



„Herzlich liebe ich die Physik...
Es ist eine Art persönlicher Liebe,
wie gegen einen Menschen, dem
man sehr viel verdankt“
(Lise Meitner)



„Das Schönste, was wir erleben
können, ist das Geheimnisvolle.
Es ist das Grundgefühl, das an
der Wiege von wahrer Kunst
und Wissenschaft steht“
(Albert Einstein)



„Wenn mir Einstein ein Radiotele-
gramm schickt, er habe nun die
Teilchennatur des Lichtes endgültig
bewiesen, so kommt das Telegramm
nur an, weil das Licht eine Welle ist“
(Niels Bohr)



„Auch für den Physiker ist die Mög-
lichkeit einer Beschreibung in der
gewöhnlichen Sprache ein Kriterium
für den Grad des Verständnisses,
das in dem betreffenden Gebiet
erreicht worden ist“
(Werner Heisenberg)

Inhalt

- 4/5 Editorial / Physik im Dialog
- 6/7 Faszination Physik
- 8/9 Das unendlich Große:
Astrophysik / Astronomie
- 10/11 Das unendlich Kleine:
Elementarteilchen- und Kernphysik
- 12/13 Die unendlich vielen Dinge:
Strukturbildung
- 14/15 Nanowelt:
Aufbruch nach Liliput
- 16/17 Physik in der modernen Medizin
- 18/19 Von Antimaterie bis Schwarzes Loch
- 20/21 Arbeitsmarkt Physik
- 22-27 Studium und Berufswelt
- 28/29 Die DPG
- 30/31 Vernetzte Physik / Web-Adressen

Impressum
Verantwortlich:
Prof. Dr. Heiner Müller-Krumbhaar, DPG-
Vorstandsmitglied für Öffentlichkeitsarbeit

Konzept und Gestaltung:
iserundschmidt, Kreativagentur für
PublicRelations GmbH, Bad Honnef - Berlin

Juni 2003

Bild Seite 3: Supraleitender Dipolmagnet des LHC, CERN
Sonstige Bilder Seite 2/3: DPG, MPI für Physik (München)

Physik ist Zukunft



Liebe Leserin, lieber Leser,

die Physik prägt unser Weltbild wie kaum eine andere Wissenschaft. Forscher wie Kopernikus, Galilei, Newton, Heisenberg oder Einstein sind aufs engste mit unserer Kulturschicht verbunden. Die Physik beeinflusst nicht nur unsere Sicht der Welt, als Motor für technische Innovationen hat sie auch ganz praktischen Nutzen. So manche Erfindung, die unser heutiges Leben begleitet, ging aus der Grundlagenforschung hervor. Der Laser zum Beispiel, einst als „Erfundung auf der Suche nach einer Anwendung“ tituliert, ist aus der modernen Medizin, der Unterhaltungselektronik oder der Telekommunikation nicht wegzudenken. Und nicht nur immer mehr Autofahrer vertrauen heutzutage auf ein Hilfsmittel, das ohne die Relativitätstheorie undenkbar wäre: das Navigationssystem GPS. Kurzum: Physik ist eine fundamentale Wissenschaft, die unser aller Leben berührt. Genau das bringt der griechische Begriff „physis“ zum Ausdruck, vom dem sich „Physik“ ableitet: Er bedeutet „Welt“, „Natur“, „Ursprung“.

„Wissenschaft ist für die Menschen da“ – dieser Maxime fühlt sich die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) verpflichtet. Mit der vorliegenden Broschüre will sie einer Bringschuld nachkommen: dem Dialog mit der Gesellschaft. Von den Weiten des Kosmos über die Komplexität der uns umgebenden Dinge bis in die Welt der Elementarteilchen erkunden Physikerinnen und Physiker

Dimensionen, die weit über unser sinnliches Fassungsvermögen hinausgehen. In diese „fernen Sphären“ möchten wir Sie entführen. Steigen Sie ein und begleiten Sie uns auf dieser Reise!

Prof. Dr. Heiner Müller-Krumbhaar,
im Vorstand der Deutschen Physikalischen
Gesellschaft verantwortlich für Öffentlich-
keitsarbeit

Webportale der DPG



www.weltderphysik.de



www.pro-physik.de

Physik im Dialog



Physikerinnen und Physiker, die in einem Zelt auf dem Marktplatz bis in die Nacht hinein ihre Exponate erklären oder auf der Bühne eines Illusionisten über die Rätsel der Quantenwelt diskutieren. Physikalische Experimente in Kaufhäusern und Banken, eine Ausstellung im ehemaligen Bonner Parlament, die zusammen mit Künstlern gestaltet wurde, und ein Besucherrekord in der seit über 100 Jahren bestehenden Berliner Urania.

Bei fünf großen Veranstaltungen in Bonn und Berlin suchten die Physikerinnen und Physiker im Jahr 2000 auf phantasievolle Weise den Kontakt zur Öffentlichkeit. Über 200 Satellitenveranstaltungen an Schulen, Universitäten und Forschungseinrichtungen in ganz Deutschland sorgten darüber hinaus dafür, dass das „Jahr der Physik“ zu einem bundesweiten Ereignis wurde.

Gemeinsam von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) organisiert, war es der Startschuss für die Initiative „Wissenschaft im Dialog“, die die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Edelgard Bulmahn, zusammen mit den großen Forschungsorganisationen und dem Stifterverband ins Leben gerufen hat.

Inspiriert durch diesen Erfolg veranstalten DPG und BMBF ein jährliches Wissenschaftsfestival jeweils in einer anderen Stadt Deutschlands: die „Highlights der Physik“. Den Anfang machte im Herbst 2001 die Münchner Veranstaltung „Physik und Leben“. Im Sommer 2002 folgte in Duisburg „Die Welt hinter den Dingen“, im Jahr 2003 der Dresdner „Tanz der Elemente“.



Zu den großen Veranstaltungen, die im Jahr 2000 je ein Teilgebiet der Physik (von der Astrophysik über die Lasertechnik bis zur Festkörperphysik) vorstellten, ist im Verlag WILEY-VCH ein illustrierter Sammelband erschienen.

Faszination Physik



„I have never really found it difficult to explain basic laws of nature to children. When you reach them at their level, you can read in their eyes their genuine interest and appreciation.“
(Albert Einstein).



Fundamental

Physik ist die universelle Naturwissenschaft schlechthin. Ihr Studium schloss ursprünglich alle Aspekte der materiellen Welt ein. Biologie und Chemie spalteten sich erst spät als Spezialwissenschaften von ihr ab. Physik beschäftigt sich mit der Natur von Materie und Energie und den Verbindungen zwischen beiden. Für Goethe war die Physik noch Naturphilosophie. Seit Newton ist sie eine messende Wissenschaft. Im Experiment wiederholbare Vorgänge werden mit Hilfe von Zahlen und Einheiten quantitativ ausgedrückt und deren mathematische Verknüpfung in Gesetzen beschrieben. Im Unterschied zur Philosophie fragt die Physik nicht nach dem Warum, sondern nach dem Wie.

$E=mc^2$

6

Die berühmteste Gleichung der Welt: Das Einstein'sche Gesetz. Die Energie E ist gleich dem Produkt aus der Masse m eines Systems und dem Quadrat der Lichtgeschwindigkeit c^2 . Mit dieser kurzen Formel beschrieb Einstein die Entdeckung der Masse-Energie-Äquivalenz im Rahmen seiner speziellen Relativitätstheorie (1905). Die ruhende Masse eines Körpers ist danach nichts anderes als

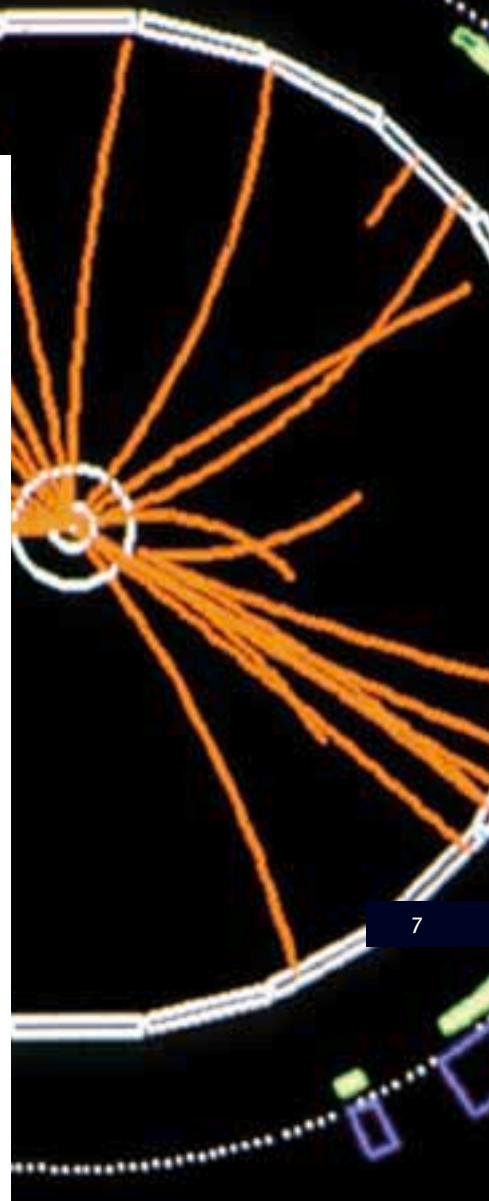
die in ihr konzentrierte potentielle Energie. Einsteins Relativitätstheorie und die ihr zugrunde liegende Umdeutung unseres Verständnisses von Raum und Zeit ist neben der Quantentheorie zur Voraussetzung der gesamten modernen Physik geworden. Folgerichtig hat das US-amerikanische Magazin „Time“ Einstein zur „Person des Jahrhunderts“ gewählt.

Spezialisten

Der große Physiker Isaac Newton (1643-1727) beherrschte noch das gesamte physikalische Wissen seiner Zeit. Max Planck (1858-1947) war bereits auf die Thermodynamik spezialisiert. Heute kann niemand mehr das Wissen auch nur eines einzigen Teilgebietes der Physik in allen Aspekten überblicken. Es gibt keinen Stillstand. Täglich expandiert das weltweit verfügbare Wissen. Heute müsste ein Forscher regelmäßig etwa 4.000 Zeitschriften studieren, um allein in der Physik überall auf dem Laufenden zu sein. Das ist natürlich unmöglich. Aber er weiß, wo er suchen muss. Die Wissenschaftler lesen Abstracts (=Zusammenfassungen), bevor sie sich mit den Originalpublikationen von Forschungsarbeiten auseinandersetzen.

Quantenwelt

Die bekannteste Katze der Welt ist eine, die es gar nicht gibt. Erwin Schrödinger, Physik-Nobelpreisträger und einer der Väter der Quantenmechanik, hat diese virtuelle Katze seinerzeit erfunden, um an ihr eine Welt deutlich zu machen, in der kein Teilchen zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort ist. Wo sich ein Teilchen der Quantenwelt befindet, hängt von unserer Beobachtung ab. Die Quantenwirklichkeit ist keine Welt objektiv messbarer Fakten. Sie ist gleichzeitig wirklich und unwirklich. Eine Welt aus reinen Wahrscheinlichkeiten kann sich aber kein Mensch vorstellen. Trotzdem arbeitet die Physik mit ihr. Für dieses Paradoxon steht Schrödingers Katze. Die Katze ist in einer Kiste gefangen. Gleichzeitig befindet sich in der Kiste ein radioaktiver Kern, der mit fünfzigprozentiger Wahrscheinlichkeit zerfällt. Der über eine bestimmte Apparatur gemessene Zerfallsprozess löst dabei einen Mechanismus aus, der unweigerlich zum Tod der Katze führt. Solange wir die Kiste nicht öffnen, existiert die Katze in einem Zustand der Unschärfe. Sie kann tot oder lebendig sein. Vielleicht ist sie aber auch mit gewissen Wahrscheinlichkeiten beides zugleich. Erst wenn wir die Katze befreien, wissen wir, ob sie lebt. Es könnte aber auch sein, dass wir durch unsere Tat ihren Tod verursachen. Schrödingers Katze ist zu einem Pop-Symbol der modernen Physik geworden, weil sie zeigt, dass es nach der Entdeckung der Quantentheorie nichts mehr gibt, was absolute Wahrheit beanspruchen könnte. Die Wirklichkeit, die wir begreifen können, ist offensichtlich nur ein kleiner Ausschnitt aus dem unbegrenzten Land der Möglichkeiten, das wir Universum nennen.



7

Das unendlich Große



Astrophysik/Astronomie

Dem dänischen Astronomen Ole Römer gelang es 1675 erstmals, die Lichtgeschwindigkeit zu messen. Damit legte er den Grundstein für die moderne Kosmologie. Wenn Lichtstrahlen unendlich schnell wären, würden wir alle Himmelskörper zur gleichen Zeit, also in der Gegenwart, sehen. Da Sie aber eine bestimmte Zeit benötigen, um von einem Himmelskörper zur Erde zu gelangen, blicken die Astronomen stets in die Vergangenheit: Von der Sonne zur Erde ist Licht nur acht Minuten unterwegs. Von der Andromeda-Galaxie benötigt es zwei Millionen Jahre und von den entferntesten Sternsystemen sogar mehrere Milliarden Jahre. Je tiefer unser Blick ins Universum reicht, desto weiter schauen wir in unsere Vergangenheit zurück. Das Licht wird zur „Zeitmaschine“. So ist es möglich, die Entwicklung des Universums zu rekonstruieren, ähnlich wie Paläontologen aus Versteinerungen die Evolution des Lebens erforschen.

Seit Jahrmilliarden entstehen und vergehen Sterne im Universum. Die Menschen verdanken diesem kosmischen Kommen und Gehen ihre Existenz. Der Grund: Im Urknall entstanden lediglich die leichtesten Elemente Wasserstoff und Helium. Die lebensnotwendigen Stoffe wie Kohlenstoff, Stickstoff oder Sauerstoff wurden erst später im Innern der Sterne erbrütet und anschließend ins All abgegeben. **Jedes Kohlenstoff-Atom unseres Körpers stammt demnach aus dem Innern eines Sterns.** Die Astronomen sind zu der erstaunlichen Erkenntnis gekommen, dass das Universum selbst erst eine Evolution durchmachen musste, bevor sich in ihm Leben bilden konnte.

Astronomische Dimensionen: messbar, aber unermesslich

- 14 Milliarden Jahre – das Alter der Welt. Nach der allgemein akzeptierten physikalischen Theorie der Weltentstehung im Urknall sind wir Teil eines seit 14.000.000.000 Jahren expandierenden Universums.
- 4,5 Milliarden Jahre – so alt ist der Planet Erde.
- 8 Minuten – so lange braucht das Licht der Sonne bis zur Erde.
- 120.000 Jahre – so lange braucht das Licht, um unsere Milchstraße, die Galaxis, einmal zu durchmessen. Und das Licht bewegt sich immerhin mit 300.000 km/s. Selbst mit der schnellsten Rakete würde eine Reise durch die Galaxis 3,6 Milliarden Jahre dauern.
- Mehr als 100 Milliarden – so viele Galaxien vermutet man im Universum. Unsere Milchstraße ist eine von ihnen.
- Mehr als 100 Milliarden mal 100 Milliarden – so viele Sterne gibt es im All.

:reisen: „Das Mysterium, das den Start zu einer jeden Reise umhüllt: Wie kam der Reisende zunächst einmal an den Startpunkt?“ (Louise Boga, *Journey Around My Room*)

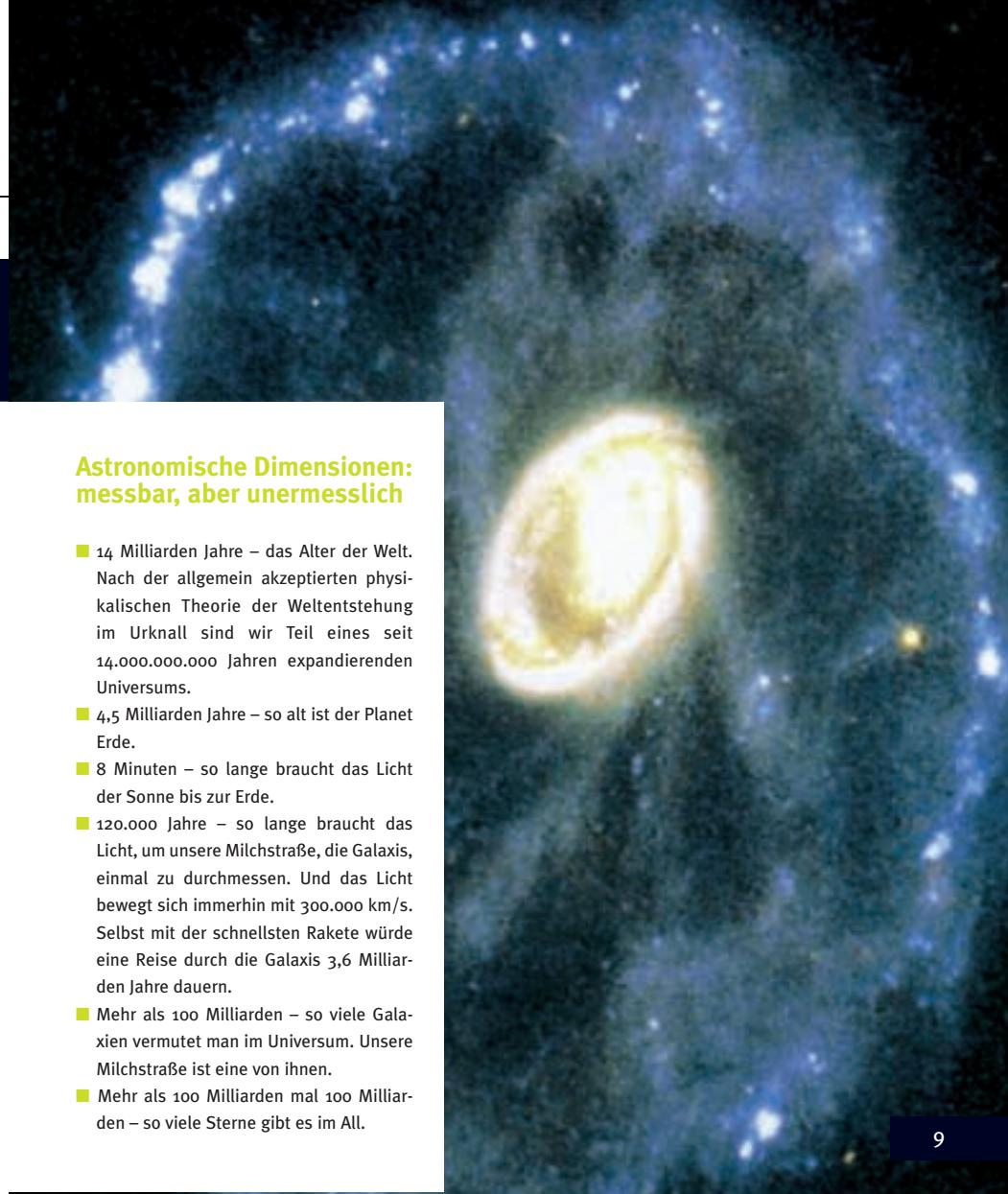
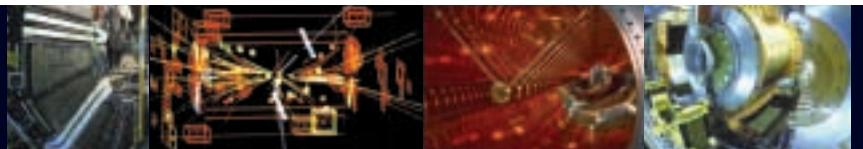


Bild Seite 9: Die 500 Mio. Lichtjahre von der Erde entfernte „Wagenrad-Galaxie“, Hubble-Foto, NASA
Bilder Seite 8: NASA, ESO

Das unendlich Kleine



Elementarteilchen- und Kernphysik Quantentheorie Die Struktur der Materie

In den vergangenen zwei Jahrhunderten hat die Physik immer kleinere Bausteine der Materie identifizieren können – von den Molekülen und Atomen über die Atomkerne, die ihrerseits aus Protonen und Neutronen bestehen, bis hin zu den Quarks und Leptonen. Erst die Entwicklung immer leistungsfähigerer Teilchenbeschleuniger hat die Entdeckung immer kleinerer Bausteine der Materie möglich gemacht. Heutzutage fragen die Physiker und Physikerinnen nicht mehr in erster Linie nach den Grundbausteinen der Materie, sondern sie suchen vor allem die Kraftfelder und die sie bestimmenden Symmetrien zu verstehen.

Solange wir uns in einer Welt bewegen, wo wir unseren Sinnen trauen können, können wir meistens sagen, ob etwas bereits geschehen ist oder ob es noch geschehen wird. Jedes Kind lernt früh, zwischen Vergangenheit und Zukunft zu unterscheiden, und das Fortschreiten des Kalenders ist in

der alltäglichen Erfahrungswelt der Erwachsenen eine Tatsache. Für Physiker und Physikerinnen, die sich mit dem Reich des unendlich Kleinen beschäftigen, ist das alles gar nicht so klar. Bis Mitte des letzten Jahrhunderts gingen die Forscher noch davon aus, dass die Richtung der Zeit in der Quantenwelt keine Gültigkeit hat. Neueste Forschungen weisen aber darauf hin, dass es für einige Teilchen durchaus eine Richtung gibt, in der sie sich in der Zeit bewegen.

Das Zeitproblem ist nur ein Beispiel für die Geheimnisse der Physik des unendlich Kleinen. Ebenso spannend und heiß diskutiert ist zum Beispiel auch die Beziehung von Materie und Antimaterie. **Offensichtlich gibt es andere Formen der Materie neben denen, die für uns anfassbar und sichtbar sind.** Ihre Strukturen sind für uns heute noch nicht vorstellbar, aber Teilchen- und Kernphysiker suchen danach.



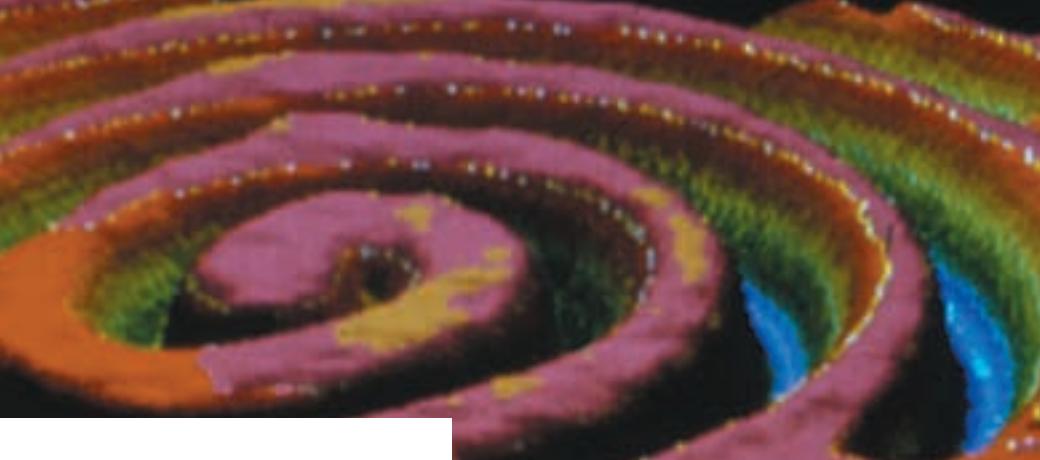
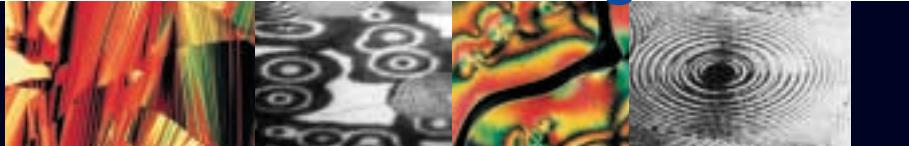
Heisenberg'sche Unschärferelation

In unserer Realität haben alle Gegenstände Eigenschaften. Sie sind an einem bestimmten Ort und sie haben eine messbare Geschwindigkeit. Lokalität und Kausalität sind wichtige logische Grundprinzipien der klassischen Physik. Nach der Heisenberg'schen Unschärferelation (1927) gelten diese Kriterien in der Welt des unendlich Kleinen nicht mehr uneingeschränkt. Denn die Teilchen befinden sich in der Quantenwelt solange in einem verwirrenden Unschärfezustand, bis ein Beobachter das Teilchen lokalisiert. Jetzt kann der Forscher den beobachteten Zustand des Teilchens bestimmen, aber dessen unbewachteter Zustand bleibt ein Geheimnis.



staunen: „Wie ist dieses unsichtbare Phänomen beschaffen, das wir Licht nennen und dessen Gegenwart alles sichtbar macht, nur sich selbst nicht? ... Je tiefer ich theoretisch und experimentell in die Quantentheorie des Lichts eindring, desto wunderbar erschien mir sein Charakter.“ (Artur Zajonc)

Die unendlich vielen Dinge



Strukturbildung und Universalität

Die Faszination des Unendlichen, wie der unendlich großen Dinge in der Astrophysik und der unendlich kleinen Dinge in der Elementarteilchenphysik, erwächst auch aus dem Phänomen der unendlich vielen Dinge und ihrer „Anordnung“. Wie kommt es zu den Sternbildern am Firmament und überhaupt zur gegenwärtigen Ordnung der Himmelskörper im Kosmos? In welchem Sinne zeigt diese Ansammlung von Myriaden von Einzelobjekten überhaupt Ordnung oder Unordnung? Die gesamte uns umgebende irdische Natur besteht letztlich aus nur etwa hundert verschiedenen Bausteinen, den chemischen Elementen, diese jedoch in abermilliardenfacher Ansammlung. Allein die daraus zusammengesetzte „tote“ Materie finden wir in einer Vielzahl von Zuständen: in Flüssigkeiten, Festkörpern, Kristallen, Gläsern, auch Gasen und Dämpfen, Nordlichtern und Blitzen. Wir finden Steine und Sanddünen, Wolken und Wasserwirbel, wir sehen sie brechen und fließen, verdampfen und gefrieren in regelmäßigen und unregelmäßigen, kompakten und fraktalen Strukturen.

Welchen Gesetzen folgt die Strukturbildung bei dieser Vielfalt der Natur?
Es ist eine der bemerkenswertesten Erkenntnisse der Vielteilchen-Physik der letzten vier Dekaden, dass es eine Universalität der Strukturbildungsgesetze zu geben scheint. Zustandsänderungen völlig verschiedener physikalisch-chemischer Systeme laufen nach gleichen Gesetzmäßigkeiten ab. Ob Wasser verdampft oder zu Eis gefriert: Änderungen des Aggregatzustandes sind unter natürlichen Bedingungen wohl die dramatischste Veränderung der Eigenschaften der Materie. Erstaunlicherweise stellt man fest, dass sich z. B. die Stärke eines Magneten nahe der „Curie-Temperatur“ nach dem gleichen „Skalengesetz“ (Formel) ändert, wie der Unterschied der Dichte zwischen einer beliebigen Flüssigkeit und ihrem Dampf nahe der „kritischen“ Temperatur. Diese „Universalität“ erlaubt die quantitative Übertragbarkeit von Erkenntnissen zwischen völlig verschiedenen Phänomenen.

Strukturen in Raum und Zeit können auch chaotisch sein. Chaos, etwa bei der Wolkenbildung, entsteht durch das schnelle Anwachsen einer kleinen Störung des physikalischen Systems, welche schließlich das System vollständig erfasst, ohne es aber zu zerstören. **In Vielteilchensystemen ist Chaos die Regel, nicht die Ausnahme!** Die Universalitäts-Konzepte der Vielteilchen-Physik haben Methoden geliefert, die Naturgesetzmäßigkeiten solcher Prozesse modellhaft-mathematisch zu erfassen. Die praktischen Auswirkungen dieser Erkenntnisse reichen heute von der Wettervorhersage und Klimaforschung bis in die Verkehrsplanung und die Analyse von Börsenkursen. Und die zugrunde liegenden methodischen Konzepte der Problemdurchdringung und Datenanalyse lassen sich auf viele andere, scheinbar fernere Arbeitsfelder übertragen.

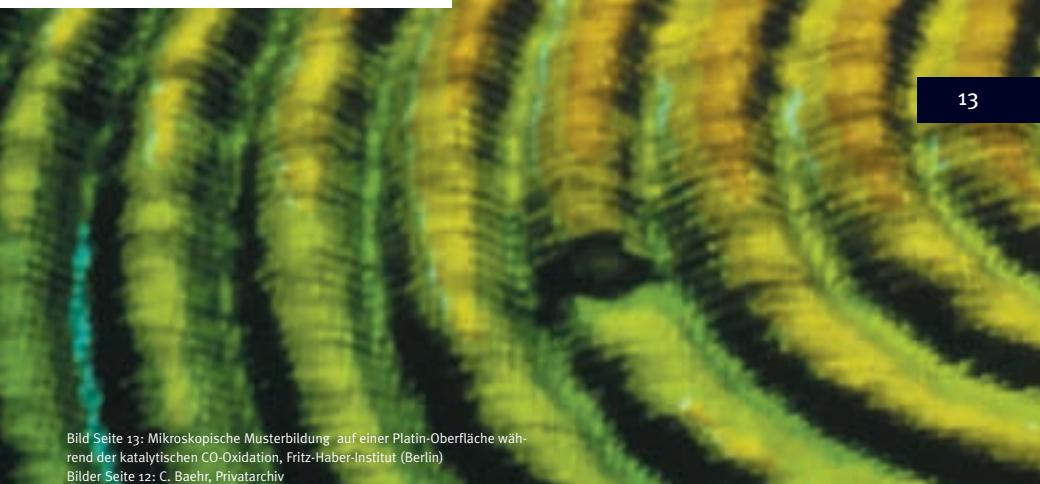
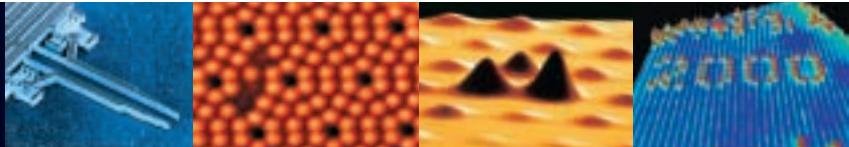


Bild Seite 13: Mikroskopische Musterbildung auf einer Platin-Oberfläche während der katalytischen CO-Oxidation, Fritz-Haber-Institut (Berlin)
Bilder Seite 12: C. Baehr, Privatarchiv

Nanowelt



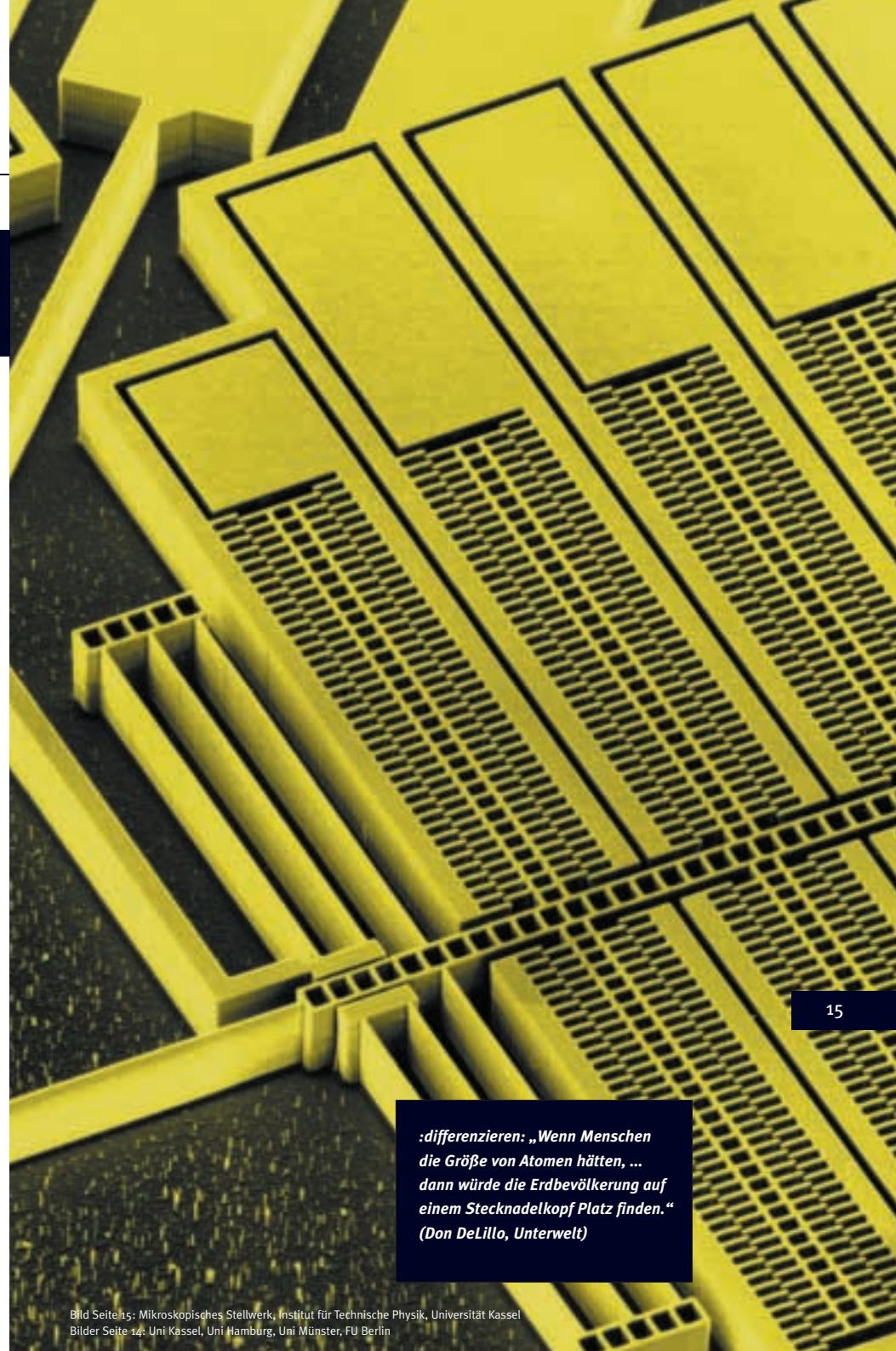
Aufbruch nach Liliput

Cyber ist out, nano ist in, heißt es Ende der 1990er Jahre. In Shops des kalifornischen Silicon Valley kann man Nanoshampoo und Nanoparfum kaufen, eine TV-Wissenschaftssendung nennt sich „nano“, überall entstehen Zentren für Nanotechnologie. Die Wissenschaft ist im Nano-Fieber. Was aber ist nano? Es ist das griechische Wort für Zwerg. Tatsächlich hätte das Haar eines Zwerges in einer Nanowelt riesenhafte Dimensionen. Ein Nanometer ist ein milliardstel Meter. **In der Nanowelt wirkt ein Mikrochip wie ein Koloss.** Keine Frage: Seit der Entwicklung des Rastertunnelmikroskops im Jahre 1981 sind die Physiker dabei, eine neue Welt zu entdecken. Wir erfahren immer mehr über Prozesse auf atomarer und molekularer Ebene. Das Rastertunnelmikroskop eröffnet uns den Blick auf die unvorstellbar kleine Welt der Nanostrukturen. Und wir können sie nicht nur beobachten, wir können sie auch manipulieren. Wir können einzelne Atome verschieben, auf Oberflächen gezielt anordnen und ihre Transporteigenschaften messen. Nanotechnologie hielt man noch vor wenigen Jahren für schlachtrichtig unmöglich. Doch in den neunziger Jahren des 20. Jahrhunderts entbrannte in der Physik ein wahrer Nanoboom, nachdem sich zeigte, dass sich kleinste Strukturen aus einzelnen Atomen tatsächlich zusammensetzen lassen. Und nicht nur in der Physik. In den

Zentren für Nanotechnologie arbeiten Physiker, Chemiker und Biologen eng zusammen.

Die Manipulation einzelner Atome und Moleküle, mit dem Ziel, im weitesten Sinn neue Werkstoffe zu erzeugen, nennt man Nanotechnologie. Was früher Science Fiction war, ist heute nahe Zukunft: Mikrofertigung im Dienste der Medizin bei der Herstellung hoch selektiv wirkender Medikamente, Herstellung von Computerchips einer neuen Generation und hochdichter Datenspeicher für ultraschnelle Rechner, Realisierung von extrem festen molekularen Klebeverbindungen, selbstreinigenden Oberflächen mit Lotos-Effekt, superharten Be- schichtungen etc.

Ein Beispiel für die rasanten Fortschritte der physikalischen Grundlagenforschung auf dem Gebiet der „Nanowissenschaften“ sind die Arbeiten von Elke Scheer, für die sie 1999 von der DPG mit dem Gustav-Hertz-Preis ausgezeichnet wurde. Frau Scheer hat den Stromfluss durch ein einzelnes Atom gemessen und ein Modell für die Transportkanäle zwischen einzelnen Atomen entwickelt. Die Ergebnisse ihrer Experimente unterstützen die angewandte Forschung, die daran arbeitet, elektronische Schaltkreise Atom für Atom aufzubauen.



*:differenzieren: „Wenn Menschen die Größe von Atomen hätten, ... dann würde die Erdbevölkerung auf einem Stecknadelkopf Platz finden.“
(Don DeLillo, Unterwelt)*

Physik in der modernen Medizin

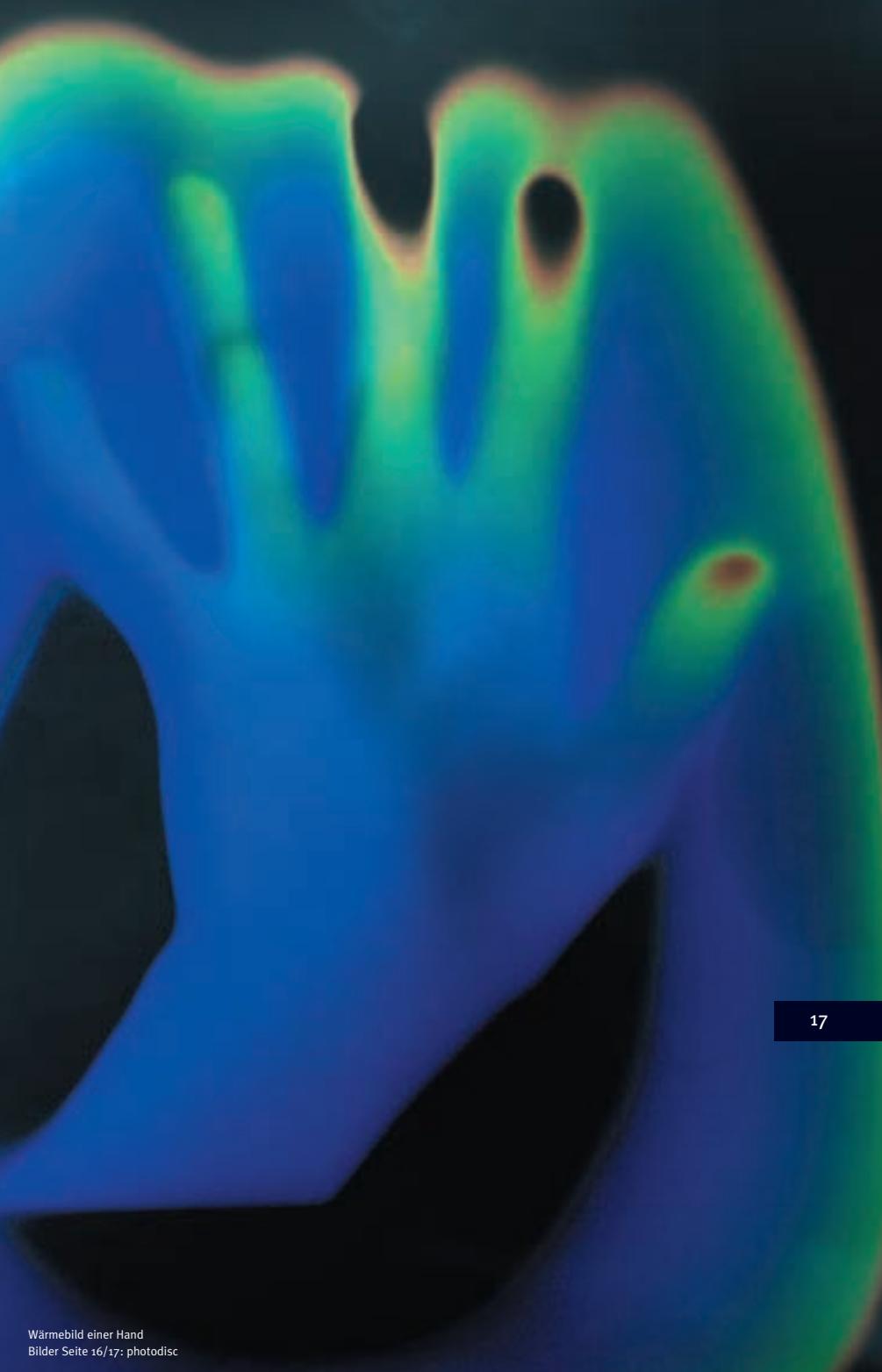


Nicht nur das Röntgen hat ein Physiker erfunden. Ohne die Fortschritte in der Physik wäre eine moderne Medizin undenkbar. Ob Tumortherapie mit Infrarotlicht, Krebstherapie mit Ionenstrahlen, Kernspintomographie der Lunge, Streulichtdiagnose von Gelenk-Rheuma, Lasertherapien am Auge oder Magnetresonanzaufnahmen des Schädelns – in Diagnose und Therapie können Physiker die Medizin wesentlich unterstützen.

Während Mediziner die Geräte zum Nutzen der Patienten einsetzen, arbeiten Physiker bereits an den nächsten Stufen der technischen Optimierung. So wird zum Beispiel die für Krebspatienten so wichtige Strahlentherapie mit schweren Ionen ständig weiterentwickelt. Eine am Heidelberger Universitätsklinikum geplante klinische Ionenstrahl-anlage mit einer weltweit neuen Technik wird die Patienten erstmals tiefenselektiv aus mehreren Raumrichtungen mit Ionenstrahlen behandeln können. Das ermöglicht eine weitere Verbesserung der Diagnose von Krebserkrankungen im Rumpfbereich und erhöht die Chancen der Therapien im Kopf- und Halsbereich.

Laser in der Medizin

Seit Anfang der 1980er Jahre wächst die Bedeutung der Lasertechnologie in der Medizin unaufhaltsam. Besonders in der Chirurgie hat sich der Laser durchgesetzt. Lasertherapie bei bösartigen Tumoren im Magen-Darm-Trakt, bei Metastasen in der Speiseröhre, bei Kehlkopf- und Mandeloperationen, und vor allem bei der Hornhaut-chirurgie in der Augenheilkunde gehört heute zum medizinischen Alltag. Dem Laser werden wahre Wunderdinge zugesprochen. Inzwischen wird er auch verstärkt in der medizinischen und zahnmedizinischen Diagnostik eingesetzt. Die besonderen physikalischen Eigenschaften des Laserlichts erlauben exaktes Arbeiten auf kleinstem Raum und vermindern damit zugleich die Belastung für den Patienten.



Wärmebild einer Hand
Bilder Seite 16/17: photodisc

Von Antimaterie bis Schwarzes Loch

Absoluter Nullpunkt
Antimaterie
 Bell'sche Ungleichung
 Bose-Einstein-Kondensat
 Casimir-Effekt
Dunkle Energie
 EPR-Paradoxon
 Ereignishorizont
 Feynman-Diagramm
 Gamma-Ray Burst
Gravitationswellen
Grenzflächen
 Higgs-Feld
 Inflation
 Jet
 Kraftmikroskop
 Langmuir-Blodgett-Film
 Monte-Carlo-Simulation
 Nanodrähte
 Neutrino-Oszillation
 Oort'sche Wolke
 Planck-Skala
Quantencomputer
 Quanten-Hall-Effekt
 Quark-Gluon-Plasma
Renormierung
 Riesen-Magnetwiderstand
Schwarzes Loch
 String-Theorie
 Supraleitung
 Teleportation
 Tunneleffekt
 Unschaerferelation
 Urknall
 Vakuum-Fluktuation
 Verschraenkung
 Wurmloch
 Young'sche Gleichung
 XMM-Newton
 Zeitdilatation

<Antimaterie>

Materie, die aus Antiteilchen besteht. Zu jedem in der Natur vorkommenden Elementarteilchen existiert im Prinzip ein Gegenstück von gleicher Masse, Lebensdauer und gleichem Spin – jedoch mit entgegengesetzter elektrischer Ladung. Während sich etwa das Wasserstoffatom aus einem positiv geladenen Proton und einem negativ geladenen Elektron zusammensetzt, ist beim Anti-Wasserstoffatom der Atomkern negativ („Antiproton“) und das Hüllelement positiv („Positron“) geladen. Ende 1995 gelang es am Genfer Forschungslabor CERN erstmals, Antiatome des Wasserstoffs künstlich herzustellen.

Heutzutage kommt sie in der Natur kaum vor. Dennoch muss Antimaterie einst im Urknall entstanden sein. Doch offenbar zog sie im Laufe der kosmischen Evolution den Kürzeren. Es wird vermutet, dass dabei ein subtiles Phänomen, genannt CP-Verletzung, die Finger im Spiel hat.

Es spricht einiges dafür, dass sich das Universum in alle Ewigkeit weiter ausdehnen wird. Die treibende Kraft – allgemein „Dunkle Energie“ oder auch „Kosmologische Konstante“ genannt – ist allerdings ziemlich rätselhaft. Und auch eine andere Komponente unserer Welt bereitet der Wissenschaft Kopfzerbrechen: die „Dunkle Materie“.

Die Bewegungen der Galaxien lassen wenig Zweifel daran, dass der Kosmos neben leuchtender Materie in Gestalt von Sternen und glühenden Gaswolken außerdem noch Dunkle Materie enthält. Diese sendet so wenig Licht aus, dass sie der direkten Beobachtung bisher entgangen ist. Doch aus was besteht diese Materie? Theoretiker glauben an eine bislang unentdeckte Klasse kleinstter Partikel.

Noch so vieles ist unbekannt: Laut jüngster „Inventur“ (WMAP-Mission) besteht das Universum nur zu etwa 4 Prozent aus gewöhnlicher Materie. Die mysteriöse Dunkle Materie macht rund 23 Prozent aus. Der Großteil von 73 Prozent wird der Dunklen Energie zugeschrieben.

<Grenzflächen>

Grenzflächen geben der Welt Vielfalt durch Kontraste: Sie bringen die Autokarosserie zum Glänzen und sorgen dafür, dass das Spiegelei nicht an der Bratpfanne festklebt.

Ein Festkörper besitzt an seiner Oberfläche andere Eigenschaften als in seinem Inneren. Denn hier tritt er in Kontakt mit der Außenwelt. Im Gegensatz zu den Atomen und Molekülen im Inneren eines Materials, die allein von ihresgleichen umgeben sind, gehen diejenigen an der Oberfläche sowohl Innen- als auch Außenkontakte ein. Folge: Die Oberfläche eines Magneten kann unmagnetisch, die eines Halbleiters metallisch sein.

Die besonderen Eigenschaften von Grenzflächen prägen die Wechselwirkung mit der Umgebung, was sie für die Forschung interessant macht. Wie reagiert ein medizinisches Implantat auf den Kontakt mit lebendem Gewebe? Wie verhält sich eine Elektrode, die von einer aggressiven Flüssigkeit umspült wird? Das sind nur einige von vielen Fragen, die die Forschung zu beantworten sucht. Das Ziel dabei: die Vorgänge an Grenzflächen zu verstehen, um sie für technische Anwendungen nutzen zu können.

<Renormierung>

Complexe Systeme bestehen aus vielen Einzelkomponenten. Dies gilt für Galaxienhaufen genauso wie für ein Kollektiv von Flüssigkeitsmolekülen. In solchen Systemen bilden sich gleichzeitig kleine und große Strukturen aus. Um dieses „vielskalige“ Gefüge zu beschreiben, haben Physiker die Methode der „Renormierungsgruppe“ entwickelt. Stufenweise werden hierbei die Kräfte zwischen einzelnen Molekülen durch effektive Kräfte zwischen immer größeren Molekülgruppen ersetzt. Durch diesen sich wiederholenden, hierarchischen Prozess gehen unwichtige mikroskopische Details nach und nach in den globalen Eigenschaften des Systems auf. Solche Konzepte könnten auch bei der Erklärung der biologischen Evolution eine wichtige Rolle spielen.

<Quantencomputer>

Eine Vision, an der fieberhaft gearbeitet wird. Während übliche Computer mit Bits, also „Nullen“ und „Einsen“ jonglieren, greifen Quantencomputer auf so genannte Qubits zurück. Ein Qubit kann die Werte „Eins“, „Null“ oder beide Werte *gleichzeitig* annehmen. Geschickt ins Spiel gebracht, macht diese „quantenmechanische Überlagerung“ superschnelle Rechenoperationen möglich.

Soweit die Theorie. In Sachen Hardware werden unterschiedlichste Ansätze verfolgt. Als Qubits kommen z. B. die Kernspins von Atomen infrage. Diese verhalten sich wie winzige Kompassnadeln. Je nach Ausrichtung stehen sie für „Null“ oder „Eins“, oder sie befinden sich im besagten Überlagerungszustand. Um diese Kernspins zu schalten und mit ihnen rechnen zu können, setzen einige Wissenschaftler auf ein physikalisches Verfahren, das von der Medizin bekannt ist: die Magnet-Resonanz.

Im Übrigen lässt sich die Trickkiste der Quantenphysik nicht nur zum „Zählen“ einspannen. So wird unter dem Stichwort „Quantenkryptographie“ weltweit an neuen Methoden der Nachrichtenverschlüsselung geforscht.

<Gravitationswellen>

Gravitationswellen sind eine Voraussage der Relativitätstheorie. Gemäß der Relativitätstheorie ist der Raum nicht starr, sondern in der Umgebung materieller Objekte verformt. Der gekrümmte Raum bildet deren Gravitationsfeld. Und wenn Massen beschleunigt werden, strahlen sie Gravitationswellen ab. Diese durchdringen das Universum mit Lichtgeschwindigkeit und verformen dabei den Raum – etwa so wie die konzentrisch auslaufenden Wellen eines in einen Teich geworfenen Steins die Wasseroberfläche kräuseln.

Durchläuft eine Gravitationswelle beispielsweise ein Labor, werden der Raum und sämtliche Gegenstände darin für den Bruchteil einer Sekunde deformiert. Die Wirkung ist jedoch minimal: Forscher erwarten Verzerrungen, die weit unterhalb eines Atomkernendurchmessers liegen.

Seit kurzem sind weltweit mehrere Detektoren in Betrieb – unter anderem auch die deutsch-britische Anlage GEO600, die in der Nähe von Hannover „auf der Lauer“ liegt. Mit diesen Messstationen wollen Wissenschaftler erstmals Schwerkraftsignale von explodierenden Sternen oder Schwarzen Löchern auffangen.

<Schwarzes Loch>

Nach gängiger Theorie sind Schwarze Löcher die Überreste ausgebrannter und sehr massiver Sterne. Die Schwerkraft dieser Sternenleichen ist so gewaltig, dass sogar das Licht ihnen nicht entkommen kann. Deshalb sind sie „schwarz“ und da sie kein Licht aussenden, auch nur schwer aufzuspüren. Aber ihre Anziehungskraft ist verräderisch. Umkreist sie ein Begleitstern, dann kann aus seiner Bahnbewegung die Masse des unsichtbaren Objekts ermittelt werden. Beträgt diese mehr als drei Sonnenmassen, so ist der Unbekannte wahrscheinlich ein Schwarzes Loch.

Außerdem saugen Schwarze Löcher Gas und Staub von ihrer Umgebung ab. Bevor die Materie im kosmischen Nichts verschwindet, heizt sie sich auf und sendet Röntgenstrahlung aus. Auch daran lässt sich ein Schwarzes Loch erkennen – sofern das „Monster“ nicht gerade „Däät“ hält.

Mittlerweile haben Wissenschaftler eine ganze Reihe von Sternensystemen auf ihrer Liste, in denen sie ein Schwarzes Loch vermuten. Selbst im Zentrum unserer Heimatgalaxie – der Milchstraße – scheint ein solcher „Himmelsschlund“ zu lauern.

Physiker(in) dringend gesucht

Der Arbeitsmarkt für Physikerinnen und Physiker in Deutschland hat sich während der letzten Jahre sehr positiv entwickelt. Von den etwa 3.000 Absolventen, die im Jahr 2002 mit Staatsexamen, Diplom- oder Doktortitel auf den Arbeitsmarkt drängten, waren zum Jahresende weniger als 140 als Arbeitsuchende gemeldet. Damit ist die Anzahl der Berufsanfänger ohne Job seit 1997 um rund 60 Prozent gesunken (s. Abb. 1). Im Jahre 2002 gingen insgesamt etwa 2.200 Physiker zum Arbeitsamt. Davon war gut die Hälfte älter als 45. Zum Vergleich: 1997 waren fast 3.300 Physiker arbeitslos.

Kurzum: Nach der schwierigen Lage Mitte der 1990er Jahre hat sich der Arbeitsmarkt deutlich entspannt. Und trotz aktueller Konjunkturflaute sind die Perspektiven weiterhin gut: **besonders Berufseinsteiger haben hervorragende Chancen.**

Während des letzten Jahrzehnts zählte die Physik nicht gerade zu den begehrtesten Studienfächern: Auf das Rekordhoch von rund 9.800 Anfängern zu Beginn der 1990er (s. Abb. 2) folgte – ausgelöst vom nachlassenden Bedarf der Industrie – 1998 ein Tiefstand von weniger als 5.200 Neueinschreibungen. Die Konsequenzen sind heute zu spüren: Es gibt immer weniger Absolventen. So ist die Anzahl der Diplomabschlüsse von rund 2.050 im Jahr 2000 auf etwa 1.450 im Jahr 2002 gefallen. Die Zahl der Lehramtsabsolventen ist ebenfalls zurückgegangen.

Mit 400 Abschlüssen im Jahr 2002 wurde hier ein neuer Tiefstand erreicht. Die Sorge vor einem Mangel an Fachkräften ist also mehr als begründet. Manche Branchen – wie Strahlenphysik und Kerntechnik – haben bereits akute Nachwuchsprobleme. Ähnliches gilt für die Physik in der Schule: Der „Nachschub“ an neuen Lehrkräften kann den Bedarf kaum abdecken.

Günstige Zeiten für Absolventen: Nicht nur jetzt (Frühjahr 2003), auch **mittelfristig gesehen, sind die Berufsaussichten gut**. Ange-sichts einer typischen Studiendauer von rund 12 Semestern wird der Zuwachs der Neueinschreibungen, der seit Beginn des neuen Jahrtausends zu beobachten ist (s. Abb. 2), sich erst allmählich auf die Zahl der Abschlüsse auswirken.

Und die Zukunft? Hierzulage kommen auf 1.000 Erwerbstätige etwa 6 Forscher. In den USA liegt die Quote bei 8, in Japan gar bei 9. Nach Schätzung der EU-Kommission aus dem Jahre 2001 fehlen Europa jährlich rund 50.000 Wissenschaftler. Die Zahlen sprechen für sich: **ein naturwissenschaftlich-technisches und insbesondere ein Physik-Studium bietet – auch langfristig gesehen – beste Voraussetzung für den Start ins Arbeitsleben.**

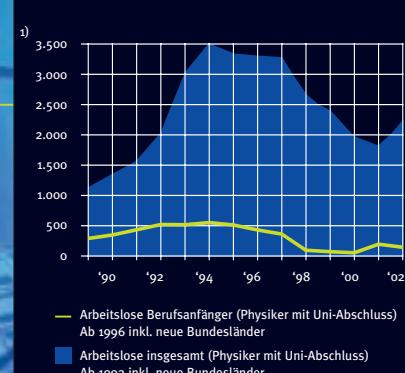
Insgesamt geht man in Deutschland von zirka 75.000 erwerbsfähigen Physikerinnen und Physikern aus. Wie eine von der Deutschen

Physikalischen Gesellschaft 1997 durchgeführte Studie gezeigt hat, entscheidet sich die Hälfte der Absolventen für eine Stelle in der Industrie. Etwa 35 Prozent sind in Forschung und Lehre tätig, die übrigen 15 Prozent im Dienstleistungssektor beschäftigt.

Bei der Vermittlung durch die Arbeitsämter offenbart sich eine erfreuliche Vielfalt. Neben den traditionellen Bereichen Elektro(nik)-industrie und Maschinenbau nehmen auch der IT-Bereich, die Optik bzw. die Laser-Branche sowie die Medizintechnik vermehrt Physiker auf. Chancen bieten auch das Patentwesen und die Unternehmensberatung. Hier sind Physiker willkommene Quereinsteiger.

Physikerinnen und Physikern, die den Weg in die Wirtschaft einschlagen, stehen nicht nur verschiedensten Branchen offen. Auch die Tätigkeit variiert stark innerhalb einzelner Branchen. Das Einsatzspektrum reicht von Forschung und Entwicklung über Produktion und Qualitätskontrolle bis in den Vertrieb. Des Weiteren sind Physiker im Projektmanagement gefragt und auch häufig in Führungspositionen anzutreffen.

Hilfreich bei Vermittlungen in die Industrie sind neben niedrigem Lebensalter insbesondere gute Kenntnisse in der Datenverarbeitung und Fremdsprachen sowie Teamfähigkeit. Das Einstiegsgehalt für Berufsanfänger beträgt (je nach Branche) 35.000 bis 45.000 Euro brutto.



Quelle: Bundesanstalt für Arbeit, Mai 2003



Die Daten für 2002 umfassen Wintersemester 01/02 und Sommersemester 2002. Übrige Jahre analog.

— Absolventen (Diplom/Lehramt/Promotion)
Zurzeit promovieren ca. 43 Prozent aller Diplom-Physiker.
■ Studienanfänger (Diplom/Lehramt)
Frauenanteil im Jahr 2002: Physik-Diplom: 22 Prozent, Lehramt: 33 Prozent

Quelle: Konferenz der Fachbereiche Physik / Physik Journal 1 (2002) Nr. 9

Buchtipps:

„Big Business und Big Bang: Berufs- und Studienführer Physik“
M. Rauner, S. Jordal; WILEY-VCH

Webtipps:

www.physiker-im-beruf.de

--STUDIUM UND BERUFSWELT--

:studieren: „Physic ist wahrlich das eigentliche Studium des Menschen“
(Georg Christoph Lichtenberg, 1742-1799)

Wer Physik studiert, wird Forscher, Professor oder Lehrer. So die gängige Meinung. Doch das trifft nur auf die wenigen Absolventen zu. Zum Beispiel auf Moritz Sokolowski (37 Jahre), promovierter Diplom-Physiker und Privat-Dozent an der Universität Würzburg. Ihn faszinierte die Begegnung mit der Physik so, dass er sich nach Abschluss von Studium und Promotion an der Technischen Universität München auf eine Assistentenstelle an der Universität Würzburg bewarb. Diese gab ihm die



Moritz Sokolowski bei der Arbeit an Vakuumapparaturen für Oberflächen-experimente

Möglichkeit, unter der Obhut und Anleitung eines erfahrenen Lehrstuhlinhabers eine eigene Arbeitsgruppe aufzubauen und sich mit seinen Forschungsarbeiten für den Beruf des Hochschullehrers zu qualifizieren. Formal geschieht dies mit der so genannten Habilitation, einer vor der Fakultät abzulegenden Prüfung, in der der Nachwuchswissenschaftler seine eigenständige wissenschaftliche und didaktische Qualifikation unter Beweis stellt. Den letzten Schritt auf dem Weg zum Hochschullehrer bildet die Bewerbung auf eine Professur, die im Allgemeinen mit einem Wechsel an eine andere Universität verbunden ist. In manchen Fällen aber auch mit einem Wechsel in ein anderes Fachgebiet: Da Moritz Sokolowski mit dünnen Schichten aus organischen Molekülen experimentiert und dabei intensiv mit Chemikern zusammenarbeitet, stießen seine Arbeiten auch in der Chemie auf Interesse. In Kürze wird er daher eine Professur im Fachbereich Chemie der Universität Bonn antreten.

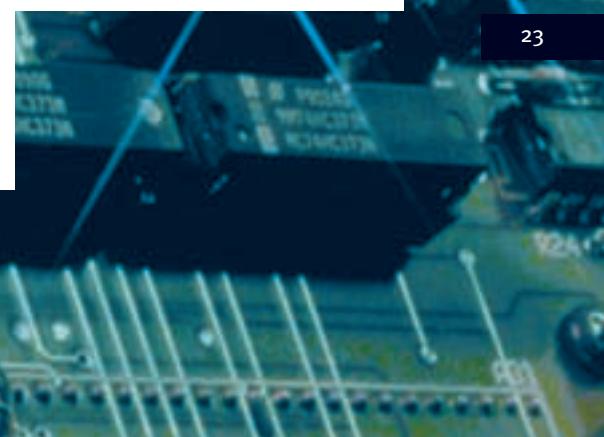
Doch für die meisten Studenten der Physik sehen die Berufswge ganz anders aus: **Denn Physiker und Physikerinnen haben ihren eigenen Kopf und gehen auch im Beruf eigene und sehr verschiedene Wege.** Das zeigen die Kurzporträts auf den nächsten Seiten.



**Astrid Dähn, 29,
Wissenschaftsjournalistin**



In der elften Klasse habe ich Physik abgewählt. Die Schulversuche mit Eisenfeilspänen und Lochkameras konnten mich nicht recht begeistern. Ich mochte Deutsch und Fremdsprachen lieber. So wäre ich vermutlich niemals Physikerin geworden, hätten mich die überfüllten Sprachkurse im ersten Semester meines Slavistik-Studiums nicht ziemlich enttäuscht; und hätten nicht gleichzeitig populärwissenschaftliche Bücher über Quantenphänomene mein Interesse an theoretischer Physik geweckt. Kurz entschlossen wechselte ich den Studiengang und schrieb mich an der Universität Tübingen für Physik ein - eine Entscheidung, über die ich heute sehr froh bin. Während des Studiums habe ich sie allerdings manchmal bereut. Denn das Dauerrechnen von Übungsaufgaben in den ersten Semestern bereitete mir wenig Vergnügen. Das änderte sich jedoch nach dem Vordiplom - vielleicht, weil ich von der großen Tübinger Physikfakultät an den kleinen, fast familiären Fachbereich der Freien Universität in Berlin wechselte, vielleicht aber auch,



--BERUFSWELT--



**Hans-Dieter Jostarndt, 35,
Patentanwalt**

In der Schule haben mich Physik und Geisteswissenschaften gleichermaßen interessiert. Als ich mich entschloss, Physik zu studieren, hatte ich den stillen Wunsch, nicht nur Physiker, sondern auch Patentanwalt zu werden. Ich studierte zügig Physik, um bessere Berufsaussichten zu haben. Als ich mit 24 Jahren mein Diplom erwarb, fühlte ich mich zu jung für eine Laufbahn in der „freien Wirtschaft“. Das Angebot meines Doktorvaters, bei ihm zu promovieren, nahm ich daher gerne an. Ich konnte forschen, im Ausland arbeiten und viele interessante Menschen kennenlernen. Nebenbei hörte ich Jura-Vorlesungen, um

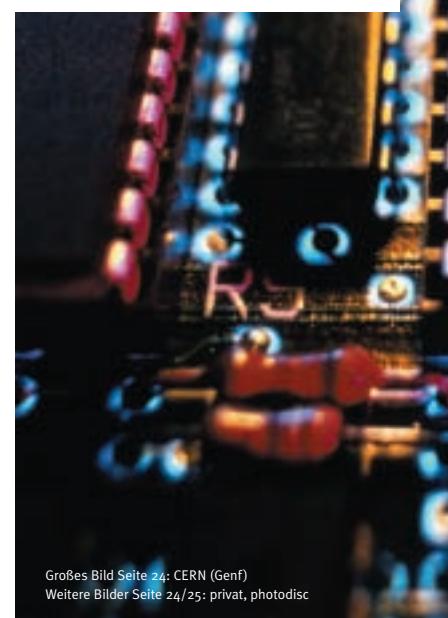
mich auf den Beruf des Patentanwalts vorzubereiten. Um Patentanwalt zu werden, ist neben einem naturwissenschaftlichen oder technischen Studium ein dreijähriges Referendariat erforderlich: zunächst bei einem Patentanwalt oder Industrieunternehmen und anschließend beim Deutschen Patentamt und dem Bundespatentgericht. Ich wurde in der Patentabteilung eines traditionsreichen Unternehmens tätig. Erst unmerklich, dann immer mehr stellte ich fest, dass mir der Kontakt zur Physik und zur Hochtechnologie fehlt. Als sich die Möglichkeit ergab, als Patentanwalt auf weiten Technologiegebieten tätig zu werden, zögerte ich nicht lange. Ich machte mich als Patentanwalt selbstständig und gründete später mit einem befreundeten Kollegen eine überörtliche Patentanwaltsozietät. Zu verstehen, was Mandanten wollen und diesen Wunsch physikalisch, technisch und juristisch richtig umzusetzen, ist Hauptbestandteil meiner Arbeit. Jeden Tag erlebe und erfahre ich etwas Neues. Ich bin froh, Physik studiert zu haben. Das Einzige, was ich heute anders machen würde, wäre, früher und länger ins Ausland zu gehen.



**Sabine Ursula Metzger-Groom, 32,
tätig in Forschung und Entwicklung
bei Procter & Gamble, England**



In der Schule hatte ich Chemie und Latein als Leistungsfächer, Physik „nur“ als Grundkurs. Dennoch entschied ich mich für ein Physikstudium, da mich die intellektuelle Herausforderung reizte. Im Grundstudium interessierten mich besonders die mathematisch-abstrakten und philosophischen Inhalte, aber im Hauptstudium begeisterte ich mich zunehmend für Biophysik. Nach Abschluss meines Studiums an der TU Berlin (Diplomarbeit in Laserspektroskopie) - wo ich das Glück hatte, mit dem Erwin-Stephan-Preis für ein kurzes und erfolgreiches Studium ausgezeichnet zu werden - konnte ich meinen Traum einer Promotion in Biophysik in den USA verwirklichen. Mir machte es großen Spaß, als Doktorandin endlich „richtig“ und zudem interdisziplinär zu forschen (zur Photosynthese). Mein Auslandsaufenthalt hat mich zudem persönlich sehr bereichert. Neben englischen Sprachkenntnissen und dem aufregenden Leben auf einem amerikanischen Campus lernte ich auch meinen zukünftigen, englischen Ehemann kennen. Ein halbes Jahr vor dem Erhalt meines Ph.D. sah ich mich deshalb nach Jobs in England um. In meinen Bewerbungen versuchte ich, eine möglichst flexible Einstellung zu be-



--BERUFSWELT--



Hans Jauch, 34,
Leiter Service- und Projekt-
geschäft bei Bechtle EDV-
Zentrum

Zuerst liebäugelte ich mit Elektrotechnik, da ich mich in meiner Freizeit viel mit Elektronik beschäftigte und mir dieses Fach am Technischen Gymnasium viel Spaß machte. Ehemalige Schulkameraden, die dieses Studium begonnen hatten, vermittelten mir allerdings den Eindruck, dass dieses Studium hauptsächlich aus wöchentlichen schriftlichen Tests bzw. Prüfungen besteht. Tatsächlich machten sie einen recht gestressten Eindruck. Von einem Bekannten, der seine Physikdiplomarbeit in Heidelberg machte, bekam ich dann aber das Physikalische Institut und die Uni gezeigt. Er arbeitete dort an einem Thema zur experimentellen Hochenergiephysik. Die Hintergründe, nämlich die Suche nach den kleinsten Teilchen unseres Universums, verbunden mit den

hierfür notwendigen selbstentwickelten technischen und elektronischen Messgeräten, klangen spannend und begeisterten mich.

Die Prüfungsordnung - nur mündliches Vordiplom und Diplom - und das schöne Heidelberg machten die Entscheidung für dieses Studienfach perfekt. Bis zum Vordiplom war es interessant (Physik), aber auch zäh (reine Mathematik - Algebra). Im Hauptstudium legte ich meine Schwerpunkte auf die Themen Computersysteme, Lasertechnologien und Bildverarbeitung.

Nach dem Studium fand ich (die Arbeitsmarktsituation war damals sehr schlecht) wegen meiner Studienschwerpunkte eine Einstellung in der IT-Branche. Heute nach 6 Jahren im Berufsleben leite ich eine Abteilung mit 20 Mitarbeitern, die sich mit der Konzeption und Abwicklung von komplexen Projekten befasst.

Auch heute hilft mir die im Studium gelernte Herangehensweise an physikalische Fragestellungen, technische oder organisatorische Abläufe schnell zu erfassen. Das Physikstudium ist ein sehr interessantes und freies Studium. Es erfordert allerdings, sich rechtzeitig für den späteren Berufsweg, nämlich akademische Forschung oder freie Wirtschaft, zu entscheiden und danach den Studiengang auszurichten.

Katharina Schänzlin, 28,
Doktorandin am Laboratorium für
Verbrennungsmotoren und Verbren-
nungsforschung der ETH Zürich



Nach der Schule wollte ich aus Neugier Physik studieren. Ich hatte zwar in der Schule keinen Leistungskurs Physik besucht, aber mich interessierte, wie Maschinen funktionieren und wie man Phänomene erklären kann. Ich wusste, dass das Studium ohne einschlägige Voraussetzungen schwierig werden würde, aber ich beschloss, mich durchzuschlagen. Gleichzeitig schrieb ich mich auch für das Lehramt (Physik/Sport) ein, denn ich war Leistungssportlerin, hatte schon viele Trainingsgruppen betreut und mich reizte die Kombination, denn ich spielte mit dem Gedanken, später Turnschuhe zu entwickeln. Allerdings zeigte sich, dass die Physik viele andere interessante Gebiete besitzt. So hatte ich Freude daran, wie einfach in der Physik komplizierte Zusammenhänge dargestellt werden konnten. Allerdings drängte sich mir mehr und mehr die Frage auf, ob ich irgendwann den gelernten Stoff anwenden kann. So sehnte ich mich nach der Anwendung. Deshalb beschloss ich, von Tübingen an die Technische Universität Darmstadt zu wechseln, denn Darmstadt besitzt einen großen Fachbereich für Maschinenbau und hier konnte ich dann in verschiedenen Jobs als wissenschaftliche Hilfskraft die Luft des Maschinenbaus und der Anwendung schnuppern und die gelernte Physik anwenden.

Und heute, als Doktorandin im Maschinenbau an der ETH in Zürich, benötige ich einen Großteil des im Physikstudium Gelernten wieder. Hier bearbeite ich ein Forschungsthema aus der Autoindustrie, wobei ich einen Ottomotor untersuche, bei welchem das Benzin direkt in den Brennraum eingespritzt wird. Es sollen hauptsächlich optische Untersuchungen u. a. mit Lasern für die Charakterisierung der Flamme und der Verbrennung durchgeführt werden. Heute, ein Jahr nach Abschluss meines Studiums, bin ich sehr froh um das Fachwissen; und die strukturierte Denkweise, die man sich als Physikerin zulegt, kann man in allen Berufsbereichen gut gebrauchen.



Deutsche Physikalische Gesellschaft



Physikzentrum,
Bad Honnef



Magnus-Haus,
Berlin



Mitgliederzeitschrift
der DPG



Ehrwürdig und demokratisch. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V. (DPG) ist die älteste und die größte physikalische Fachgesellschaft weltweit.

Jeder, der die physikalische Forschung und Lehre unterstützen will, kann sich in der demokratisch verfassten wissenschaftlichen Vereinigung engagieren. Nachdem die DPG unter dem Namen Physikalische Gesellschaft zu Berlin im Jahre **1845** von sechs angesehenen Naturforschern gegründet wurden, erfreute sie sich schnell eines regen Zulaufs. Heutzutage ist sie mit mehr als **45.000 Mitgliedern** die zahlenmäßig bedeutendste naturwissenschaftliche Gesellschaft in Deutschland.

Einstein & Co. Die DPG fördert den nationalen wie internationalen Erfahrungsaustausch. Hier können Physikstudenten Kontakte knüpfen zu namhaften Wissenschaftlern und Nobelpreisträgern. Die Namen der Mitglieder bilden ein „Who is Who“ der Physik. Zahlreiche weltberühmte Forscher waren Präsidenten der DPG, so auch Max Planck und Albert Einstein.

Erfahrungsaustausch und Dialog. Seit 1977 ist das international angesehene **Physikzentrum** in Bad Honnef Sitz der Geschäftsstelle. Hier treffen sich Physiker und Physikerinnen aus aller Welt zum Erfahrungsaustausch, ein idealer Umschlagplatz für neueste physikalische Erkenntnisse und Entwicklungen. Das Physikzentrum hat sich bundesweit einen Namen als Weiterbildungsstätte gemacht. Besonders beliebt sind die DPG-Physikschulen, auf denen junge Forscher und Physiklehrer sich zweimal jährlich von Experten in die Höhen der aktuellen Forschung entführen lassen. Neben dieser zentralen Begegnungs- und Tagungsstätte in Bad Honnef unterhält die DPG seit der Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 ein wissenschaftliches Forum in Berlin, das **Magnus-Haus** am Kupfergraben.

Nach aufwendigen Restaurierungsarbeiten konnte das repräsentative Gebäude im November 1994 eröffnet werden. Der Deutschen Physikalischen Gesellschaft ermöglicht das Magnus-Haus eine besondere Präsenz im kulturellen Zentrum der Hauptstadt Berlin. Das spätbarocke Palais ist ein idealer Ort für anspruchsvolle Veranstaltungen mit führenden Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Das aktuelle Programm beider Häuser kann man im Internet unter www.dpg-physik.de abrufen.



Vier Deutsche Nobelpreisträger und ein amerikanischer Kollege: Nernst, Einstein, Planck, Millikan, Laue (von links nach rechts)

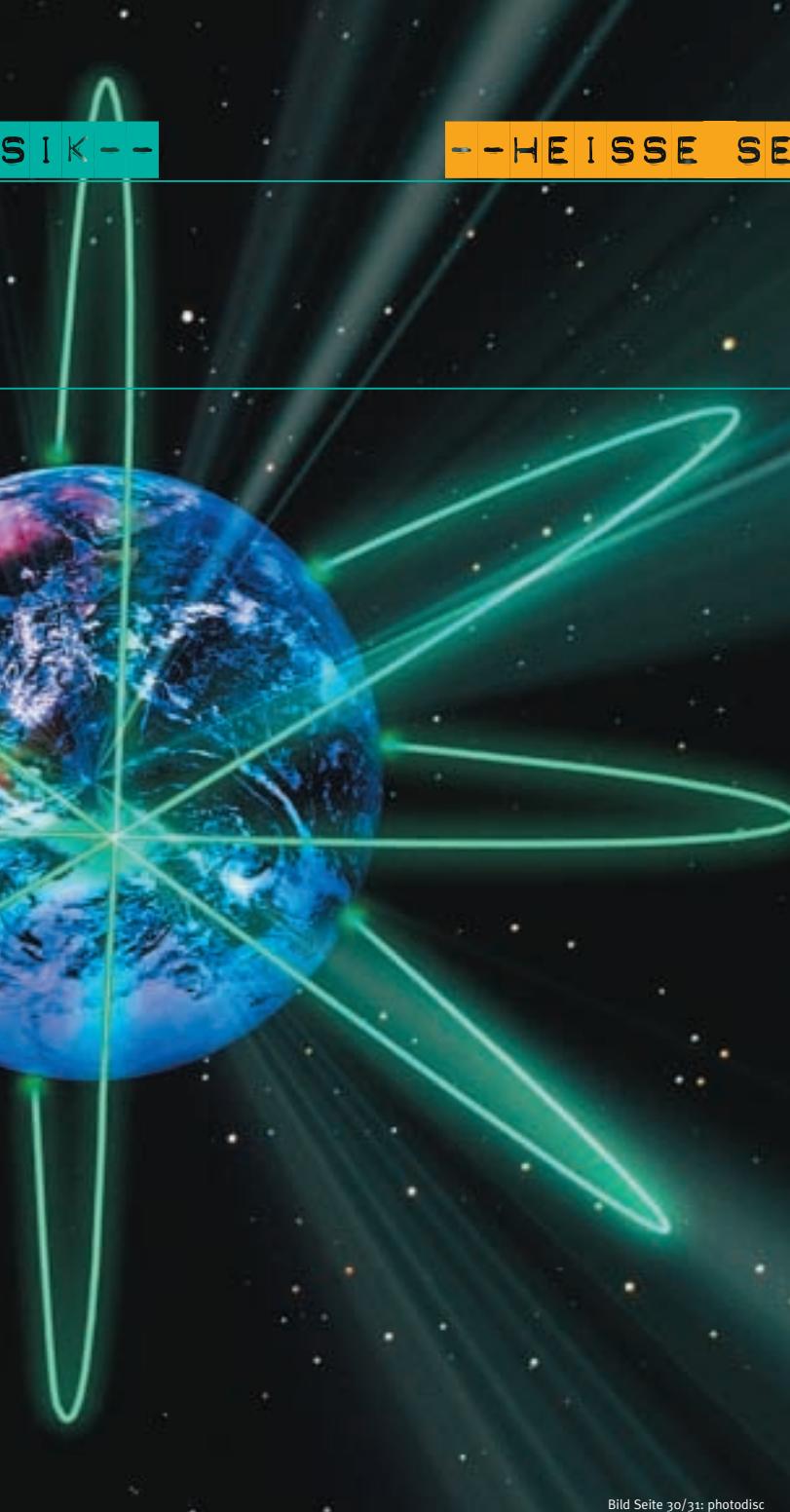


www.dpg-physik.de

Physik öffentlich machen: Im Rahmen der bundesweiten Initiative „Wissenschaft im Dialog“ verstärkt die DPG zusammen mit anderen wissenschaftlichen Organisationen und gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung ihre Anstrengungen, das Gespräch mit der Gesellschaft und den Medien voranzubringen. Es wird immer wichtiger, wissenschaftliche Probleme gerade auch in den Massenmedien in einer dem Laien verständlichen Art und Weise darzustellen. Nicht nur der weltweite Kontakt unter Physikern ist unsere Aufgabe, es geht auch darum, dem interessierten Nicht-Experten ein Fenster zur Physik zu öffnen.

Physik international. Physiker sein heißt Weltbürger sein. Physiker haben weltweite Kontakte. Die Physik ist heute ein international eng vernetztes System von Spezialisten auf verschiedenen Gebieten. Physiker und Physikerinnen korrespondieren über Landesgrenzen hinweg mit ihren Fachkollegen. Oft ergeben sich auf den internationalen Fachkonferenzen dauerhafte Kontakte mit Kollegen von anderen Kontinenten. Gastfreundschaft ist selbstverständlich. Sprachprobleme gibt es kaum. Denn die gemeinsame Sprache der physikalischen Community ist Englisch.

Einblicke in die globale Vernetzung der Physik sowie viele Informationen aus der Welt zwischen Quarks und Quasaren bietet die **DPG-Denkschrift**. Das Buch kann für eine Schutzgebühr von 10,- Euro (plus Versandkosten) bei der **DPG-Geschäftsstelle** bestellt werden. Die Kontaktdataen finden Sie auf der Rückseite dieser Broschüre.



Physik-Infos für alle Neugierigen
www.weltderphysik.de

Forschungsnachrichten, Tagungskalender, Stellenbörse ...
www.pro-physik.de

Wissenschaftsfestival der DPG
www.physik-highlights.de

Teilchenphysik einfach erklärt
www.kworkquark.net

Labor für Kern- und Teilchenphysik CERN (Genf)
www.cern.ch

Rund um Albert Einstein
www.alberteinstein.info; www.einstein-website.de

Jenseits von Bits und Bytes
www.quantencomputer.de

Nanowelt
alme1.almaden.ibm.com/vis/stm/gallery.html

Physik multimedial
www.iap.uni-bonn.de/P2K

FAQs: Was Sie schon immer über Physik wissen wollten
www.desy.de/user/projects/Physics

Umfangreiche Linkliste – nicht nur für den Schulgebrauch
www.schulphysik.de

Physik-Nobelpreise
www.slac.stanford.edu/library/nobel

Weltraum-Teleskop „Hubble“
hubblesite.org

Europäische Südsternwarte
www.eso.org

Planetenerkundung (Jet Propulsion Laboratory der NASA)
www.jpl.nasa.gov

Abstruse Wissenschaft in den Massemedien
www.badastronomy.com

Themenjahre der Wissenschaft
www.wissenschaft-im-dialog.de

Max-Planck-Gesellschaft (Grundlagenforschung)
www.mpg.de

Helmholtz-Gemeinschaft (Großforschungseinrichtungen)
www.helmholtz.de

Fraunhofer-Gesellschaft (angewandte Forschung)
www.fhg.de

Leibniz-Gemeinschaft
www.leibniz-gemeinschaft.de

Europäische Physikalische Gesellschaft
www.eps.org

Das britische Institute of Physics
www.physicsweb.org

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V. (DPG) ist die älteste und mit mehr als 45.000 Mitgliedern die größte physikalische Fachgesellschaft weltweit. Zahlreiche weltberühmte Forscher waren Präsidenten der DPG, so auch Max Planck und Albert Einstein. Als gemeinnütziger Verein verfolgt die DPG keine wirtschaftlichen Interessen. Sie fördert den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft und widmet sich der Vermittlung von Physik in der Öffentlichkeit.

Im Großraum Bonn...

Deutsche Physikalische Gesellschaft
Geschäftsstelle
Hauptstraße 5
53604 Bad Honnef
Telefon: 0 22 24 / 92 32 - 0
Telefax: 0 22 24 / 92 32 - 50
E-Mail: dpg@dpg-physik.de

Kontakt:

Deutsche Physikalische Gesellschaft
Pressestelle
Hauptstraße 20a
53604 Bad Honnef
Telefon: 0 22 24 / 95 195 - 18
Telefax: 0 22 24 / 95 195 - 19
E-Mail: presse@dpg-physik.de

in Berlin...

Deutsche Physikalische Gesellschaft
Magnus-Haus
Am Kupfergraben 7
10117 Berlin
Telefon: 0 30 / 20 17 48 - 0
Telefax: 0 30 / 20 17 48 - 50
E-Mail: magnus@dpg-physik.de

und im Internet...

www.dpg-physik.de
www.weltderphysik.de
www.pro-physik.de

Physik Zukunft

