Halbleiter vollständig auf 300 Millimeter großen Siliziumscheiben – der Basis für Computerchips – produzieren. 765 Halbleiterunternehmen

zwischen Freiberg, Chemnitz und Jena, 20 000 Mitarbeiter und ein engmaschiges Netz aus Industrie, Instituten und Hochschulen machen die sächsische Metropole zum „Silicon Saxony“. Hier werden hochkomplexe Chips entwickelt und produziert, die international zur Weltspitze gehören. Die Wege zur Forschung sind kurz: Neben der Technischen Universität gibt es drei Max-Planck-, neun Fraunhofer- und vier Leibniz-Institute. „Wir schöpfen einen Großteil unseres Personals aus den Technischen Universitäten in Dresden und Chemnitz“, sagt Gerhard Rauter, Managing Director von Infineon.

Ein Know-how-Sprung gelang Dresden jetzt mit der Ansiedlung des Zentrums für Nanoelektronik (CNT), das die Chipgiganten Infineon und AMD gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft errichten (1stein berichtete). Erstmals bündeln die Konzerne ihre Forschung gemeinsam in einem Institut, das sich mit der Nanotechnologie beschäftigt. Mit noch kleineren Bauteilen schafft diese noch höhere Leistungen. Schwerpunkt ist die 300-mm-Siliziumwafer-Technologie für die nächste Chipgeneration. Die enge Verzahnung von Forschung und Fertigung sorgt für großen Optimismus in der Wirtschaft – wie zum Beispiel bei Hector Ruiz, dem Vorstandsvorsitzenden von AMD: „Wir erwarten, dass unser neues Werk für die 300-mm-Technologie direkt von der produktionsnahen Forschung und Entwicklung, die im CNT geplant ist, profitieren wird.“

Die BMBF-Initiative kompetenznetze.de bietet Informationen und Kommunikationskanäle:  
[www.kompetenznetze.de](http://www.kompetenznetze.de)

# Auswahl für Berufseinsteiger

Die Wirtschaft entwickelt sich rasant – und mit ihr die Arbeitswelt. Die modernen Jobs bieten große Chancen für Azubis. 1stein stellt sechs junge Leute und ihren Beruf vor.

**N**ach dem Abitur begann Nina Burgschulte zunächst ein Jurastudium. Nebenher jobbte die Studentin mit wachsender Begeisterung als Hostess und Produktberaterin auf Messen. „Ich habe mich da immer sehr wohl gefühlt“, sagt sie. Als sie von der Ausbildung zur Verkaufsfrauen hörte, stieg sie um. Sie bewarb sich bei dem Unternehmen 3M Deutschland in Neuss um einen Ausbildungsplatz und bekam nach dem ersten Bewerbungsgespräch den Zuschlag. Bei dem amerikanischen Konzern lernt die 27-Jährige nun im zweiten Ausbildungsjahr, Events wie Pressekonferenzen, Jubiläumsfeiern oder Messeauftritte zu organisieren. Ein dreimonatiges externes Praktikum bei einer Agentur verschafft ihr Einblicke in weitere Tätigkeitsfelder. „Das ist ein sehr abwechslungsreicher Beruf mit viel positivem Stress“, sagt Nina Burgschulte. „Genau das Richtige für mich.“

## **Verkaufsfrauen/-mann**

Plant, organisiert und führt Veranstaltungen wie beispielsweise Konferenzen, Messeauftritte oder Betriebsfeiern durch. Kalkuliert die Kosten und trifft kaufmännische Entscheidungen.



*Nina Burgschulte,  
Verkaufsfrauen  
im zweiten Ausbildungsjahr*

## **Arbeitsgebiete**

Veranstaltungsbetriebe wie Konzertveranstalter, Agenturen oder Messengesellschaften; Unternehmen, für die Messeauftritte und innerbetriebliche Veranstaltungen ein wichtiges Marketinginstrument sind; Stadtmarketing, Kultur- und Jugendämter.



Timo Böttcher,  
Drucker  
im ersten Ausbildungsjahr

„Zuerst hatte ich keine Ahnung von dem Beruf“, sagt Timo Böttcher, „doch dann konnte ich es gar nicht erwarten, an die Maschinen ranzukommen.“ Ein „Schnupper-Praktikum“ bei dem mittelständischen Unternehmen Beisner Druck im norddeutschen Buchholz brachte Klarheit: Timo gefiel der Umgang mit der hochmodernen Technik, er zeigte sich interessiert und aufgeweckt. Nach drei Tagen bot der 40-Mitarbeiter-Betrieb dem Realschulabgänger einen Ausbildungsvertrag an. Ob Zeitung oder Prospekt, die schlichte schwarz-weiße Visitenkarte oder die edle fünffarbige Unternehmensbroschüre: Als angehender Drucker in der Fachrichtung Flachdruck lernt Timo, die Maschinen je nach Wunsch des Kunden einzurichten und zu bedienen. Gute Noten in Mathematik und Deutsch sind ebenso Voraussetzung für eine erfolgreiche Ausbildung wie die Bereitschaft, sich immer wieder auf technische Neuheiten einzustellen. Denn erfolgreiche Drucker arbeiten mit den modernsten Geräten.

#### Drucker/Druckerin

Führt je nach Kundenauftrag die Produktion durch. Wählt das Druckmaterial wie Papier und Farben aus, bedient die Druckmaschinen und steuert den Druckprozess. Die Ausbildung erfolgt in einer der vier Fachrichtungen Flachdruck, Hochdruck, Tiefdruck oder Digitaldruck.

#### Arbeitsgebiet

Druckereien, Repro-Anstalten oder Buch-, Zeitungs- und Zeitschriftenverlage.

„Welcher Beruf passt zu mir?“, fragte sich Larissa Stolz aus Hamburg nach dem Realschulabschluss und suchte bei diversen Jobs und Praktika eine Antwort. Schließlich beherzigte die talentierte Kunstschülerin den Rat ihrer Lehrer: „Mach etwas im kreativen Bereich!“ Larissa Stolz bewarb sich als Schauerwerbegestalterin beim Modefachgeschäft Peek & Cloppenburg in Hamburg – und bekam den Ausbildungsplatz. Seit August 2004 trägt der modernisierte Beruf den Namen „Gestalterin für visuelles Marketing“. Welche Deko-Artikel setzen wir für das Schaufenster mit der neuen Kindermode ein? Wie tapezieren wir die Wände? Welches Licht passt zur aktuellen Damenkollektion? Die 22-jährige Hamburgerin entwickelt attraktive Lösungen für Fenster und Innendekoration. Zudem lernt sie am Computer, virtuelle Räume mit Grafik- und Bildbearbeitungsprogrammen zu gestalten

und die Kosten zu kalkulieren. Was Larissa gleich zu Beginn ihrer Ausbildung erkannt hat: „Bei aller Kreativität ist es sehr wichtig, präzise und ordentlich zu arbeiten. Nachlässigkeit fällt sofort ins Auge.“

#### Gestalterin/Gestalter für visuelles Marketing

Entwickelt und realisiert visuelle Konzepte, die die Unternehmensphilosophie kommunizieren. Präsentiert Waren und Produkte, gestaltet Verkaufs- und Ausstellungsflächen. Kalkuliert und beschafft die dazu notwendigen Materialien.

#### Arbeitsgebiete

Im Handel, auf Messen, Ausstellungen oder in der Industrie.



Larissa Stolz,  
Gestalterin für visuelles Marketing  
im zweiten Ausbildungsjahr

**W**enn Michael Gapski aus Krefeld mal wieder durchs Ruhrgebiet reist, fühlt er sich oft wie zu Hause. Das gute Gefühl verdankt der 20-Jährige dem Blick auf das so genannte dynamische Fahrgastinformationssystem. An Bushaltestellen oder Bahnhöfen zeigt es Reisenden auf großen Displays an, wann Busse und Bahnen fahren. Oftmals stammt das System von seinem eigenen Ausbildungsbetrieb. Als angehender Fachinformatiker für Anwendungsentwicklung lernt der Azubi im Krefelder Unternehmen LUMINO, die Programme für elektronische Informationssysteme zu schreiben. Auch an einem Programm für eine Medienfassade mit einem riesigen 10 mal 30 Meter großen Display eines großen Mobiltelefonanbieters hat er bereits mitgearbeitet. Daneben baut er Prototypen, beispielsweise für winzige Steuerungsplatinen, oder er beteiligt sich an der betriebsinternen Kommunikationslogistik. Seine Leidenschaft gilt jedoch dem Schreiben elektronischer Systeme: „Programmieren ist für mich das Größte.“



Michael Gapski, Fachinformatiker für Anwendungsentwicklung im zweiten Ausbildungsjahr

**Fachinformatiker/  
Fachinformatikerin**

Analysiert, plant und schreibt die Programme für Informations- und Telekommunikationssysteme. Führt neue oder veränderte Informations- und Kommunikationssysteme ein. Berät und betreut Kunden und Benutzer.

**Arbeitsgebiete**

Rechenzentren; Unternehmen, die Informationssysteme herstellen und Netzwerke, Fest- oder Funknetze anbieten.



Anna-Lena Röpke, Kauffrau im Gesundheitswesen im ersten Ausbildungsjahr

**E**rst vor wenigen Monaten hat sich Anna-Lena Röpke um einen Ausbildungsplatz beworben. Jetzt sitzt sie bereits auf der anderen Seite: im Fachreferat „Bildungskonzeption“ bei der Techniker Krankenkasse in Hamburg. Die angehende Kauffrau im Gesundheitswesen sichtet Bewerbungsunterlagen, schreibt Empfangs-



## Chancen für den Nac

Die Bundesbildungsministerin nickt, als der Unternehmer die einfache Wahrheit ausspricht: „Es heißt immer, Azubis sind zu teuer. Das ist falsch“, sagt Karl-Heinz Ronkholz, Chef der Krefelder Firma LUMINO, zu Edelgard Bulmahn, als sie im Rahmen ihrer Ausbildungsoffensive 2004 sein Haus besucht. „Wir brauchen qualifizierte Kräfte. Und die müssen wir selber ausbilden.“ Ronkholz geht mit gutem Beispiel voran: Sechs Kommunikationselektroniker, drei Fachinformatiker und zwei Kauffrauen für Bürokommunika-

Bundesbildungsministerin Edelgard Bulmahn im Gespräch mit Azubis im innovativen Ausbildungsbereich von Procter & Gamble in Neuss

bestätigungen oder Einladungen zu Einstellungstests. „Bis zum Ende des Jahres bleibe ich“, sagt Anna-Lena, „dann geht es in die nächste Abteilung.“ Wie ist eine Krankenversicherung organisiert? Wie sind die gesetzlichen Regelungen? Welche medizinischen Leistungen gibt es? Die 21-jährige Abiturientin lernt die Organisation eines Unternehmens im Gesundheitswesen von der Pike auf. Kundenbetreuung und Marketing gehören ebenso zum Lehrplan wie Rechnungswesen und Materialwirtschaft. „Unser Gesundheitssystem ist ja groß im Umbruch“, sagt Anna-Lena Römpke. „Es ist spannend, dieses aktuelle Thema von der professionellen Seite aus zu erleben.“

#### **Kauffrau/Kaufmann im Gesundheitswesen**

Entwickelt, verkauft und betreut Dienstleistungsangebote im Gesundheitsbereich. Plant und organisiert die Geschäftsabläufe und Leistungsprozesse in den jeweiligen Unternehmen und Einrichtungen.

#### **Arbeitsgebiete**

Krankenhäuser, Reha-Kliniken und Pflegeeinrichtungen, Krankenkassen und medizinische Dienste, Ärzteverbände, Rettungsdienste und Verbände der freien Wohlfahrtspflege.

**Der Girlsday**, den das BMBF jedes Jahr im April veranstaltet, brachte Theresa Adlhoch auf die berufliche Spur. Die Realschülerin hospitierte einen Tag bei der Siemens AG in Regensburg und informierte sich über die Arbeit einer Mikrotechnologin. „Ich wollte schon immer etwas Technisches machen“, sagt sie. „Und mit so kleinen Strukturen zu arbeiten, die erst unter dem Mikroskop sichtbar werden, ist sehr spannend.“ Bei Siemens lässt sich Theresa zur Mikrotechnologin mit dem Schwerpunkt Halbleitertechnik ausbilden, einem der modernsten Ausbildungsberufe in Deutschland. In der Chemiegrundausbildung lernt die 17-Jährige beispielsweise das Planen, Durchführen und Dokumentieren von chemischen Abläufen. Bei der Produktion von Computerchips oder Solarzellen im Halbleiterlabor probt sie den Umgang mit kleinsten Strukturen. Der Beruf kommt groß raus: Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik gehören zu den Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts.

**Mikrotechnologe/Mikrotechnologin**  
Stellt mikrotechnische Produkte her, richtet Anlagen zur Herstellung von



Theresa Adlhoch,  
Mikrotechnologin  
im zweiten Ausbildungsjahr

Mikroprodukten ein, steuert und wartet sie, sichert und prüft Reinraumbedingungen.

**Im Schwerpunkt Halbleitertechnik:** Stellt durch das Aufbringen von Schichten sowie durch das Ätzen, das Dotieren oder die Montage Halbleiterprodukte her.

**Im Schwerpunkt Mikrosystemtechnik:** Stellt Träger für Bauelemente sowie Mikrosysteme her.

#### **Arbeitsgebiete**

Chiphersteller, Unternehmen der Computer- und Telekommunikationsindustrie, Forschungseinrichtungen.

## hwuchs

tion bildet der innovative Mittelständler und Hersteller visueller Informationssysteme aus.

Edelgard Bulmahn setzt auf Unternehmer wie Karl-Heinz Ronkholz. Denn zurzeit fehlen rund 30 000 Lehrstellen. Dabei wird es der deutschen Wirtschaft schon bald an qualifiziertem Personal mangeln. „Wenn es uns heute nicht gelingt, Ausbildungsplätze zu sichern und zusätzlich neue zu schaffen, fehlen uns schon im Jahr 2015 rund 3,5 Millionen Fachkräfte“, sagt Edelgard Bulmahn. Gut ausgebildete Mitarbeiter werden zum Beispiel in Wachstumsbranchen wie der Mikrosystemtechnik, der Nanotechnik und

der Biotechnologie gebraucht. „Da arbeiten ja nicht nur Ingenieurinnen und Wissenschaftler“, so Bulmahn, „sondern da werden Leute gebraucht, die die neuen Anlagen und Geräte bauen, bedienen und warten können.“ Um den drohenden Fachkräftemangel abzuwenden, ist das BMBF in drei Bereichen aktiv:

- **Modernisierung der Ausbildungsberufe:** Seit 1998 wurden über 160 Ausbildungsberufe, etwa der Mechatroniker oder der Mikrotechnologe, neu geschaffen oder aktualisiert.
- **Reform des Berufsbildungsgesetzes (BBiG):** Die Novelle schafft neue Chancen für Berufseinsteiger. So sollen

künftig nicht nur Azubis am Ende ihrer Ausbildung zur angesehenen Kammerprüfung zugelassen werden, sondern auch Absolventen von Berufsfachschulen. Auszubildende können zudem einen Teil ihrer Ausbildung im Ausland absolvieren.

- **Nationaler Ausbildungspakt:** Im Juni 2004 beschlossen Bundesregierung und Wirtschaftsverbände, gemeinsam Unternehmen bei der Schaffung von Ausbildungsplätzen zu unterstützen. Das BMBF startete dazu die Ausbildungsinitiative 2004 und half mit, in diesem Jahr 30 000 neue Ausbildungsplätze einzurichten.

# Kartoffeln im Kunststoff

Chemiker und Plastikhersteller setzen auf nachwachsende Rohstoffe als Ressource der Zukunft

Text: Sabine Böhne

Die Tragetasche sieht edel aus. Das leicht transparente Material schimmert silbrig-grau, ist angenehm weich und so robust, dass sich leicht drei gefüllte Saftflaschen darin transportieren lassen. Der Clou: Die vermeintliche Plastiktüte ist aus Maisstärke hergestellt und biologisch abbaubar. „In einer Kompostierungsanlage“, sagt Harald Käb von der Interessengemeinschaft Biologisch Abbaubarer Werkstoffe (IBAW), „ist die Tüte nach spätestens zwölf Wochen verrottet.“

Eine neue Technologie wächst heran. Fieberhaft arbeiten Chemiker in aller Welt an der Produktion biologisch abbaubarer Kunststoffe. Sie werden nicht wie bisher auf der Basis von Rohöl, sondern im Wesentlichen aus so genannten nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Stärke aus Kartoffeln, Mais oder Weizen zählt ebenso zu den natürlichen Favoriten wie Zellulose und Pflanzenöl. Ihr Vorteil: Sie sind unbegrenzt verfügbar und entlasten die Mülldeponien. In Zeiten steigender

Rohölkosten und strengerer Umweltstandards suchen die Hersteller nach neuen, nachhaltigen Verfahren. Mit Erfolg: Das biologisch abbaubare Material, das noch bis vor wenigen Jahren allenfalls als Füllstoff für Verpackungen oder zum Bioabfallsack taugte, hat sich zum strapazierfähigen Hightech-Produkt entwickelt. Das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik in Oberhausen arbeitet an einem kompostierbaren Klebeband. Auf dem Markt sind Joghurtbecher und Pflanztöpfe aus Bioplastik ebenso wie Einweggeschirr, Kinderspielzeug und Babywindeln.

## Nachwachsende Rohstoffe – sogar in Autoreifen

Längst gehen die Anwendungen über den Bereich der „Ex-und-hopp-Artikel“ hinaus. Der japanische Autofabrikant Toyota etwa produziert für die Innenausstattung seines neuen Fabrikats „Raum“ Kunststoffe aus Kartoffelstärke. Der finnische Telefonriege Nokia tüftelt an Handygehäusen aus ähnlichem Material. Das italienische Unternehmen Novamont, Entwicklungspionier und mit rund hundert Mitarbeitern einer der Marktführer der neuen Technologie in Europa, stellt neben biologisch abbaubaren Granulaten für Hightech-Folien sogar Bio-Füllstoffe für Autoreifen her. „Die verringern den Rollwiderstand und reduzieren damit den Treibstoffver-

brauch“, erklärt Friedrich von Hesler, Vertriebsleiter der deutschen Novamont-Niederlassung in Eschborn.

Längst hat auch die Chemieindustrie die grüne Nische entdeckt. Die BASF AG erforscht beispielsweise in Kooperation mit dem US-amerikanischen Bioplastikhersteller Metabolix Polyesterkunststoffe auf der Basis von Zucker. „Mittel- bis langfristig können nachwachsende Rohstoffe eine attraktive Alternative zu den petrochemischen Grundstoffen darstellen“, ist der Polymerforscher Dietrich Scherzer von BASF überzeugt, „auch in wirtschaftlicher Hinsicht.“

In der Tat: Der Kunststoffverbrauch liegt weltweit bei 200 Millionen Tonnen. Allein die Deutschen verbrauchen rund acht Millionen Tonnen Plastik pro Jahr. Rund 1,8 Millionen Tonnen davon, so der Unternehmensberater Jürgen Lörcks, werden zu kurzlebigen Kunststoffverpackungen wie Folien, Tragetaschen oder Plastikgeschirr verarbeitet – „zu Produkten also“, schreibt Lörcks in einer Broschüre der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe, „die aus Stärkekunststoffen und Polylactiden (Polyester aus Milchsäure auf der Basis von Stärke oder Zucker, Anm. d. Red.) hergestellt werden könnten.“ Der Automobilkonzern Toyota etwa schätzt den globalen Umsatz von Biokunststoffen im Jahr 2020 auf rund 38 Milliarden US-Dollar. Im März 2004 hat das Unternehmen erklärt, dass es die wachsende Nachfrage mit eigenen Produkten bedienen werde.

## Nachhaltigkeit

Das Bundesforschungsministerium fördert die Suche nach Lösungen im Bereich der nachhaltigen Entwicklung jährlich mit rund 650 Millionen Euro.

Schwerpunkte sind die Entwicklung der Kreislaufwirtschaft, effektives Ressourcenmanagement und die Erforschung nachhaltiger Produkte.

Weitere Infos unter: [www.fona.de](http://www.fona.de)



„Nachwachsende Rohstoffe können auf längere Sicht die Rolle der heute noch dominierenden fossilen Ressourcen übernehmen“, sagt Harald Käb von der IBAW. Doch grün Ding will Weile haben: Seit 15 Jahren sei das Thema in Forschung und Entwicklung präsent, so Käb. Erst seit dem Jahr 2000 gebe es nennenswerte Produktionsanlagen. „So was braucht Zeit.“ Vor allem die vergleichsweise hohen Kosten bremsen bislang die massenhafte Produktion. Bioplastik, so kalkulieren die Experten, ist ungefähr dreimal so teuer wie aus Rohöl hergestellte klassische Kunststoffe, Tendenz fallend. Denn bei steigenden Ölpreisen schwindet mit der Zeit auch der Wettbewerbsvorteil, zumal niemand weiß, wann die Ölvorräte der Erde erschöpft sein werden. Zudem müsse man die einzelnen Produkte miteinander vergleichen, so Käb. Eine Frischhaltefolie auf Stärkebasis, wie sie beispielsweise für Salat-Snacks oder

Teigwaren auf dem europäischen Markt ist, sei atmungsaktiv und brauche deshalb im Gegensatz zu konventionellen Kunststoffhäuten nicht perforiert zu sein. „Das spart Kosten.“ Biologisch abbaubare Mulchfolien, die in der Landwirtschaft den Unkrautwuchs unterdrücken, machen den Einsatz von Unkrautvernichtungs- und Düngemitteln überflüssig. „Die Folie wird nachher einfach untergepflügt und gibt dem Boden durch ihre Kom-

### Profitabel wirtschaften für die Umwelt

postierung Nährstoffe zurück“, sagt Harald Käb. „Das muss man dagegenrechnen.“

Auch auf dem deutschen Markt sieht sich die Branche kurz vor dem Durchbruch. Die Voraussetzung dafür sei allerdings eine Anpassung der gesetzlichen Bestimmungen. Anders als in den

Niederlanden oder in Italien, wo vor allem im Norden die Entsorgung der Biokunststoffe über die Biotonne reibungslos funktioniert, dürfen Verpackungen und Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen bei uns bislang nicht in der Biotonne oder auf dem Komposthaufen landen. Sie müssen wie herkömmliche Kunststoffe mit dem grünen Punkt markiert und über das duale System entsorgt werden. Das, beklagen die Hersteller, sei nicht im Sinne des Erfinders. Es verursacht zusätzliche Kosten und hemmt Investitionen in diesem Bereich. Sie machen sich daher für eine Änderung der Bioabfall- und der Verpackungsverordnung stark. Derweil haben die Anbieter von Biokunststoffen ein Zertifizierungs- und Kennzeichnungssystem etabliert, das die Kompostierbarkeit garantiert. Den nach DIN-Norm geregelten Materialtest bestehen nur solche Produkte, die vollständig biologisch abbaubar sind.

Die Steinblöcke, auf denen  
Hildburg Kagerer sitzt,  
dienen Schülerinnen und  
Schülern zum Bildhauen



Lothar Linke im Reitstall  
des Brandenburgischen  
Haupt- und Landgestüts

# Klasse Lehrer

Pädagogen sind die Prügelknaben der Nation. Allen Beschimpfungen und Verallgemeinerungen zum Trotz: Viele Lehrer leisten hervorragende und kreative Arbeit. 1stein stellt eine kleine Auswahl vor.

## Sattelfest

Das junge Mädchen war eigens von außerhalb angereist. „Sie fragte, ob ich sie bei uns in die 11. Klasse aufnehmen“, erinnert sich Lothar Linke, Schulleiter der Gesamtschule Neustadt an der Dosse in Brandenburg. Grund für das ungewöhnliche Begehren: Die Schule steht in der Nähe des Brandenburgischen Haupt- und Landgestüts. Hier wollte die Pferdenärrin ihr eigenes Tier unterstellen und fortan Unterricht und Hobby leichter miteinander verbinden. Linke kam ins Grübeln: Vielen Schulen in der Gegend droht wegen rückläufiger Kinderzahlen die Schließung; wer überleben will, muss etwas Besonderes bieten. Auf einmal war der Weg klar. Lothar Linke beschloss, „Reitsport“ als Wahlpflichtfach ab der 7. Klasse einzuführen. Gemeinsam mit dem Reitlehrer vom Landgestüt entwickelte er das Konzept und überzeugte die Kultusbehörden. Das in Deutschland einzigartige Projekt funktioniert. Nach drei Jahren büffeln bereits Zehntklässler das ABC der Pferdehaltung und reiten in der nahe gelegenen Halle. „Die Schüler entwickeln sich sehr positiv“, sagt Linke. „Die lernen Geduld, Disziplin und Verantwortungsbewusstsein.“ Und weil jetzt viele Jugendliche von auswärts in Neustadt zur Schule gehen wollen, wurde kurzerhand ein ehemaliges Gutshaus in ein Internat umgewandelt.



## Professionell

„Kinder brauchen authentische Vorbilder mit konkreter Lebenserfahrung“, sagt die Lehrerin und Psychoanalytikerin Hildburg Kagerer. „Wenn sie die bekommen, fällt manches Problem wie Schorf von ihnen ab.“ Diese Erkenntnis trieb die Leiterin der Ferdinand-Freiligrath-Oberschule in Berlin-Kreuzberg, einer integrierten Haupt- und Realschule mit Schülern aus 18 Nationen, zu einem mutigen Schritt: Im Rahmen eines Schulversuchs heuert sie seit dem Jahr 2000 Profis aus verschiedenen Berufen an und lässt sie mit den Schülern arbeiten. Bildhauer und Fotografen gehören ebenso zum Mitarbeiterstab wie Köche, Ingenieure oder Computerfachleute – 30 gestandene Frauen und Männer mit viel Charisma

und starken Geschichten. Die „Dritten“, wie sie im Schuljargon heißen, führen die Jugendlichen durch ihre Projekte. Ein Landschaftsgärtner legt mit ihnen einen Schulgarten an. Eine Köchin organisiert die Bewirtung von Schulfesten. Die Vielfalt der Themen ist Trumpf, die Anforderungen sind hoch. „Jede Gruppe muss mit ihrer Arbeit vor ein Publikum treten“, sagt Hildburg Kagerer. Die Theaterklasse geht auf die Bühne. Die jungen Bildhauer verhandeln mit professionellen Galeristen über eine Vernissage. Die Nachwuchs-Gourmets nehmen an Kochwettbewerben teil. „Wenn sie sich in der Öffentlichkeit erleben“, so die Erfahrung der Schulleiterin, „ist es, als ob sie neu auf die Welt kämen. Da merken sie plötzlich, dass sie etwas können.“

## Forschungsstark

Sie haben allen Grund zur Freude. Die beiden Lehrer aus dem norddeutschen Aurich ziehen gemeinsam ein Schulprojekt auf, das regelmäßig eine ganze Stadt in Forschungsfieber versetzt. Alljährlich im November veranstalten Alexander Stracke, Oberstufenleiter am Gymnasium Ulricianum, und Josef Antony von den Berufsbildenden Schulen II die Auricher Wissenschaftstage. Forscherinnen und Forscher aus dem In- und Ausland reisen dann in die kleine Stadt nach Ostfriesland, um im restaurierten ehemaligen Güterschuppen des stillgelegten Bahnhofs über aktuelle Arbeitsfelder zu berichten. Die Liste der Referenten liest sich wie ein Who's who der „scientific community“. Zahlreiche Nobelpreisträger sind darunter. In diesem Jahr hielt beispielsweise der Nobelpreisträger für Physik, Prof. Wolfgang Ketterle vom Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, den Eröffnungsvortrag.

Was vor 15 Jahren mit einem Kontakt zum Forschungszentrum Jülich begann, öffnete den Aurichern bald den Zugang zu den ersten Adressen der deutschen Wissenschaft. Denn die Referenten laden im Gegenzug Schülerinnen und Schüler ein. In den Herbst- und Osterferien reisen regelmäßig rund hundert junge Leute für ein Praktikum an die Forschungsfront.



Alexander Stracke (l.) und Josef Antony vor dem alten Bahnhof in Aurich, in dem die Auricher Wissenschaftstage stattfinden

Das Geld für dieses „Stipendiatenprogramm“ spendet die heimische Wirtschaft. So entstanden spektakuläre Expeditionen. Im Januar 2002 reisten vier Schüler mit der „Polarstern“, dem Forschungsschiff des Alfred-Wegener-Instituts, in die Antarktis (1stein berichtete). In diesem Jahr ging es mit der Universität von Jakutsk in Russ-

land in die sibirische Taiga. Wie man so etwas auf die Beine stellt? „Am wichtigsten ist, dass das Projekt unabhängig und nicht der Schulleitung unterstellt ist“, sagt Alexander Stracke. „Wir müssen der Bezirksregierung einmal im Jahr Bericht erstatten, aber die Entscheidungen treffen wir schnell und unbürokratisch allein.“

## Konstruktiv

Was macht ein Schulleiter, wenn er ein Lehrschwimmbaden aus den fünfziger Jahren geschenkt bekommt? „Ein Oberstufen-Café“, schlug Harald Lehmann, Leiter der Evangelischen Ge-

samtschule in Gelsenkirchen-Bismarck, bei der Ortsbegehung vor. Seine Elftklässler waren begeistert und gründeten eine AG. Sie planten die Einrichtung, kalkulierten die Anzahl der Sitzplätze und den Umsatz und suchten

nach Sponsoren für eine gute Cappuccino-Maschine. In diesen Wochen ist Eröffnung.

Die Gelsenkirchener Gesamtschüler sind geübte Planer. Eigeninitiative stand für sie schon immer auf dem Stundenplan. Seitdem ihre Schule im Jahr 1998 gegründet wurde und einen Wettbewerb der Internationalen Bauausstellung Emscherpark gewann, wuchs sie mit jedem neuen Jahrgang um ein weiteres Klassenhaus. In dem einzigartigen Projekt waren die Schülerinnen und Schüler an den Planungen des Architekten beteiligt. So entstand ein Holzhaus-Ensemble, das eher an die Villa Kunterbunt erinnert als an ein Unterrichtsgebäude. „Jetzt sind wir in der Oberstufe angelangt“, sagt Harald Lehmann. Der Umzug der Großen in eine leer stehende ehemalige Hauptschule aus den fünfziger Jahren stand an. Bonjour tristesse. Zum Glück gibt es dort ein altes Lehrschwimmbaden, das sich cool herrichten lässt. Traditionen wirft man eben nicht so leicht über Bord.



Harald Lehmann im ehemaligen Lehrschwimmbaden

## Lesefreudig

Von wegen ausgebrannt! Seit drei Jahren ist Gertraud Greiling bereits im Ruhestand. Doch von der Schule hat sie nicht genug. „Es ist ganz einfach“, sagt die 68-jährige ehemalige Leiterin

der Wartburg-Grundschule in Münster, „ich brauche Kinder.“ Weil sie die freie Zeit sinnvoll gestalten wollte, machte sich die alte Dame in ihrer ehemaligen Schule nützlich. Sie gründete die Leseoase, eine Mischung aus Bücherei und Ruheraum. Die gemütliche Einrichtung ist nicht nur für Mitglieder der Wartburg-Grundschule geöffnet, sondern für alle Kinder im Münsteraner Stadtteil Gievenbeck.

Ein halbes Jahr Auszeit gönnte sich Gertraud Greiling nach ihrer Pensionierung. „Ich wollte Abstand gewinnen und meine Nachfolgerin in Ruhe lassen“, sagt sie. Dann machte sich die Pädagogin erneut ans Werk. „In Schulangelegenheiten misch ich mich nicht ein“, betont sie. „Aber für die Kinder bin ich gern da.“ Gertraud Greiling liest den Kleinen vor und stellt ihnen regelmäßig ihre „Aufgabe der Woche“. Die kann nur beantworten, wer ein bestimmtes Buch gelesen hat. Eine kleine Belohnung lockt sogar den größten Lesemuffel. Davon gibt es in der gemütlichen Bücherei ohnehin nicht viele. Denn Lesen ist bekanntlich ansteckend.

Gertraud Greiling mit ihren Schützlingen in der Leseoase



**Wie gefällt Ihnen 1stein?  
Haben Sie Anregungen oder Kritikpunkte?  
Auf dieser Seite veröffentlichen  
wir gern Ihre Meinung.**

Schreiben Sie an: [1stein@bmbf.bund.de](mailto:1stein@bmbf.bund.de) oder:  
Bundesministerium für Bildung und Forschung  
„Leserbriefe 1stein“  
Hannoversche Straße 28-30  
10115 Berlin

#### **Leserbriefe zur 1stein-Ausgabe vom Juni 2004**

Ich habe Ihr Magazin im Zug gelesen und fand auf Anhieb viele interessante Beiträge.  
[Tony May, Bukardoth-Wollbach](#)

Das ist ein toller Service, Ihr Magazin als PDF auf der Internet-Seite zur Verfügung zu stellen.  
[Oliver Garbrecht, Rechberghausen](#)

Hochinteressant und aktuell!  
[Familie Reineke, Nieheim](#)

1stein ist sehr informativ und bietet eine Fülle von Links zu weiterführenden Informationen.  
[Regine Härtel, Reinhardtsgrimma](#)

Durch Zufall las ich in einem ICE Ihr Magazin und bin begeistert über Themen, Präsentation und Informationsgehalt; besonders auch aus beruflicher Sicht als Sozialkundelehrerin.  
[Brigitte Göhring, Weimar](#)

Äußerst spannend und informativ!  
[Dr. Matthias Stuhmann, Stuttgart](#)

Super Zeitung!  
[Dipl.-Ing. \(FH\) Helge Alexander Lemmer, Montabaur](#)

Durch Zufall bin ich auf Ihr Magazin 1stein gestoßen und war sofort begeistert. Danke!  
[Friedrich Laible, Langenau](#)

Vielen Dank für die interessanten Forschungsberichte über Herz-Kreislauf-Forschung! Ihr Magazin ist sehr ansprechend und motivierend. Die Fotos ergänzen die ausgezeichneten Berichte hervorragend. Sehr gut finde ich auch die Tabellen mit weiterführenden Informationen. Ich hoffe, dass möglichst viele junge Menschen und auch Profis Ihr ausgezeichnetes Magazin lesen.  
[Kapt. Dipl.-Ing. Remmer Gerken, Westerstede](#)

Die Redaktion behält sich vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.



Ausgabe Dezember 2003



Ausgabe Juni 2004

Sind Sie an den letzten beiden 1stein-Ausgaben interessiert, oder möchten Sie 1stein kostenlos abonnieren? Einfach unter der oben stehenden Adresse bestellen.

**Das nächste  
1stein erscheint  
im Frühjahr 2005**

# 1.000 neue Wege zum Wissen.

Ganztagsschulen. Zeit für mehr.



**Klassenziel erreicht.** Das Programm der Bundesregierung wirkt: 1.000 neue Ganztagsschulen sind eingerichtet, 2.000 weitere kommen dieses Jahr dazu. Mit mehr Qualität im Unterricht und mehr Zeit für Kreativität. Und das heißt: bessere Leistung durch individuelle Förderung. 2004 ist Zeit für mehr.

[www.ganztagsschulen.org](http://www.ganztagsschulen.org)



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Deutschland. Das von morgen.