

HINTERGRUND-INFORMATION

Preisträger der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 2004

Max-Planck-Medaille höchste DPG-Auszeichnung für Theoretische Physik

Quantenphysik und Neurowissenschaften: Prof. Dr. **Klaus Hepp** (66), **ETH Zürich**, erhält die **Max-Planck-Medaille** für seine bedeutenden Beiträge zur Quantenfeldtheorie und Laserphysik sowie für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Neurowissenschaften. Der gebürtige Kieler mit Schweizer Pass hat seit den 1970ern die Informationsverarbeitung des menschlichen Gehirns erforscht – insbesondere das Zusammenspiel zwischen Seh-, Bewegungssinn und Augenbewegung. Diese neuronale Abstimmung versagt bei Menschen mit Gleichgewichtsstörungen, auch bei Seekranken ist sie aus dem Takt geraten.

Hepp studierte Mathematik und Physik an der Universität Münster und an der ETH Zürich. Sein Forscherleben führte ihn mehrfach in die USA. Er arbeitete unter anderem am Institute for Advanced Studies in Princeton sowie am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge. Bis April 2002 war er Professor für Allgemeine Theoretische Physik an der ETH Zürich. Seitdem ist Hepp emeritiert.

Zu Beginn seiner Laufbahn befasste sich Hepp mit der relativistischen Quantenfeldtheorie – jenem mathematischen Modell, auf dem unsere Vorstellung der Teilchenwelt beruht. Später entwickelten er und sein Princeton-Kollege Elliot H. Lieb die erste quantenphysikalische Beschreibung des Lasers.

Während eines Forschungsaufenthalts am MIT Mitte der 1970er kam Hepp mit Neurobiologen in Kontakt. Eine Begegnung mit Folgen. „Mich hatte immer schon nicht nur die Physik, sondern auch der Mensch fasziniert“, erzählt er. „Nach meiner Rückkehr nach Zürich habe ich dann das Fachgebiet gewechselt.“ Gemeinsam mit dem Neurologen Volker Henn vom Universitätsspital Zürich erforschte Hepp nun, wie bestimmte Sinne und die Motorik des Menschen aufeinander abgestimmt sind. „Das Gleichgewichtsorgan im Innenohr, aber auch die Augen liefern Informationen darüber, ob wir uns bewegen – und wo oben ist und wo unten“, erklärt der Biophysiker. Er habe sich gefragt, wie das Gehirn die unterschiedlichen Sinneseindrücke verarbeite und aus diesen Signalen eine schlüssige Karte der Umwelt erstelle. Dazu untersuchte er insbesondere die raschen Augenbewegungen, mit denen sich der Sehsinn auf einen Gegenstand einstellt.

Solche Studien nutzen nicht nur der Grundlagenforschung. Seekranke und Menschen mit Gleichgewichtsstörungen können ein Lied davon singen, was geschieht, wenn die Sinne nicht miteinander harmonisieren. Und auch für die Robotik sind Hepps Forschungsarbeiten von Bedeutung: Inzwischen arbeitet er daran, seine Erkenntnisse auf Systeme mit Künstlicher Intelligenz zu übertragen.

- Weitere Informationen: <http://www.ethlife.ethz.ch/cd/bits/whoswho/prof/dt/554dt.html>
<http://www.unicom.unizh.ch/unimagazin/archiv/3-97/recherche.html>

Stern-Gerlach-Medaille **höchste DPG-Auszeichnung für Experimentelle Physik**

Supraleitung und Magnetismus: Prof. Dr. **Frank Steglich** (62), **Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe (Dresden)**, erhält die **Stern-Gerlach-Medaille** für die bahnbrechende Entdeckung einer besonderen Form der Supraleitung („Schwere-Fermionen-Supraleitung“) und seine Beiträge zur Physik der kondensierten Materie, insbesondere zum Magnetismus und zur Supraleitung „stark korrelierter“ Elektrosysteme.

Steglich studierte Physik in Münster und Göttingen, er habilitierte sich an der Universität zu Köln und war später Professor an der TH Darmstadt. Seit 1996 ist er Direktor am Dresdner Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, seit 2001 Vizepräsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Im Jahre 1979 entdeckte Steglich eine besondere Variante der Supraleitung: Er stellte fest, dass die „intermetallische“ Verbindung CeCu_2Si_2 bei extremer Kälte (dicht am absoluten Nullpunkt von minus 273,15 Grad Celsius) elektrischen Strom ohne Verlust transportierte. Weil die Verbindung magnetische Cer-Atome enthielt, war dieser Befund eine Überraschung. Untersuchungen an damals bekannten Supraleitern hatten gezeigt: veränderte man die chemische Zusammensetzung nur geringfügig durch Zugabe magnetischer Atome, so war das neue Material nicht mehr supraleitend. Steglichs Entdeckung fiel somit aus dem Rahmen. „Supraleitung und Magnetismus hielt man für Gegenspieler“, sagt der Dresdner Wissenschaftler. Bereits 1979 vermutete er, dass die für den Stromfluss verantwortlichen Elektronen sich in CeCu_2Si_2 anders verhalten als in üblichen Supraleitern. Steglich war offenbar auf eine neue Form der Supraleitung gestoßen.

CeCu_2Si_2 zählt zu den „Schwere-Fermionen-Systemen“. Das sind besondere Metallverbindungen, die paramagnetische Atome aus der Gruppe der „Seltene Erden“ oder der „Aktinide“ enthalten. Hierzu zählen Elemente wie Cer und Uran. Heute sind fast zwanzig solcher supraleitender Verbindungen bekannt. Sie alle haben ungewöhnliche elektrische und magnetische Eigenschaften. Für sie ist typisch, dass die Leitungselektronen des Materials eine komplizierte Beziehung mit den paramagnetischen Atomen eingehen. Genau genommen geht es um das Wechselspiel zwischen Leitungselektronen und den „f-Orbitalen“ der paramagnetischen Atome. Das Wechselspiel behindert die Bewegung der Elektronen, die sich dadurch in gewisser Weise „behäbig“ verhalten – im Fachjargon ist deshalb von „Schweren Fermionen“ die Rede. Sie geben der Materialklasse ihren Namen.

Bei klassischen Supraleitern transportieren Duette aus Leitungselektronen, Cooper-Paare genannt, den elektrischen Strom. Diese Paarung gewährleistet Stromfluss ohne Widerstand. Am zarten Band, das die elektronischen Partner verknüpft, ist das Atomgitter des Materials wesentlich beteiligt. Denn die Elektronen werden über elastische Verformung des Atomgitters aneinander gekoppelt. Bei supraleitenden Schwere-Fermionen-Systemen sind es nun keine gewöhnlichen Leitungselektronen, die sich zu Paaren zusammenschließen – diese Rolle übernehmen offenbar die Schweren Fermionen. „Verkuppelt“ werden sie mit

Unterstützung der f-Orbitale der magnetischen Atome. Sie dienen sozusagen als „Heiratsvermittler“. Steglich resümiert: „Statt einer elastischen Kopplung – wie bei den klassischen Supraleitern – gibt es hier ein magnetisches Zusammenspiel.“ Da sich die Schweren Fermionen nicht unabhängig voneinander bewegen, sprechen Physiker von einem „stark korrelierten“ Elektronensystem.

Steglich ist diesem Forschungsgebiet über all die Jahre treu geblieben. Denn die Supraleitung von Schweren Fermionen wirft noch viele Fragen auf. So ist die genaue Natur des magnetischen „Klebstoffs“ keinesfalls geklärt. Und es wird darüber spekuliert, ob eine magnetische Kopplung für andere Substanzen ebenfalls von Bedeutung ist. Jahre nach Steglichs Entdeckung stießen Müller und Bednorz (Forscher beim Unternehmen IBM) auf eine weitere, neuartige Version der Supraleitung – bei vergleichsweise hohen Temperaturen. Der Mechanismus, der hier am Werk ist, bereitet Wissenschaftlern noch einiges Kopfzerbrechen. „Viele Forscher vermuten, dass eine magnetische Kopplung auch bei Hochtemperatur-Supraleitern und bei organischen Supraleitern eine wesentliche Rolle spielt – zusammen mit anderen Effekten“, meint Steglich. „Nach meinem Gefühl gibt es hier eine delikate Balance zwischen verschiedenen Phänomenen.“

➤ Weitere Informationen: <http://www.cpfs.mpg.de/departments/physics/steglich-seite.html>

Walter-Schottky-Preis

**Nachwuchspreis für herausragende Beiträge zur Physik der kondensierten Materie,
unterstützt von Siemens AG und Infineon Technologies AG**

Elektronen und Nano-Strukturen: Priv.-Doz. Dr. **Markus Morgenstern** (37), **Universität Hamburg**, erhält den **Walter-Schottky-Preis** für seine hervorragenden Arbeiten über die elektronischen Eigenschaften von Halbleitern. Morgensterns Werkzeug ist das „Rastertunnelmikroskop“. Damit untersucht der Festkörperphysiker Materialien, die starken Magnetfeldern und sehr niedrigen Temperaturen ausgesetzt sind. Im Mittelpunkt seiner Forschung stehen elektronische Systeme in verschiedenen Dimensionen – etwa Elektronen, die sich in einem zweidimensionalen „Flachland“ bewegen.

Markus Morgenstern studierte Physik an der TU Berlin. Während seiner Diplomarbeit war er am Berliner Fritz-Haber-Institut tätig. Er promovierte am Forschungszentrum Jülich, danach folgte ein Forschungsaufenthalt an der Université Paris VII. Seit 1997 arbeitet Morgenstern an der Universität Hamburg.

Ein Rastertunnelmikroskop (engl. STM) kann filigrane Details auf der Oberfläche von Festkörpern sichtbar machen und so eine präzise Landkarte der Oberfläche erstellen – bis hin zum Arrangement einzelner Atome. Damit sind die Fähigkeiten dieses Mikroskops jedoch keineswegs erschöpft. Morgenstern nimmt mit dem STM die elektronischen Eigenschaften von Halbleitern unter die Lupe. Der Hamburger Forscher und seine Kollegen entwickelten dazu ein Mikroskop, das im „Ultrahoch-Vakuum“, bei extremer Kälte (dicht am absoluten Nullpunkt von minus 273,15 Grad Celsius) und zusätzlich bei hohen Magnetfeldern arbeiten kann. Ein Messgerät „aus dem Katalog“ kann da nicht mithalten.

Mit dem STM untersucht Morgenstern elektronische Phänomene wie den „Quanten-Hall-Effekt“. Der ist seit rund zwanzig Jahren ein beliebtes Studienobjekt der Physik. Bisherige Messverfahren gaben jedoch nur indirekt Aufschluss darüber, was – mikroskopisch gesehen – mit den Elektronen beim Quanten-Hall-Effekt

geschieht. Mit dem Rastertunnelmikroskop ist das anders. „Das STM ist quasi die einzige Methode, mit der man dieses Phänomen mit extrem hoher Ortsauflösung untersuchen kann“, erläutert Morgenstern.

Leitmotiv seiner Arbeit sind elektronische Systeme in verschiedenen Dimensionen. Beim Quanten-Hall-Effekt sind die Elektronen auf einer Ebene eingepfercht, sie bewegen sich in einem zweidimensionalen Flachland. Innerhalb von „Quantenpunkten“ – winzige Kristalle, die Forscher auf Halbleiteroberflächen heranwachsen lassen – wird es für sie noch beengter. Die millionstel Millimeter kleinen Nano-Strukturen halten Elektronen ähnlich wie in einem Käfig gefangen, so dass sie sich kaum noch rühren können. Mit Morgensterns STM lassen sich diese „nulldimensionalen“ Elektronensysteme sehr genau untersuchen. Und interessant sind Quantenpunkte nicht nur für die Grundlagenforschung – schließlich können sie Elektronen nicht nur speichern, sondern auch Laserlicht aussenden.

➤ Weitere Informationen: http://www.nanoscience.de/group_r/members/mmorgens

Gustav-Hertz-Preis

Auszeichnung für herausragende junge Physikerinnen und Physiker

Ionen in der Falle: Dr. **Klaus Blaum** (31), **GSI Darmstadt und Forschungszentrum CERN (Genf)**, erhält den **Gustav-Hertz-Preis** für seine hervorragenden Arbeiten über die Massenbestimmung instabiler Atomkerne. Blaum perfektionierte das so genannte ISOLTRAP-Experiment, das am europäischen Teilchenlabor CERN in der Abteilung ISOLDE betrieben wird. Das Experiment untersucht geladene Atome (Ionen) mit Hilfe so genannter Fallen. Blaum erweiterte den Messaufbau um eine „Kohlenstoffcluster-Quelle“. Dank dieser Eichapparatur ist es erstmals möglich, Kernmassen entlang des gesamten Periodensystems der Elemente bzw. der Nuklidkarte präzise zu messen. Kernmassen geben unter anderem Aufschluss über die „Schwache Wechselwirkung“ – eine der fundamentalen Naturkräfte – sowie über die Entstehung der chemischen Elemente im Inneren der Sterne.

Blaum studierte Physik in Mainz und befasste sich schon als Doktorand mit Atomen und Atomkernen. Später arbeitete er als Postdoc bei der Darmstädter Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI). Seit Dezember 2000 ist er Projektleiter des ISOLTRAP-Experiments am Forschungszentrum CERN.

Was Augenfarbe oder Größe für einen Menschen sind, das ist bei einem Atom die Kernmasse. „Die ist wie ein Fingerabdruck“, sagt Klaus Blaum. „Sie verrät so manches über den Aufbau eines Atomkerns. Man erhält Informationen etwa über Bindungsenergien und innere Struktur.“ Blaum arbeitet am Forschungszentrum CERN. Dort – in der Sektion ISOLDE – steht eines der genauesten Geräte, mit der sich Kernmassen messen lassen: das ISOLTRAP-Experiment.

Genau genommen bestimmen die Forscher die Masse von Ionen, das sind geladene Atome. Dies läuft jedoch im Wesentlichen auf eine Messung der Kernmasse hinaus. Und wie werden die winzigen Teilchen untersucht? Wenn sich menschlichen Zeitgenossen für ihr Gewicht interessieren, genügt der Gang zur Waage. Um die Masse eines einzelnen Ions zu bestimmen, ist schon etwas mehr an Technik nötig. Blaum und Kollegen arbeiten mit so genannten Penningfallen – so etwas wie Käfige, die Ionen mit elektrischen und magnetischen Feldern umschließen. Im Inneren der Präzisionsfalle herrscht Vakuum, damit die mikroskopi-

schen Studienobjekte nicht mit Luftmolekülen zusammenstoßen. „Wenn das Ion in der Falle sitzt, schauen wir es auf – mit elektrischen Feldern“, erklärt Blaum das Messverfahren. Aus der Reaktion des Teilchens können die Wissenschaftler dessen Masse bestimmen.

Um die Genauigkeit dieser Messungen zu steigern, konstruierte Blaum eine besondere Eichapparatur. Das Prinzip: ein Laserstrahl verdampft eine bestimmte Variante des Kohlenstoffs: das „Fulleren“ C_{60} . Moleküle werden freigesetzt, nach Größe sortiert und in die Penningfalle geschleust. Die Kohlenstoff-Moleküle („Cluster“) dienen als Messstandard. Weil ihrer Massen bekannt sind, lässt sich das Magnetfeld der Falle präzise kalibrieren.

Mit diesem Fallenaufbau startete Blaum eine ganze Reihe feinfühleriger Massenbestimmungen. Er konzentrierte sich dabei auf radioaktive Atomkerne, die zumeist schon nach Sekundenbruchteilen zerfielen. Bei den Experimenten war also Eile geboten: Die instabilen Atome wurden mit einem Teilchenbeschleuniger hergestellt, aufbereitet und dann schnellstmöglich zu ISOLTRAP verfrachtet. Was verraten solche Studien? „Wir können damit unter anderem Beiträge für einen Test der Schwachen Wechselwirkung liefern“, erklärt Blaum. Diese fundamentale Naturkraft ist für einen bestimmten Typ der Radioaktivität („Beta-Zerfall“) von Bedeutung. Außerdem geben die Kernmassen Aufschluss darüber, wie die chemischen Elemente im Inneren der Sterne entstehen. Das interessiert wohl nicht nur Astrophysiker: schließlich wurde jedes Sauerstoff- oder Kohlenstoff-Atom unseres Körpers einst im Herzen eines Sterns erschaffen.

➤ Weitere Informationen: <http://isoltrap.web.cern.ch>

Robert-Wichard-Pohl-Preis

für herausragende fachübergreifende Forschung oder Physik-Didaktik

Physik zum Anfassen: Prof. Dr. **Hans-Joachim Wilke** (69), **TU Dresden**, erhält den **Robert-Wichard-Pohl-Preis**. Der Physik-Didaktiker hat sich um die klassische Experimentierkultur zur Vermittlung physikalischer Sachverhalte verdient gemacht. Wilke hat in hervorragender Weise zu einer attraktiven Physikausbildung beigetragen und begeistert mit seinen Vorführungen ein breites Publikum. Die Markenzeichen seiner Vorträge sind spektakuläre Experimente mit „Aha-Effekt“.

Hans-Joachim Wilke arbeitete Ende der 1950er als Oberstufenlehrer für Physik und Mathematik. Später promovierte er in Experimentalphysik und war an der Pädagogischen Hochschule Potsdam tätig. Im Jahre 1983 wurde er Professor für Methodik des Physikunterrichts an der Pädagogischen Hochschule Dresden. 1992 wechselte er als Professor für Didaktik der Physik an die Technische Universität Dresden. Seit 1999 ist er emeritiert.

„Kreidephysik“ an der Tafel gehört nicht zu Wilkes Repertoire. Bekannt ist er vielmehr für seine Experimentaltvorträge. Und wenn er zur Tat schreitet, kann sich das Publikum auf einiges gefasst machen. „Bei einem Vortrag, der etwa eineinhalb Stunden dauert, stehen etwa 30 verschiedene Experimente auf dem Programm“, berichtet der Dresdner Physiker. Das benötigt einige Vorbereitung: um die Geräte aufzubauen, planen Wilke und sein Assistent mit bis zu drei Stunden. Mal führt Wilke vor wie eine Rakete funktioniert, mal lässt er mit einem Transformator die Funken sprühen. Dabei geht es ihm nicht um bloße Show-Effekte.

Gerade wenn er vor Schülern auftritt, will er nicht nur verblüffen, sondern auch Anstöße geben. „Bei einem Vortrag über Wärmekraftmaschinen zeigen wir zum Beispiel, wie man mit einer Cremedose, einem Fahrrad-dynamo und einem Kochtopf eine Dampfturbine bastelt“, erklärt er. „Die Schüler sollen sehen, dass sie mit einfachen Zutaten selbst Experimente machen können.“ Vor einigen Wochen eröffnete Wilke an der TU Dresden wieder einmal die Reihe „Physik am Samstag“, mit einer Vorführung vor rund 600 Schülerinnen und Schülern. Titel des Vortrags: „Physik zum Anfassen: Überraschende Experimente mit Blechdosen“. Wer denkt sich die Versuche aus? „Die Experimente werden gemeinsam mit Kollegen und Studierenden entwickelt“, erläutert Wilke. Und wie er hinzufügt, steuern auch Schülerinnen und Schüler Ideen bei.

Der Dresdner hält aber nicht nur Vorträge vor jungen Zuschauern. „Zielgruppe sind insbesondere Lehrerinnen und Lehrer“, sagt er. „Die erreichen wir bei Fortbildungen. Dazu fahren wir meist in Schulen und nehmen unsere Experimente mit.“ Und damit nicht genug: Auch auf Fachkongressen, Wissenschaftsfestivals sowie im Deutschen Museum hat Wilke sein Experimente schon in Stellung gebracht.

➤ Weitere Informationen: <http://www.physik.tu-dresden.de/iapd>

Hertha-Sponer-Preis für herausragende Wissenschaftlerinnen

Mikrostrukturen auf Wanderschaft: Dr. **Myrjam Winning** (33), **RWTH Aachen**, erhält den **Hertha-Sponer-Preis** für ihre bahnbrechenden Arbeiten auf dem Gebiet der Metallurgie und Materialwissenschaften. Im Mittelpunkt ihrer Forschung stehen so genannte Korngrenzen, die sie per Röntgenstrahlung („Röntgenbeugung“) untersuchte. Diese mikroskopischen Strukturen beeinflussen Festigkeit und Elastizität von Werkstoffen.

Myrjam Winning studierte Physik an der RWTH Aachen und arbeitete nach der Promotion am kalifornischen Lawrence Livermore National Laboratory. Sie ist wissenschaftliche Assistentin am Institut für Metallkunde und Metallphysik der RWTH Aachen und leitet die Forschungsgruppe „Kristallplastizität“.

Turbinenblätter und Motorkolben müssen einiges auf sich nehmen: Kräfte zerren am Material und die Hitze lässt es ermüden. Wenn hier etwas auseinander fliegt, kann der Schaden erheblich sein. Wie können Werkstoffe optimiert werden, damit sie solchen Belastungen standhalten? Die Forschung zeigt, dass es besonders auf die Mikrostruktur des Materials ankommt. Winning erläutert: „Die mechanischen Eigenschaften eines Werkstoffs werden ganz wesentlich von Defekten geprägt. Dazu gehören Versetzungen und auch Korngrenzen.“ Mikroskopisch betrachtet sind metallische Werkstoffe meist nicht aus einem Guss. Sie bestehen vielmehr aus vielen kleinen Kristallen, die sich dicht aneinanderfügen. An den Nahtstellen – in der Fachsprache „Korngrenzen“ genannt – ändert sich die Ausrichtung des Atomgitters. Diese Bereiche sind potentielle Schwachstellen. „Entlang von Korngrenzen können Risse entstehen“, erklärt die Aachener Physikerin. „Das ist aber nicht zwangsläufig der Fall. Es hängt auch vom Typ der Korngrenze ab.“

Normalerweise sind Korngrenzen eher passiv. Doch wenn mechanische oder thermische Belastungen auftreten, können sie wandern und sich sogar ausweiten. Deshalb testet Winnig Werkstoffe unter Betriebsbedingungen. Mit ihrer Apparatur kann sie Materialien wie Aluminium auf mehrere hundert Grad erhitzen und

gleichzeitig mit Scherkräften traktieren. Die Messproben, so genannte Bi-Kristalle, werden extra für diese Untersuchungen hergestellt. Sie weisen jeweils nur eine einzige Korngrenze auf, die sich quer durch das Material zieht. Die Bewegung dieser Grenzlinie verfolgt Winning mit Hilfe von Röntgenstrahlen. In Zusammenarbeit mit Ingenieuren erforscht sie dabei die physikalischen Prozesse, die die Wanderschaft der Korngrenze auslösen oder auch behindern. „Je nach Material geht es letztlich darum“, sagt Winning, „eine Mikrostruktur zu finden, die möglichst stabil reagiert.“

➤ Weitere Informationen: <http://lx1.imm.rwth-aachen.de/hp/person/winning/winning.htm>

Georg-Kerschensteiner-Preis für hervorragende Leistungen in Lehre und Physik-Vermittlung

Engagement für den Nachwuchs: Bernd Kretschmer (62), Hans-Thoma-Gymnasium (Lörrach), und Rudolf Lehn (53), Schülerforschungszentrum e.V. (Bad Saulgau), erhalten den **Georg-Kerschensteiner-Preis** für ihre herausragenden Erfolge bei der Förderung von Schülerinnen und Schüler auf dem Gebiet der Physik. Die beiden Physik-Lehrer engagieren sich auf vielfältige Weise in der Nachwuchsförderung und betreuen seit 1995 das deutsche Team beim „International Young Physicists' Tournament“. An dem Physik-Wettbewerb beteiligen sich Jahr für Jahr rund zwanzig Schülergruppen aus aller Welt. Mit Kretschmer und Lehn an der Spitze holte die deutsche Equipe bislang dreimal den Titel – zuletzt im Sommer 2003 – und belegte ansonsten mindestens Platz 3.

Bernd Kretschmer ist Diplomphysiker und Lehrer für Mathematik und Physik am Hans-Thoma-Gymnasium im badischen Lörrach. Dort leitet er eine Schüler-AG, aus der schon so mancher „Physik-Crack“ hervorgegangen ist. Darunter Teilnehmer bei „Jugend Forscht“, beim internationalen QUANTA-Wettbewerb und bei der „International Conference for Young Scientists“.

„Rudolf Lehn und ich kennen uns seit rund 15 Jahren“, berichtet Kretschmer. Der Kontakt zu seinem Kollegen im oberschwäbischen Bad Saulgau kam einst im Rahmen eines Vorbereitungsseminars zur „Physik-Olympiade“ zustande. Und dabei blieb es nicht: seit 1995 bereitet das Lehrer-Duo Schülerinnen und Schüler auf das jährliche „International Young Physicists' Tournament“ (IYPT) vor. Bei diesem „Physik-Weltcup“ messen sich Jugendliche aus aller Welt im wissenschaftlichen Wettstreit. „Es ist ein Mannschaftswettbewerb – das ist das Besondere an diesem Turnier“, erläutert Lehn. Die IYPT-Aufgaben sind zwar schon Monate vor Turnierbeginn bekannt, doch sie haben es in sich: mal geht es darum, die Bewegung von Flugdrachen zu untersuchen, mal soll per Schall die Größe von Nebeltropfen bestimmt werden. „Es sind keine vorgedachten Aufgaben“, sagt Lehn, der Physik und Mathematik unterrichtet. „Die Schüler müssen fast bei Null anfangen.“ Auf diese Weise entstehen richtige Forschungsprojekte. Im Zuge der Vorbereitung wälzen die Jugendlichen Fachliteratur, sprechen mit Experten und führen Experimente durch. Während des Turniers treten die 5-köpfigen Schülergruppen mit ihren Forschungsergebnissen gegeneinander an – begutachtet von einer internationalen Jury. Die deutsche Mannschaft konnte die Experten immer wieder überzeugen: sie gewann den „Cup“ 1995, 1999 und zuletzt in diesem Sommer.

In den vergangenen Jahren kamen die Schülerinnen und Schüler zum einen aus der Lörracher Physik-AG, zum anderen hatten sie in Bad Saulgau trainiert. Dank des Einsatzes von Lehn und Kollegen ist dort das Schülerforschungszentrum (SFZ) entstanden. Es wird von zahlreichen Unternehmen, Stiftungen sowie vom Land Baden-Württemberg unterstützt. Partner sind außerdem das Stuttgarter Kepler-Seminar und die Universität Ulm. Im SFZ arbeiten über 150 Schülerinnen und Schülern an wissenschaftlichen Projekten. Keimzelle war das Störck-Gymnasium, dort wird der Platz allmählich knapp. „Doch im Januar 2004 eröffnen wir neue Labors für Physik und Chemie“, erzählt Lehn und berichtet weiter, dass die Landesstiftung Baden-Württemberg 300.000 Euro für den Umbau zweier Etagen im ehemaligen Landwirtschaftsamt bereitgestellt hat. Diese Räumlichkeiten sollen nicht nur von jungen Forschern genutzt werden. Für Lehrerfortbildungen werden sie ebenfalls zur Verfügung stehen. Lehn erläutert: „Mit dem SFZ wollen wir auch Gutes für die Lehrer tun.“

- Weitere Informationen: <http://www.hans-thoma-gymnasium.de>
<http://www.sfz-bw.de>

Georg-Simon-Ohm-Preis für herausragende Fachhochschulabsolventen

Magnetische Sensoren: Dipl.-Physik-Ing. (FH) **Stefani Dokupil** (28), **FH Münster** und **Forschungszentrum caesar (Bonn)**, erhält den **Georg-Simon-Ohm-Preis** für ihre herausragenden Arbeiten über magnetische Schichtsysteme, die als Dehnungssensoren verwendet werden können. Dokupil führte diese Untersuchungen im Rahmen ihrer Diplomarbeit durch. Die hauchdünnen Schichtsysteme kombinieren „magnetostriktive“ Materialien mit „Tunnelmagnetowiderstands-Strukturen“ und reagieren auf Verformungen mit einem elektrischen Signal. Die Sensoren könnten in der Medizintechnik eingesetzt werden, zum Beispiel in der Kieferorthopädie oder bei der Fußdruckanalyse.

Stefani Dokupil ist gelernte Krankenschwester. Außerdem studierte sie Physikalische Technik an der FH Münster und verband dies mit einem Praxissemester in Kalifornien, in der Forschungsabteilung der Firma für Medizintechnik JOMED. Ihre Diplomarbeit entstand am Bonner Forschungszentrum caesar. Inzwischen ist sie dort Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschungsgruppe „Smart Materials“.

Magnetische Schichtsysteme stehen hoch im Kurs. Im Gespräch sind sie unter anderem, wenn es um neuartige Arbeitsspeicher für Computer geht. Dokupil befasste sich für ihre Diplomarbeit mit einer anderen Facette dieser Schichten: sie testete deren Einsatzfähigkeit als Messfühler für Druck- und Zugbelastungen. Ihre Studienobjekte waren „Tunnelmagnetowiderstands-Strukturen“. Diese bestehen aus zwei magnetischen Metallfilmen, die ein Isolator auf Abstand hält. Die verschiedenen Materialien sind hauchdünn übereinander gestapelt. Besonders fein ist die isolierende Zwischenschicht. „Die ist nur etwa ein millionstel Millimeter dick“, sagt Dokupil.

Zwischen den beiden Metallschichten dürfte wegen des sie trennenden Isolators eigentlich kein elektrischer Strom fließen. Wären da nicht die Quantenphysik und ihre bizarren Gesetze. So gibt es bei geeigneten Bedingungen tatsächlich einen schwachen Stromfluss: der Strom „tunnelt“ – wie Physiker sagen. Ganz entscheidend sind dabei die beiden Metallschichten. Je nach dem wie sie magnetisiert sind, fließt der

Strom besser oder schlechter. Für eine dieser Schichten wählte Dokupil eine Metallverbindung, deren Magnetisierung sich unter Druck- und Zugkräften verändert. In Fachkreisen werden solche Substanzen „magnetostriktiv“ genannt. Durch die Verbindung von Tunnelmagnetowiderstands-Struktur und magnetostriktivem Material entsteht ein elektronisches Bauelement, mit dem sich mechanische Belastungen äußerst feinfühlig nachweisen lassen. Als Messsignal dient der elektrische Widerstand, der mit dem Tunnelstrom gekoppelt ist. Dieser ändert sich, wann immer das magnetostriktive Material auch nur minimal gestaucht oder gedehnt wird.

Im Zuge ihrer Diplomarbeit untersuchte Dokupil, welche Materialien für solche Dehnungssensoren in Frage kommen. Fazit: Gut geeignet scheint eine Legierung aus Eisen und Kobalt. „Für die Herstellung der Sensoren könnte man auf Verfahren zurückgreifen, wie sie bei der Chipproduktion zum Einsatz kommen“, meint sie. Wichtiges Utensil der Computer-Industrie sind etwa tellergroße Scheiben aus Silizium, so genannte Wafer. „Auf solch einem Wafer ließen sich rund 10.000 Sensoren unterbringen“, schätzt Dokupil. „Somit wäre eine Massenfertigung möglich.“

Bis dahin ist aber noch einiges an Forschungsarbeit nötig. Allerdings sind die bisherigen Ergebnisse so viel versprechend, dass die Industrie das Projekt unterstützt. Mögliche Anwendungen der Dehnungsfühler sieht Dokupil in der Medizintechnik und auch in der Automobilbranche.

- Weitere Informationen: <http://www.fh-muenster.de>
<http://www.caesar.de>

Max-Born-Preis

Auszeichnung der DPG und des britischen Institute of Physics für herausragende Beiträge zur Physik

Moleküle und Oberflächen: Prof. Dr. **Matthias Scheffler** (52), erhält den **Max-Born-Preis** für seine herausragenden Beiträge zur theoretischen Oberflächenphysik. Scheffler untersucht chemische Reaktionen auf Oberflächen – insbesondere die Katalyse – mit Hilfe von Supercomputern. Außerdem befasst er sich mit dem Wachstum von Nano-Strukturen und den Eigenschaften von Biomolekülen. Er ist Direktor der „Abteilung Theorie“ am Berliner **Fritz-Haber-Institut** der Max-Planck-Gesellschaft und Honorarprofessor für Theoretische Physik an der Freien Universität sowie an der Technischen Universität Berlin.

Im Auto ist der „Kat“ heute eine Selbstverständlichkeit. Per chemische Reaktion reinigt er die Abgase von Kohlenmonoxid und giftigen Stickoxiden und vermindert auf diese Weise den Schadstoffausstoß. Katalysatoren helfen also der Umwelt, aber auch für viele industrielle Herstellungsprozesse sind sie nahezu unentbehrlich. Ganz unterschiedliche Stoffe können als Katalysatoren wirken – im Autokat etwa die Metalle Platin und Rhodium. Allen Katalysatoren gemein ist allerdings, dass sie chemische Reaktionen beschleunigen, ohne selbst dabei verbraucht zu werden. Wie dies genau geschieht, ist weitgehend ungeklärt. Hier setzt Schefflers Arbeit an. Mit seinem Team untersucht er, wie die verschiedenen Reaktionspartner bei der Katalyse zusammenspielen. Beliebtes Studienobjekt der Wissenschaftler ist die „Oxidationskatalyse“, insbesondere die Umwandlung von Kohlenmonoxid (CO) zu Kohlendioxid (CO₂). Eine Reaktion, die auch im Autokat abläuft.

Ort des Geschehens ist die Oberfläche des Katalysators: Moleküle lagern sich an die Oberfläche an und können im Anschluss darauf umherwandern – vielleicht um sich dann wieder abzulösen. Chemische Bindungen brechen auf, neue Verknüpfungen entstehen. Beteiligt sind viele Teilchen und viele Reaktionsmechanismen. Im Experiment lässt sich kaum nachzuvollziehen, was hier alles passiert. Per Computersimulation ist dies aber prinzipiell möglich. „Allerdings benötigt man dafür alle Tricks der Theoretischen Physik“, sagt Scheffler. „Hier sind es Dichtefunktionaltheorie und Statistische Mechanik, die wir nahtlos miteinander kombinieren.“ Dementsprechend durchlaufen die Berechnungen zwei Phasen. Zunächst ist die Dichtefunktionaltheorie an der Reihe. „Mit diesem quantenphysikalischen Ansatz spielen wir alle Vorgänge durch, die den Atomen und Molekülen widerfahren können“, erklärt Scheffler. „Dissoziation, Adsorption, Sprünge entlang der Oberfläche usw. Ein Supercomputer ist damit einige Monate beschäftigt.“ Mit der nächsten Stufe bringen die Forscher die Statistische Mechanik ins Spiel. Für diesen Rechenschritt benötigt der Computer noch mal einige Wochen. Erst nach diesem zweiten Schritt lässt sich verfolgen, wie die Reaktion über längere Zeit fortschreitet. Denn die Dichtefunktionaltheorie liefert gewissermaßen nur Momentaufnahmen. „Sie erfasst Prozesse bis zu einer Zeitskala von etwa einhundert Billionstelsekunden“, sagt der Berliner Forscher. „Die Oxidation einer Oberfläche dauert viel länger, das geschieht innerhalb von Minuten.“

Letztlich liefert die Computersimulation ein genaues Bild davon, wie sich Atome und Moleküle an der Reaktion beteiligen – und auf welche Weise bestimmte Metalle ihre katalytische Wirkung entfalten. Das Besondere an Schefflers Rechenverfahren: es kommt ohne wesentliche Vereinfachungen aus. Zutaten sind allein Quantenphysik und Statistische Mechanik. Die Vorhersagen sind dementsprechend zuverlässig. Und die Methode ist keineswegs auf die Katalyse beschränkt. Mit ihr lässt sich zum Beispiel auch untersuchen, wie Nano-Strukturen auf Halbleiteroberflächen heranwachsen oder Biomoleküle ihre komplizierte Gestalt annehmen.

➤ Weitere Informationen: <http://www.fhi-berlin.mpg.de/th/th.html>
http://www.mpg.de/pdf/mpf02_1/mpf02_1_022_027.pdf

Gentner-Kastler-Preis

Auszeichnung der DPG und der Société Française de Physique für herausragende Beiträge zur Physik

Schäume und Filme: Prof. Dr. **Dominique Langevin** (56), **Université Paris Sud**, erhält den **Gentner-Kastler-Preis** für ihre herausragenden Beiträge zur Physik der „weichen Materie“ und ihre Unterstützung der deutsch-französischen Zusammenarbeit. Zum Arbeitsgebiet der Experimentalphysikerin zählen unter anderem Schäume und Seifenfilme, aber auch Oberflächeneffekte wie die „Kapillarwellen“.

Bereits in den 1960er Jahren beschäftigte sich Langevin als eine der wenigen Festkörperphysikerinnen mit Flüssigkeiten und ihren Grenzflächen; damals eher ein Thema für Fachleute aus der physikalischen Chemie. In der Folgezeit entwickelte sie verschiedene Techniken zur Untersuchung von Polymeren und Flüssigkristallen – Materialien, wie sie heute etwa in Flachbildschirmen zur Anwendung kommen.

Was wir aus der Badewanne oder dem gefüllten Bierglas kennen, ist auch in der Industrie seit vielen Jahren im Einsatz: Schäume. Deren Anwendung reicht von der Ausschwemmung von Erzen zwecks Mineralgewinnung über die Herstellung von Schlagsahne bis zur Brandbekämpfung. Aufgebaut sind die filigranen Schaumwelten aus dünnen Seifenhäuten, die zu einem anderen Forschungsgebiet der Französin führen: dem der „dünnen Filme“. Sie beziehen sich nicht auf die Qualität heutiger Kinoproduktionen. Als „dünne Filme“ werden beispielsweise einmolekulare Schichten aus Tensiden („Langmuirfilme“) bezeichnet. Sie sind Modellsysteme für biologische Membranen.

Doch die Palette ihrer wissenschaftlicher Betätigungsfelder reicht noch weiter: Langevin beschäftigt sich nicht nur mit „Mikroemulsionen“, die unter anderem zur Imprägnierung von Bauwerken genutzt werden. Auch auf dem Gebiet der Kapillarwellen hat sie Pionierarbeit geleistet. Bei diesen winzigen Kräuselungen der Oberfläche ist – anders als bei großen Wellen – weniger die Erdanziehungskraft bestimmend, als vielmehr die so genannte Oberflächenspannung. In dünnen Filmen können Kapillarwellen als „thermisch angeregte Oberflächenstörungen“ in Erscheinung treten. Ein Phänomen, das Physiker wie Langevin, besonders interessiert. Tipp an die Naturfreunde: Kapillarwellen gibt es auch im heimischen Gartenteich. Dort kann man sie als flüchtige Fußabdrücke von Wasserläufern beobachten. Die Insekten nutzen die feinen Spuren an der Wasseroberfläche zum Orten von Artgenossen, aber auch zum Aufspüren von Beute.

➤ Weitere Informationen: http://www.lps.u-psud.fr/Informations/Personne.asp?Id=D_LANGEVIN&Sel=G

Hinweis an die Redaktionen: Fotos der Preisträger stellt die DPG-Pressestelle kostenfrei zur Verfügung.
