



# Forum Forschung

Der Schlangensterne findet weit unterhalb des Meeresspiegels ein exzellentes Futterangebot. Weiße Lophelia-Korallen haben ausgedehnte Tiefwasser-Riffe aufgebaut, besiedelt von anderen Korallenarten und einer Fülle verschiedenster Organismen. Extensive Methoden des Fischfangs bedrohen diese Ökosysteme, die derzeit kartiert werden. Ein ausführlicher Maßnahmenkatalog zur nachhaltigen Nutzung soll ihre Zukunft sichern.

Korallenriffe im Nordmeer setzen Tiefseeforscher in Erstaunen

## Oasen in Kälte und Dunkelheit

**Kein Sonnenlicht dringt bis zur Tiefe von mehreren hundert Metern unter dem Meeresspiegel vor. Wenn Korallen dort, noch dazu bei niedrigen Wassertemperaturen, ihre Siedlungen anlegen, fristen sie vermutlich eine mühsame, bescheidene Existenz und haben wohl kaum Interessantes zu bieten - darin stimmen Fachleute lange Zeit überein. Neuere Forschungen, die Prof. Dr. André Freiwald vom Institut für Paläontologie der Universität Erlangen-Nürnberg initiiert und vorgenommen hat, beweisen genau das Gegenteil. In dieser Umwelt, die uns so unwirtlich erscheint, gedeihen Korallenriffe prächtig, und sie wimmeln von Leben.**

Im allgemeinen assoziieren wir mit einem Korallenriff warme und seichte Meeresgebiete in

der subtropisch-tropischen Klimazone. Infolge der intensiven Kalkskelettbildung erzeugen die riffbauenden Organismen die größten biogenen Strukturen auf der Erde, die, wie im Falle des Großen Barriere Riffs vor Ostaustralien, bereits vom Weltall aus sichtbar sind. Ein weiteres Kennzeichen dieser Riffökosysteme ist ihre enorme Artenfülle. Diese Zentren der Biodiversität stehen mittlerweile im Zuge der rapiden natürlichen und von Menschen verursachten Umweltveränderungen unter massiver Bedrohung.

Dass gerüstbildende Korallen auch in dunklen und kalten Meeresgebieten existieren, ist zwar seit langem bekannt; dass einige dieser Kalt- oder Tiefwasserkorallen echte Riffe aufbauen, dagegen weniger. Seit einigen Jahren erforscht der vor kurzem neu berufene Leiter des

Institutes für Paläontologie, André Freiwald, die Geobiologie dieser tiefen Riffökosysteme im Atlantik und Mittelmeer. Seine Unterwasserkartierungen und Tauchbootexpeditionen dienen als Grundlage für das laufende, interdisziplinäre ACES-Projekt ("Atlantic Coral Ecosystem Study") innerhalb des 5. EU-Rahmenprogrammes. Im ACES-Projekt sind zehn meereswissenschaftliche Forschungsteams, darunter Meeresgeologen, Geophysiker, Molekularbiologen, Biochemiker und Ozeanographen, aus sechs Nationen beteiligt.

Seit Projektbeginn im Jahre 2000 hat das ACES-Konsortium in einem bislang nicht gekanntem Ausmaß 15 mehrwöchige Hochsee-Expeditionen mit deutschen, englischen, französischen, belgischen, schwedischen und niederländischen Forschungsschiffen zur Erforschung solcher unbekannter Ökosysteme durchgeführt. Dabei lag der Schwerpunkt auf ausgewählten Gebieten entlang des

nordwesteuropäischen Kontinentalrandes zwischen der Iberischen Halbinsel und Nordnorwegen. Die Tiefwasser-Riffe wurden mit modernsten Methoden in ihren Geometrien kartiert.

Die Riffkarten brachten überraschende Ergebnisse zu Tage. Auf dem tiefen Norwegenschelf existieren in 7°C kaltem Wasser Korallenriffe mit einer Ausdehnung von 14km Länge in 300m Wassertiefe. Das ist um so erstaunlicher, wenn man bedenkt, dass vor etwa 12.000 Jahren Gletscher der letzten Eiszeit das heutige Riffgebiet bedeckt haben. Am Kontinentalhang vor Irland wurden zwischen 1.000 und 600m Wassertiefe einige Dutzend Korallentürme mit speziellen Fächerloten kartiert. Sie erheben sich teilweise bis zu 200m über den umgebenden Meeresboden. Durch den Einsatz von bemannten Tauchbooten und ferngesteuerten Unterwasserfahrzeugen konnte belegt werden, daß die Riffgerüste maßgeblich von der weißen Koralle *Lophelia pertusa* (LINNÉ) aufgebaut werden. Tiefenseismische Vermessungen zeigten, dass das Alter dieser Korallentürme etwa zwei Millionen Jahre zurückreicht. Seit dieser Zeit haben die Kontinentalhangriffe sämtliche Kalt- und Warmzeiten überdauert und werden daher als ein - bislang nicht genutztes - Paläoumweltarchiv angesehen.

Wie ihre Cousins aus den klassischen Flachwasserriffen gehört *Lophelia* zu den Steinkorallen und scheidet ein dichtes Karbonatskelett aus. Die in völliger Dunkelheit lebenden Korallen sind auf große Mengen tierischen Planktons angewiesen, um ihren Energiebedarf zu decken und ihren Metabolismus aufrecht zu erhalten. In den Nordmeeren tritt das Zooplankton saisonal "gepulst" auf und wird durch die ozeanischen Zirkulationszellen am Kontinentalhang konzentriert. Der saisonale Nahrungspuls hinterlässt in den abgeschiedenen Korallenkalkskeletten eine markante geochemische Signatur in den stabilen



Abb. 1: Korallenriff in 900 Metern Wassertiefe mit einem Seelilienschwamm. © IFREMER, CARACOLE 2001

Ergebnisse der Erforschung von bayerischen Quellen

## Umweltschützer mit Schwefelgeruch

Schon als fein abgestuftes Messsystem für den Zustand unseres Grundwassers sind Quellorganismen verlässliche Verbündete des Menschen, doch ihr Beistand geht noch weiter: die Lebensgemeinschaften in Schwefelquellen treten aktiv zum Kampf gegen Umweltgifte an. Um Quellen in Bayern nach Wissenswertem zu durchforschen, kooperiert die AG Geobotanik am Lehrstuhl für molekulare Pflanzenphysiologie der Universität Erlangen-Nürnberg mit dem Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in München und dem Wasserwirtschaftsamt Schweinfurt.

Ins Leben gerufen wurde das Quellenforschungsprojekt von Prof. Dr. Werner Nežadal zusammen mit Dipl.-Biol. Johannes Fritscher, der diesem Themenkomplex seine Dissertation widmet. Die Franken Brunnen-Stiftung "Jugend und Natur" stellte bislang über 13.000 Euro für Sachmittel bereit und ließ eine Doktorandenstelle an der Universität Erlangen-Nürnberg einrichten.

### Neue Heimat für Steppenbewohner

Das Projekt begann mit den heimischen Quellen im Einzugsgebiet der Aisch. Die ersten Befunde waren erschreckend. Viele Quellen ließen sich infolge baulicher und landwirtschaftlicher Maßnahmen nicht mehr auffinden oder befanden sich in einem naturfremden Zustand. So wurden die Forschungen auf einen für die Region charakteristischen Quelltyp beschränkt, die so genannten Quelltöpfe, die im Umkreis von 20 km um die Aischquelle zu finden sind.

Diese meist stark mineralhaltigen Quellen sind als vernetzte Lebensgemeinschaften anzusehen: die Bewohner können

von Quelle zu Quelle wechseln. Ihren Mineralgehalt beziehen die Quellen von Gipsablagerungen, an denen das Grundwasser entlang streicht.

Dass die Gipshügel eine einzigartige Pflanzen- und Tierwelt beherbergen, da Arten aus östlichen Steppen hier eine neue Heimat fanden, ist seit langem bekannt. Ausführliche hydrologische und biologische Untersuchungen haben nun die Lebensvielfalt an diesen Orten genau dokumentiert. Auf Grund dessen wird den Quelltöpfen im Aischgrund und ihren Lebensgemeinschaften zusätzlicher Schutz gewährt. In Zusammenarbeit mit dem Landschaftspflegeverband in Neustadt/Aisch werden Renaturierungsmaßnahmen angestrebt, um die Schnittstellen zwischen Grundwasser und Fließgewässern für die Zukunft zu erhalten.

### Überangebot an Nährstoff im Karst

Karstquellen im oberen Wiesental nördlich von Ebermannstadt, der Pforte zur Fränkischen Schweiz, sind mit den Quelltöpfen entlang der Aisch nicht zu vergleichen, wenn auch nur wenige Dutzend Kilometer entfernt. Jeder Besucher bestaunt diese bizarre, durch Verwitterung und Erosion der Flüsse entstandene Naturlandschaft. Meist im Wald entlang des Albtrauf versteckt, finden sich die Quellen des seichten Karsts.

Schon der erste Blick auf die Sinterbecken und steinernen Rinnen lässt erkennen, was diese Quellen so sensibel macht. Gefahr droht wegen der geologischen Eigenschaften des Karstes. Schnell und fast ungefiltert dringt Niederschlagswasser hier ein. Schon in kürzester Zeit gelangt das auf die bewirtschaftete Alboberfläche



Abb.2: Ein Gorgonenhaupt (Schlangensterne) weidet Korallenkolonien ab.  
© IFREMER, CARACOLE 2001

Kohlenstoffisotopenverhältnissen. Diese Signatur dient den Paläontologen als Taktgeber für die Analyse der Wachsraten der Tiefwasserkorallen.

### Viel Platz in ökologischen Nischen

Entgegen der herrschenden Lehrbuchmeinung, wonach Organismen in kalten und tiefen Meeren nur geringe Wachstumsraten aufweisen, scheidet *Lophelia* jährlich bis zu 2,5 cm Kalkskelett ab. Damit liegt das Wachstum dieser Koralle in der Größenordnung der massiven riffbildenden Flachwasserkorallen, was zugleich das hohe Riffbildungspotenzial der Tiefwasserkorallen erklärt. Eine weitere Überraschung bieten die Beobachtungen zur Lebenswelt der tiefen Korallenriffe. Die Kamera-Kartierungen belegen die Präsenz eines außerordentlichen Reichtums von Arten, die hochgradig innerhalb der unterschiedlichen Riffzonen ökologisch "eingemischt" sind.

Das Spektrum umfasst alle Größenklassen und Organismenreiche - außer Pflanzen. Mikrobielle Biofilme aus Bakterien und Pilzen überwuchern abgestorbene Korallen und bieten ein Substrat für die zunächst planktonischen Larven der feststehenden wirbellosen Organis-

men. Besonders augenfällig sind Schwämme, Oktokorallen, Seelilien, Muscheln, Armfüßer und Moostiere, die in ungeahnter Farbenpracht die Riff-Flanken besiedeln. Auffallend sind die großen Ansammlungen von Fischen, von denen einige Arten die Riffe zum Abbläuen und als Kinderstube nutzen. Das wissen auch die Hochseefischer, denn seit Jahrhunderten werden Tiefwasserriffe mit den unterschiedlichsten Methoden abgefischt.

Das Tiefseetrawlen mit hausgroßen Walzen und Scherbrettern führt zwangsläufig zur Zerstörung des Riffökosystems und zum Niedergang der Fischpopulationen. ACES arbeitet daher mit Nachdruck an einem Maßnahmenkatalog zur nachhaltigen Nutzung mariner Ökosysteme an den Kontinentalrändern. Zur hochaktuellen Thematik der Tiefwasserkorallen richtet Prof. Freiwald in der Zeit vom 9. bis 12. September das "2nd International Symposium on Deep Sea Corals" 2003 in Erlangen aus. Zusätzliche Informationen sind unter [www.cool-corals.de](http://www.cool-corals.de) zu finden.

**Kontakt:**  
Prof. Dr. André Freiwald  
Institut für Paläontologie  
Tel.: 09131/85-26959  
[freiwald@pal.uni-erlangen.de](mailto:freiwald@pal.uni-erlangen.de)



Abb. 1: Verschleierter Stein: In einer bayerischen Schwefelquelle gedeiht ein Biofilm.

Fotos: Johannes Fritscher

abgeregnete Wasser direkt aus der Quelle in den Bach. So können erhöhte Mengen an organischen Nährstoffen nachgewiesen werden, die für die Quellbewohner, Spezialisten und Überlebenskünstler unter nährstoffarmen Bedingungen, das "Aus" bedeuten können, aber auch Schwermetalle und Pestizide. Die direkte Umgebung dieser Quellen wurde bislang häufig verändert, was ebenfalls eine Gefahr für ohnehin bedrohte Pflanzenarten darstellen kann.

Detaillierte und wiederholte Wasseranalysen gaben erstmals Aufschluss über die Quellwasserqualität dieser Standorte. Anhand von über 90 unterschiedlichen Inhaltsnachweisen je Quelle konnte eine Reihe von Stoffen gefunden werden, die im Trinkwasser nichts zu su-

chen haben. So sollte man nicht aus jeder Quelle trinken, auch wenn sie in ihrem Versteck am Hang im Wald dazu verlockt. Für langfristige Aussagen zur Wasserqualität werden bestimmte Algen, insbesondere Kieselalgen, unter die Lupe genommen.

In den Karstquellen lebt eine Vielzahl von Insekten, im Frühjahr ist der Feuersalamander dort zu finden. Ein reges Leben beginnt an der Quelle meist früher als anderswo in der Natur, da die ganzjährig gleichmäßige Wassertemperatur von ca. 7-9°C für die Larven- und auch Pflanzenentwicklung deutliche Konkurrenzvorteile mit sich bringt.

Die Ergebnisse lagen gegen Ende 2002 der Unteren Naturschutzbehörde in Ebermann-

stadt vor, die geeignete Maßnahmen zum Schutz dieser Lebensräume durchführen kann, wie es bereits in den letzten Jahren erfolgreich geschah.

### Giftabbau in Schwefelquellen

Dass die Artengemeinschaften an Quellen nicht nur selbst sehr sensibel auf die Wasserqualität reagieren, sondern sie auch selbst beeinflussen, entdeckte Dipl. Biol. J. Fritscher und Dr. Enamul Hoque vom Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in Neuherberg bei ihrer derzeitigen gemeinsamen Erforschung von Schwefelquellen in Bayern. Diese Quellen, deren Heilkraft Kelten und Römer trotz des unangenehmen Geruchs schätzten, sind äußerst selten geworden.

Nun hat sich herausgestellt, dass die spezialisierten Organismen, die in den trüben Gewässern leben, für die Reinigung des Grundwassers von einer Reihe von Schwermetallen, Arsen, Pestiziden ebenso wie für den Abbau neuer Umweltschadstoffe von Nutzen sind. Sie verfügen über Entgiftungsenzyme, die sogar funktionsfähig bleiben, wenn sie gezielt Umweltgiften ausgesetzt werden.

Schon die Zusammensetzung des sauerstoffarmen Sulfid-Quellwassers veranlasste die Forscher zu genaueren Analysen. Aus einer solchen Quelle sprudelt sowohl mineralreiches und schwefelhaltiges Tiefen-

wasser als auch nährstoff- und kohlenstoffreiches oberflächennahes Wasser. Das schafft Vor-



Abb. 3: Grüne Fluoreszenz zeigt an, dass ein sehr effektives Entgiftungsenzym namens Glutation-S-transferase (GST) aktiv ist. Im oberen Bild weisen Bakterien (Ba) und die Hyphe (Hy) eines aquatischen Pilzes hohe GST-Enzym-Aktivität auf, nicht aber die rot fluoreszierenden Kieselalgen. Der Pilzspore im unteren Bild wurden geringe Mengen des toxischen Natriumthiosulfat beigegeben, was die Enzymaktivität fördert. Dies zeigt sich vor allem am Auskeimpunkt (1) und an der Keimspitze (2).

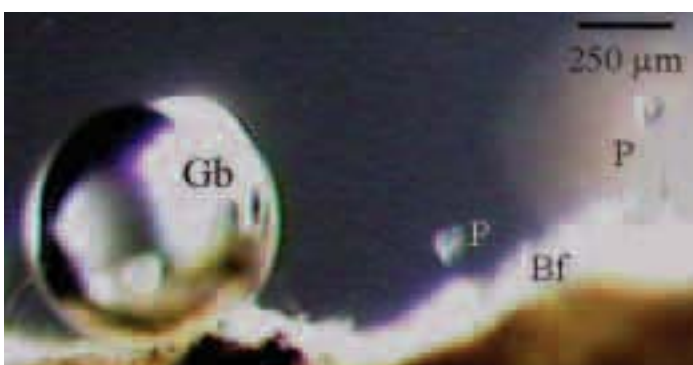


Abb. 2: Im Vergleich zu der Blase (Gb) aus Methangas, das aus dem Grundwasser der Schwefelquelle aufsteigt und im Biofilm (Bf) hängenbleibt, wirken die aquatischen Pilze (P) winzig. Sie haben eigens für diesen Lebensraum eine spiralförmige Gewebestruktur, die Hyphe, entwickelt, mit der sie sich notfalls in die schützende Biomatrix aus Bakterien und Kieselalgen zurückziehen.

Ökologische Schädlingsbekämpfung in Fürther Alleen und fränkischen Obstplantagen

## Fallen für Liebhaber von Kirsch- und Kastanienbäumen

aussetzungen für einzigartige symbiotische Lebensgemeinschaften, die als weißer Schleier am Quellmund und im Bachoberlauf sichtbar werden. Der so genannte Biofilm wird von Lebewesen bewohnt, deren Herkunft recht verschieden ist. Bestimmte Gruppen von Archaeobakterien, die aus Tiefenwasser stammen, werden mit Bio-Sonden erkannt; andere Bakterienstämme aus oberflächennahem Wasser mischen sich darunter. Moose, Algen und andere meist fadenförmige Mikroorganismen, die ursprünglich terrestrisch lebten, schließen sich dem Verbund an.

Gemeinschaften von Organismen treiben als "schwimmende Biofilme" in lockeren Verbänden im Wasser oder bilden "festsitzende Biofilme", zum Beispiel auf Steinen. Allen gemeinsam ist die Gelmatrix, eine schleimartige Umhüllung. Unter dieser "gemeinsamen Decke" können sie stabile Gemeinschaften zum gegenseitigen Nutzen bilden, die in der Lage sind, komplexe Substanzen abzubauen. Derartige "Mikrokonsortien" sind entscheidend an den Selbstreinigungsprozessen in Böden, Sedimenten und Gewässern beteiligt.

Die Fähigkeiten der Biofilme von Schwefelquellen, die trotz des abstoßenden Geruchs nach faulen Eiern für Wasserreinheit sorgen können, sollen künftig dem Menschen nutzen. Sie werden am Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit mittels modernster biotechnologischer Methoden optimiert und für den Einsatz in der Grundwasserreinigung vorbereitet.

### Kontakt:

*Prof. Dr. Werner Nezadal*  
*Institut für Botanik*  
*Tel.: 09131/85-28231*  
*wnezadal@*  
*biologie.uni-erlangen.de*

*Dipl.-Biol. Johannes Fritscher*  
*Tel.: 089/31872916*  
*jfritsch@biologie.uni-erlangen.de*

**Statt im Sommer den Schatten eines dichten Laubdachs zu genießen, sehen Besucher von Biergärten und Parks, die mit Rosskastanien bepflanzt sind, immer häufiger ausgedünnte, kränkliche Baumkronen über ihren Köpfen. Daran sind Pflanzenschädlinge schuld, deren Bestände vor allem in Süddeutschland stark zugenommen haben. In einer Allee in Fürth wird nun getestet, ob es gelingt, die blätterfressenden Mottenlarven ohne Giftstoffe in erträglichen Grenzen zu halten. In dieser Untersuchungsreihe von Zoologen und Chemikern sollen die Bäume selbst die Substanzen liefern, die zu ihrer Rettung eingesetzt werden.**

Die Schädlingsabwehr unter Verwendung von Naturstoffen, ein Projekt im Bereich Chemische Ökologie, vereint Teilnehmer aus mehreren Fachrichtungen. Unter der Leitung des Diplombiologen Stefan Schwab kooperieren Mitglieder der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Hans-Werner Scheloske am Lehrstuhl I des Instituts für Zoologie mit Prof. Dr. Hans Jürgen Bestmann, Emeritus des Lehrstuhls II am Institut für Organische Chemie. Die Firma in-TER CONSULT GREIZ hat den ingenieurbioologischen Teil übernommen.

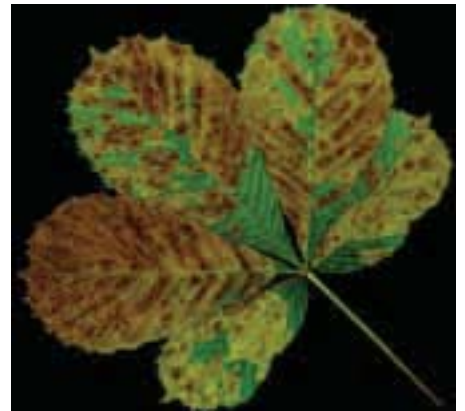
Das Bundeswirtschaftsministerium finanziert Personalkosten in Höhe von 125.000 Euro aus dem Programm „INNOVationskompetenz mittelständischer Unternehmen“. Aus der Kooperation sollen marktreife Produkte hervorgehen. Neben den Motten, deren Larven Kastanienblätter befallen, stehen Fruchtfliegen in fränkischen Kirschanbaugebieten auf der Liste der Schädlinge, deren Verbreitung begrenzt werden soll.

Die Rosskastanien-Miniermotte wurde erstmals 1983/84 im

Südwesten von Mazedonien entdeckt. In den vergangenen zehn Jahren hat sich der Kleinschmetterling mit dem wissenschaftlichen Namen „Cameraria ohridella“ unauffhaltsam über fast alle Länder Mittel- und Südosteuropas verbreitet. Seine Larven sind darauf spezialisiert, sich von den Blättern der Gemeinen Rosskastanie zu ernähren. Starke Fraßschäden führen dazu, dass das Laub braun wird und schon im Hochsommer abfällt. Dadurch wird das Abwehrsystem der Bäume erheblich geschwächt.

In Süddeutschland, wo Kastanien oft zum Stadtbild gehören, sind die Larven besonders zahlreich und flächendeckend anzutreffen. Da die Symptome sehr auffällig sind, war das öffentliche Interesse für die Problematik schnell geweckt. Je stärker der Befall sichtbar wurde, desto mehr wuchs der Druck auf Forstschutz-, Grünflächen- und Umweltschutzämter der Kommunen, Abhilfe zu schaffen und dabei umweltverträgliche Mittel zu verwenden. Diesem Wunsch der Menschen, die Annehmlichkeiten ihres Lebensraums zu erhalten, soll nun entsprochen werden.

In Zusammenarbeit mit dem Grünflächenamt der Stadt Fürth führt Stefan Schwab bereits seit einiger Zeit Vorversuche am Sandweg in Fürth durch, der von Kastanien gesäumt wird. Es geht um die Frage, woran die Insekten sich orientieren. Wie finden sie den Wirt, der allein die Nahrungsquelle für ihre Larven abgibt, und welche Rolle spielen dabei Substanzen, die von Rosskastanien abgegeben werden? Solche Naturstoffe



Die Larven von Rosskastanien-Miniermotten haben dieses Kastanienblatt zu mehr als 75 Prozent „vermint“. Foto: Stefan Schwab

könnten in Insektenfallen als Botenstoffe eingesetzt werden.

Die Firma in-TER CONSULT GREIZ entwickelt neue Fallenmodelle und Systeme zur Verteilung solcher Substanzen, sobald diese identifiziert sind und in ausreichenden Mengen hergestellt werden können. Die Systeme sollen langfristig wirksam sein, hohe Fangraten aufweisen und nur Stoffe abgeben, die biologisch abbaubar sind. Auf diese Weise soll die Populationsdichte des Schädlings gesenkt und bei einer Schwelle gehalten werden, die ökologisch vertretbar ist.

Eine sehr ähnliche Fragestellung wird bei der Kirschfruchtfliege verfolgt. Seit dem 1. Juli 2001 verbietet das Pflanzenschutzgesetz in Deutschland den Einsatz des Insektizids Lebaycid. Seither wird „Rhagoletis cerasi“ erneut zu einem ernstzunehmenden Schädling, der die Ernte im Kirschenanbau gefährdet. Mehrere Standorte in der Fränkischen Schweiz wurden für Freilandversuche ausgewählt.

*Kontakt:*  
*Dipl.-Biol. Stefan Schwab*  
*Tel.: 09131/85-28066*  
*sschwab@biologie.*  
*uni-erlangen.de.*

Kostengünstiges Verfahren des Zentrums für Angewandte Energieforschung in der Anwendungsphase

## Der Trick der PSI-Solarzellen: WurmLöcher im Kristallgebirge

Der Zeiger wandert über die Ziffern auf einem schlichten weißen Zifferblatt. Die Armbanduhr, die Professor Max Schulz trägt, gibt sich nicht sofort als Produkt modernster Technik zu erkennen. Das Neue ist dort versteckt, wo Konventionelles zu sehen ist: da die Uhr ihre Energie von der Sonne bezieht, wäre ein schwarzes Zifferblatt ideal. Doch die Hersteller verlangen einen hellen Hintergrund für die Zeitanzeige, auch wenn das mit Blick auf den Wirkungsgrad ungünstig ist. "Schön soll es aussehen", begründet Dr. Rolf Brendel, weshalb sich die Abteilung Thermosensorik und Photovoltaik am Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern) neuerdings mit Farbstudien befasst. Die am ZAE Bayern hergestellten extrem dünnen Solarzellen aus kristallinem Silizium durchlaufen jetzt ihre Bewährungsprobe in der Praxis.

Nach dreieinhalb Jahren Forschung und Entwicklung konnten Projektleiter Dr. Brendel vom ZAE Bayern und Prof. Schulz vom Lehrstuhl für Angewandte Physik das neue Herstellungsverfahren der PSI-Solarzellen der Öffentlichkeit präsentieren. Mit nur 16 µm dicken einkristallinen Siliziumschichten erreichen die Erlanger Solazellen einen Wirkungsgrad von 13,5 Prozent. Mit 25 µm dicken Schichten erhöht sich die Ausbeute sogar auf 15,4 Prozent. Gleich leistungsfähige, im Handel erhältliche Solarzellen sind um mehr als das Zehnfache dicker. Der Vorteil des neuen Herstellungsverfahrens liegt im geringen Verbrauch von hochreinem und deshalb teurem kristallinem Silizium.

Die sparsamen, hauchfeinen Solarzellen wachsen auf einer Unterlage aus monokristallinem Silizium. Ein Ätzprozess mit hei-

ßer Kalilauge erzeugt eine Oberfläche, die einer Gipfelloandschaft ähnelt. In dieses "Gebirge" werden nanometer-feine Löcher elektrochemisch geätzt - "als ob winzige Würmer sich durch die Oberfläche bohren", wie Prof. Schulz veranschaulicht. So entsteht eine Schicht aus porösem Silizium, die den PSI-Solarzellen ihren Namen gibt. Wie ein Waffeleisen der Waffel die Form gibt, formt die Unterlage die wachsende Siliziumschicht, die dann selbst wie ein Miniaturgebirge aussieht.

Die sehr dünne Schicht wird mit einem aufgeklebten Fensterglas stabilisiert. Die Trennung erfolgt mechanisch; Bruchstelle ist die poröse Schicht. Danach steht die Unterlage, der Substratwafer, für weitere Prozesszyklen zur Verfügung. Bis zu viermal konnten solche Wafer verwendet werden, ohne dass die elektronische Qualität darunter litt, eine wichtige Voraussetzung für industrielle Produktion.

Der Weg des Sonnenlichts wird durch die gebirgsartige Form der Schicht verlängert. Dies erhöht die Chance, dass das Licht



Abb. 2: Vom Backofen in die Wäsche: Reinigung von neuen Solarzellmodulen. Foto: Pressestelle

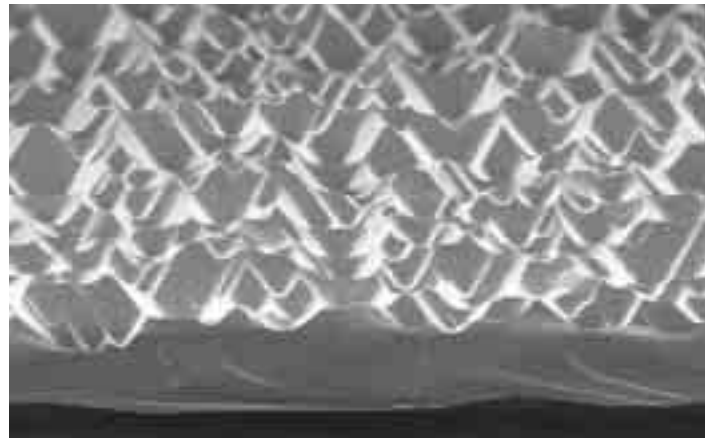


Abb. 1: Kristallstruktur an der Oberfläche eines Wafers. Die abgebildete Schicht hat eine mittlere Dicke von 16 nm. Aufnahme: ZAE Bayern

in den eigentlich zu dünnen Schichten absorbiert wird. Kostengünstig ist das Verfahren auch deshalb, weil es statt einzelner Zellen, die später verlötet werden müssen, komplette Solarmodule mit integrierten elektrischen Verbindungen liefert. Dazu müssen nur noch trennende Gräben eingätzt und verbindende Aluminiumkontakte angebracht werden. Tests der Erlanger Mini-Module mit fünf in Serie geschalteten Solarzellen auf einer 25cm<sup>2</sup> großen Fläche ergaben 3 Volt Spannung und einen Wirkungsgrad von 11,5 Prozent.

Bei aller Aufmerksamkeit, die sie international geweckt haben, gelten die PSI-Solarzellen als Neulinge, die sich erst durchsetzen müssen. Dabei sind die Einsatzmöglichkeiten vor allem für Kleingeräte zahlreich: neben den Uhren beispielsweise in Taschenrechnern oder digitalen Taschenkalendern. Eine andere Anwendung hat sich in der Ausrüstung von Satelliten

ergeben. Je dünner die Solarzellen, desto leichter sind sie, und Gewicht ist ein erheblicher Kostenfaktor, wenn Ladung ins Weltall gebracht wird. Zudem kann die kosmische Strahlung auf kürzeren Strecken weniger Schaden im Kristallgefüge anrichten.

Praxistauglichkeit der Forschungsergebnisse ist oberstes Gebot im ZAE Bayern. Den Mitarbeitern in Erlangen kommt es darauf an, dass die Fördergelder, welche die Wirtschaftsministerien des Bundes und des Freistaats Bayern in die Entwicklung der PSI-Solarzellen investiert haben, nicht allein der Anerkennung durch die Scientific Community dienen. Von der engen Zusammenarbeit der Photovoltaik-Abteilung mit der Universität Erlangen-Nürnberg profitieren beide Einrichtungen. Moderne Geräteausstattungen können wechselseitig benutzt werden, und Physikdokoranden können Themen aus einem gleichermaßen zukunftssträchtigen und anwendungsnahen Forschungsgebiet wählen.

**Kontakt:**  
 PD Dr. Rolf Brendel  
 ZAE Bayern  
 Tel.: 09131/691-180  
[brendel@zae.uni-erlangen.de](mailto:brendel@zae.uni-erlangen.de)

Risikobeurteilung mit Künstlichen Neuronalen Netzen

## Was den Hang zum Abrutsch bringt

Der Mensch muss lernen, Siedlungen so anzulegen, dass sie von Naturkatastrophen weitestgehend verschont bleiben. Im Bergland bedeutet das, Bedrohungen durch Lawinen, Überflutung der Täler oder Hangrutsch realistisch einzuschätzen. Um derartige Risiken kalkulierbar zu machen, arbeiten Geologen und Informatiker der Universität Erlangen-Nürnberg an Verfahren, die für einzelne Hangabschnitte die Abrutschgefahr ermitteln. Daten werden in einer stark gefährdeten Schweizer Gebirgsregion gesammelt; bei der Beurteilung helfen künstliche neuronale Netze.

Am 15. August 1997 wurden Berghänge in der Schweiz durch extreme Niederschläge in Bewegung gesetzt. Erd- und Gesteinsmassen ergossen sich über die Ortschaften Sachseln und Melchtal und richteten an Gütern und Kulturlandschaften Schäden an, die sich auf mehr als 100 Millionen Schweizer Franken summierten.

Im Raum Sachseln fielen in zwei Stunden pro Quadratmeter bis zu 150 Liter Regen. Die Wassermengen rissen Erdreich und lockeres Geröll aus den Hangoberflächen. 700 solcher Anbruchstellen entstanden innerhalb kürzester Zeit. Aus dem Abrutschen wurde schnelles Fließen, sogenannte Hangmuren: das losgelöste Material bewegte sich wie in gewaltigen Sturzbächen. Insgesamt 60.000 m<sup>3</sup> Geschiebe und 5.000 m<sup>3</sup> Schwemmholz erodierte die Wasserläufe, überhäuften die Täler mit Schlamm und Schutt und ließen die Hänge voll Narben zurück.

Nach der Katastrophe setzten umfangreiche Untersuchungen ein. Die Eidgenössische Forschungsanstalt startete ein groß angelegtes, multidisziplinäres Projekt zum Einfluss der Vege-



Von Hanganbrüchen und Hangmuren bedrohter Hof in den Sachseln nach der Katastrophe im August 1997. Foto: Institut für Geologie

tation auf oberflächennahe Rutschungen. Zu den wichtigsten Partnern zählten das schweizerische Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft und das Oberforstamt des Kantons Obwalden. Forschungen am Erlanger Lehrstuhl für Angewandte Geologie waren darauf konzentriert, im betroffenen Gebiet geologische Daten zu erheben.

Zwei Diplomanden des Lehrstuhls nahmen unter der Leitung von Prof. Dr. Michael Moser alle Rutschungen im Melchtal anhand von dafür konzipierten Erhebungsbögen auf und fertigten Geländeaufnahmen an. Außer geometrischen Daten wurden mittelbare Faktoren erfasst, die das Anbruchsumfeld charakterisieren. Dazu zählen Neigung, Form und Vegetation eines Hangs, dessen Höhenlage und Ausrichtung, die Mächtigkeit und Art der Lockergesteinsschicht sowie Faktoren, welche die Aufnahmefähigkeit für Wasser bestimmen.

Die äußerst komplexen Zusammenhänge, die dem Abgleiten von Hangpartien zugrundeliegen, sind nach der Auswertung der von allen Beteiligten erhobenen Daten etwas besser zu durchschauen. Damit Hangmuren entstehen,

brauchen keine allzu großen Flächen ins Rutschen zu geraten. In über 80% der Fälle betragen die Anbruchsvolumina weniger als 200 m<sup>3</sup>. Hänge mit Neigungen zwischen 30° und 40° waren am stärksten betroffen.

Soweit bewaldete Flächen abrutschten, lagen sie an vergleichsweise steileren Böschungen. Die Wurzeln stabilisierten den Boden an flacheren Hängen. Hatten Windwurf oder Borkenkäfer den Wald geschädigt, konnte er diese Schutzfunktion jedoch sehr viel schlechter erfüllen. Wenn es in Waldarealen zu Anbrüchen kam, waren sie generell größer als auf Flächen ohne Baumbestand. Dass Abfolge und Lage der Gesteinsschichten die Anfälligkeit für Rutschungen erhöhten, war nur dann festzustellen, wenn die Grenze zwischen Locker- und Festgestein die Gleitfläche der Hangbewegung darstellte. Wenn der feste Fels nicht zum Vorschein kam, wirkte sich die geotechnische Ausbildung der Lockergesteine auf deren Aktivität aus.

Wie diese Fakten und weitere Erkenntnisse zeigen, wird Hangrutsch durch ein Zusammenspiel vieler Parameter

verursacht. Um den verschiedenen Faktoren ihr Gewicht zuzumessen und die Gefahr für jeden Hangabschnitt beurteilen zu können, arbeiten die Erlanger Geologen mit dem Institut für Informatik der Universität Erlangen-Nürnberg zusammen. Unter Leitung von Dr. Elmar Nöth wird am Lehrstuhl für Mustererkennung ein Künstliches Neuronales Netz (KNN) erzeugt, das flachgründige Hangbewegungen erkennt. Es basiert auf den bisher erhobenen Daten und gibt die Ergebnisse zur Darstellung an ein geographisches Informationssystem weiter. Die DFG fördert dieses Projekt im Rahmen des interdisziplinären Programms "Hangbewegungsanalyse" seit Mai 2002.

Neuronale Netze sind lernfähig. Mit den Parameterkonstellationen aus dokumentierten Fällen lernen sie, auf ähnliche Sachlagen zu schließen. Dieses KNN wird mit Daten aus einem Teil des Arbeitsgebietes trainiert und mit Daten aus einem anderen getestet. Spezielle Lernalgorithmen steuern das Training, wobei es mehrere Lernparameter gibt, die empirisch optimiert werden müssen. So soll ein Frühwarnsystem entstehen, das von Hangrutsch bedrohte Flächen ausmacht und ihre Gefährdung einstuft.

Zum Vergleich sollen andere Klassifikationsverfahren wie Klassifikationsbäume und Lineare Diskriminanzanalyse angewendet werden. Später soll das erzeugte Neuronale Netz auch in anderen Gebieten mit ähnlichen Ausgangssituationen getestet werden.

### Kontakt:

Prof. Dr. Michael Moser  
Dipl.-Geol. Maik Hamberger  
LSt. für Angewandte Geologie  
Tel.: 09131/85-29241  
mhamberg@  
geol.uni-erlangen.de

Dr.-Ing. Elmar Nöth  
LSt. für Mustererkennung  
Tel.: 09131/85-27888  
noeth@informatik.  
uni-erlangen.de

Studierende an Erstaufnahme eines alpinen Gebiets in Österreich beteiligt

## Wie entsteht eine geologische Karte?

Vielleicht hätte der Neid die Landvermesser und Kartenzeichner früherer Zeiten erfasst, wenn sie geahnt hätten, auf welche Hilfsmittel ihre Kollegen am Übergang vom 20. ins 21. Jahrhundert zurückgreifen können. Sind die Tage der schwierigen Erkundungen und mühevollen Geländebegehungen also endgültig vorbei? Stützt sich die Kartierung der Erdoberfläche heute vorwiegend auf Luftbilder und Satellitendaten? Keineswegs, wie Studierende des Instituts für Geologie und Mineralogie der Universität Erlangen-Nürnberg am eigenen Leib erfahren. Wer an der geologischen Erstaufnahme eines Gebiets in den österreichischen Alpen teilnimmt, muss sich auf kräftezehrendes Klettern und Steineschleppen einlassen und dabei den Lehrstoff parat halten.

In einer geologischen Karte ist die Verbreitung der Locker- und Festgesteine eingetragen. Sie bildet eine wichtige Grundlage für Rohstoffsicherung, Trinkwassergewinnung, Verkehrswege- und Anlagenbau, Raumplanung und Gefahrenabschätzung. Dies gilt besonders für intensiv genutzte Gebirgsregionen wie die Alpen, wo Wildbäche und abrutschende Berge die Menschen und ihre Infrastruktur bedrohen. Nicht zuletzt ist die geologische Karte eine unverzichtbare Grundlage für wissenschaftliche Arbeiten. Sie dient als Basis für die Suche nach Erzen und Rohstoffen, sie hilft Lebensräume und Wasserchemie zu verstehen und die Landschaftsentwicklung zu deuten.

Die Erforschung des Untergrundes und seine Darstellung in geologischen Karten ist eine hoheitliche Aufgabe in allen europäischen Staaten. Sie wird von eigens dafür geschaffenen



Abb. 1: Das Defereggental in Osttirol zeigt typische alpine Geländeformen mit einer prä-würmezeitlichen Felsterrasse auf der Sonnseite.

Landes- und Bundesanstalten ausgeführt. In Mitteleuropa ist die geologische Landesaufnahme noch keinesfalls abgeschlossen, und es gibt viele noch unzureichend erkundete Gebiete oder revisionsbedürftige Karten.

### Zehn Jahre Arbeit

Als wichtiger Aspekt der Ausbildung ist die eigenhändige Anfertigung einer geologischen Karte Teil der Diplomprüfung in den Geowissenschaften. Seit 1995 beteiligt sich die von PD Dr. Bernhard Schulz geleitete Arbeitsgruppe am Erlanger Institut an der von der Österreichischen Geologischen Bundesanstalt finanzierten Erstaufnahme des Blattes OK 178 Hopfgarten in Defereggental, unmittelbar südlich des Großvenedigers in Osttirol gelegen. Die Studierenden kartieren während eines Sommers jeweils ein etwa 8 - 10 km<sup>2</sup> großes Gebiet. Zur vollständigen Abdeckung der 522 km<sup>2</sup> großen Fläche des Kartenblatts arbeiteten fast 50 Kartierer. Vom Beginn der Aufnahmen bis zur Drucklegung einer solchen offi-

ziellen geologischen Karte vergehen mindestens zehn Jahre.

Eine geologische Kartierung im alpinen Raum lässt sich nicht mit einigen Mausklicks am Computer durchführen. Vielmehr handelt es sich um eine mühsame und körperlich anstrengende Erarbeitung von Basisinformation. Steile verwachsene Waldgebiete und tief eingeschnittene Bäche an den Talflanken, dazu Kare, Gratgebirge und Gipfel



Abb. 2: Aufschluss mit Paragneisslagen, die zuerst spitzwinklig und dann weitspannig verfault wurden. Abbildungen: Institut für Geologie

müssen engmaschig begangen werden (Abb. 1). Satellitengestützte Systeme sind zu ungenau, deshalb geschieht die Orientierung im Gelände in altergebrachter Weise mit topographischer Karte, Kompass und Höhenmesser.

Aufgenommen werden die Verbreitung, Art und Lagerungsverhältnisse der Festgesteine, in diesem Falle Metamorphite und Magmatite mit komplizierten tektonischen Gefügen. Gesteinsaufschlüsse mit Informationen zur Strukturentwicklung (Abb. 2) müssen gefunden werden. Ein Geologenkompass dient zur Bestimmung der Raumlage der Gefüge. Das Erkennen der Gesteinsarten und die Deutung der tektonischen Strukturen müssen die Kartierer sofort und ohne Hilfsmittel bewerkstelligen, allein mit dem "im Kopf" verbliebenen Wissen aus Vorlesungen und Übungen. Die Beobachtungen und Funde werden in einem Gelände-Notizbuch aufgeschrieben und skizziert, denn meist sind Licht und Wetter ungünstig zum Fotografieren.

Oft sind die Gesteine im Gelände mit bloßem Auge und Lupe nur unzureichend erkennbar und bestimmbar. Gesteinsproben werden daher mit viel Bedacht ausgewählt, abgeschlagen und mitgetragen. An Gesteinsdünnschliffen dieser Proben lassen sich später der Mineralbestand genau erfassen und das Mikrogefüge polarisationsmikroskopisch untersuchen (Abb. 3). Sehr schwierig ist es, die vielen eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Lockergesteine einzuordnen. Rutschmassen und absackende Berghänge müssen äußerst aufmerksam registriert werden, da sie Menschen akut bedrohen.

Die Aufnahmen stehen immer unter Zeitdruck, sei es durch aufkommendes Schlechtwetter oder den kurzen Sommer im Hochgebirge. Zur Auswertung und graphischen Darstellung der Kartierung nutzen die Stu-



Abb.3: Dünnschliff eines Glimmerschiefers unter dem Polarisationsmikroskop (Kantenlänge ist 1,5 mm). Das Mineral Kyanit (weißgelb) ist von Muscovit (blau) umgeben und bezeugt eine druckbetonte Metamorphose des Gesteins während der Verfaltung.

dierenden später die Rechner des Instituts, die mit entsprechender Software ausgestattet sind. Dabei erwerben sie weitere wichtige Fertigkeiten für die spätere Berufstätigkeit.

Für mehrere begleitende DFG-Projekte sind die Vorarbeiten der

Erlanger Studierenden unverzichtbar, um geeignete metamorphe und magmatischen Gesteine aufzufinden. Untersuchungen zum Alter dieser Gesteine und ihrer chemischen Zusammensetzungen lassen den Prozess der alpidischen Gebirgsbildung und die Geschichte von noch älteren Plattenkollisionen rekonstruieren.

Verglichen mit dem inzwischen auf wenige Jahre geschrumpften Zeitraum der Aktualität von Forschungsergebnissen sind geologische Karten sehr langlebige Publikationen, die für viele Jahrzehnte Basis von Wissenschaft und Anwendung bilden. Die Mitarbeit an einem solchen Werk und die Möglichkeit, ein Gebiet selbst zu erkunden, liefert den Kartierern wahrscheinlich die größte Motivation.

**Kontakt:**  
 PD Dr. Bernhard Schulz  
 Institut für Geologie und Mineralogie  
 Tel.: 09131/85 -22615  
[bschulz@geol.uni-erlangen.de](mailto:bschulz@geol.uni-erlangen.de)

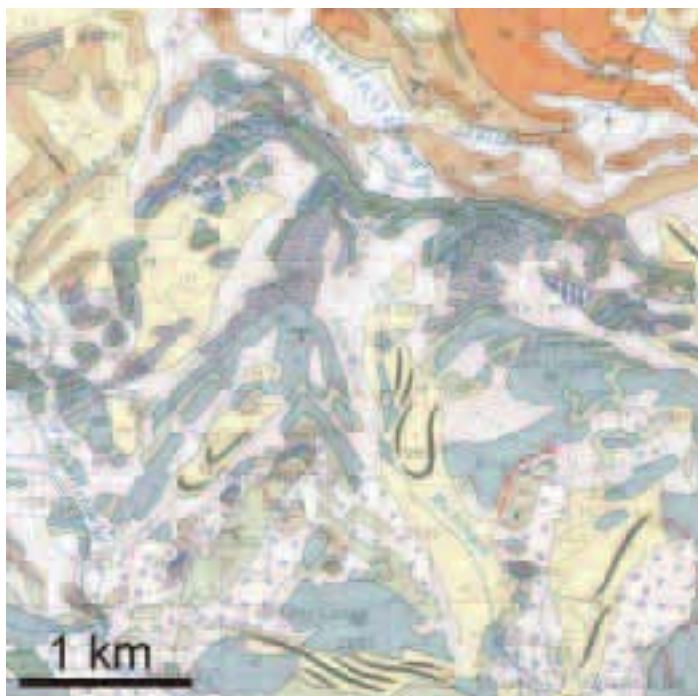


Abb.4: Das Endprodukt: Ausschnitt einer geologischen Karte in den Alpen. Verschiedene metamorphe und magmatische Gesteine sind grün, blau und braun dargestellt. Eiszeitliche und nach-eiszeitliche Lockergesteine erscheinen gelb und weiß, Hangrutschungsbereiche mit roten Linien.

Weltweiter Zusammenschluss von Teleskopen zur Beobachtung

## Ein Stern, der schwingt wie eine Glocke

**Ins Innere eines ausgebrannten Sterns konnte ein internationales Team um Prof. Dr. Ulrich Heber vom Astronomischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg im Frühjahr 2002 Einblick gewinnen. Für die Beobachtungen waren fünfzehn Teleskope auf der ganzen Welt sechs Wochen lang auf das schwache Licht dieses einzelnen Sterns gerichtet, dessen regelmäßig wechselnde Leuchtkraft das besondere Interesse von Astronomen und Astrophysikern weckt. Mehr als zwei Dutzend Forscher, darunter Wissenschaftler der Universitäten Tübingen und Sydney (Australien), der Europäischen Südsternwarte in Chile und von Observatorien in Großbritannien, Spanien, Südafrika und den USA befassten sich damit zu messen, wieviel Licht der Stern insgesamt ausstrahlt und mit welcher Geschwindigkeit seine Oberfläche sich verändert.**

Im Sternbild „Schlange“ befindet sich der veränderliche Stern V338 Ser, dessen Helligkeit im etwa achtminütigen Rhythmus schwankt. Es handelt sich um einen sehr alten, ausgebrannten Stern, der seine äußeren Schichten verloren hat. Er verhält sich wie eine Glocke, die angeschlagen wird und verschiedenste Schwingungen („Töne“) erzeugt. Diese ungewöhnliche Eigenschaft erlaubt es den Astrophysikern, ins Innere des Sterns zu schauen.

Mit denselben wissenschaftlichen Methoden, wie sie in der Seismologie zur Erforschung des Erdinnern verwendet werden, lässt sich das Sterninnere sondieren. Wie Erdbeben oder von Menschenhand gezündete Explosionen die Erdkruste zum Schwingen bringen und Messdaten für Seismologen lie-

fern, kommen den Astronomen die Helligkeitsschwankungen zur Hilfe. Die Geschwindigkeit der Oberflächenbewegungen erlaubt Rückschlüsse auf die Dichtestruktur im Inneren. Jede Schwingung für sich „misst“ dabei eine andere Region im Sterninneren aus.

Die nötigen Beobachtungen sind außerordentlich schwierig. Sehr viel Teleskopzeit ist erforderlich, um die äußerst schwachen Signale zu messen und aufzulösen. Unterbrechungen im Tagesrhythmus, durch die Erddrehung und die störende Sonne am Himmel, können dazu führen, dass eine Interpretation dieser Signale unmöglich wird. Verwendet man jedoch mehrere, über den ganzen Erdball verteilte Teleskope, so geht der Stern für dieses „Gesamtteleskop“ nie unter. Daher ist ein globaler Zusammenschluss von 15 Teleskopen weltweit organisiert worden, das „Multi-Site Spectroscopic Telescope“.

### Rund um den Globus

Prof. Heber von der Dr. Reemiss Sternwarte der Universität Erlangen-Nürnberg in Bamberg leitet dieses internationale Projekt. Dr. Simon Jeffery (Armagh Observatory, Nordirland), Simon O'Toole (University of Sydney, Australien) und PD Dr. Stefan Dreizler (Universität Tübingen) betreuen jeweils eines von drei Teilprojekten mit unterschiedlichen Beobachtungstechniken, die simultan durchgeführt werden müssen. Die rund um dem Globus eingesetzten Teleskope mit Durchmessern von einem bis vier Metern stehen unter anderem in Australien, China, Südafrika, Italien, Spanien, Chile und den USA. Die Beobachtungskampagne begann am 14. Mai 2002 und dauerte bis zum 24. Juni an.



Das „New Technology Telescope“ der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Chile spielt eine tragende Rolle im weltweiten Zusammenschluss von Teleskopen. Foto: ESO

Ähnliche weltweite Messkampagnen sind zwar schon öfter erfolgreich organisiert worden. Das „Multi-Site Spectroscopic Telescope“ bringt jedoch zum ersten Mal Messungen der Lichtvariationen und der Oberflächengeschwindigkeiten für einen anderen Stern als die Sonne zusammen. Daraus können viel aussagekräftigere Schlüsse gezogen werden, als es allein aus Lichtvariationen möglich wäre.

### Ideen auf dem Prüfstand

„Dieses Projekt gibt uns die bisher beste Gelegenheit, die Schwingungen eines alten, ausgebrannten Sterns präzise zu messen und seismologisch auszuwerten,“ erklärt Prof. Ulrich Heber. „Unsere bisherigen

Vorstellungen über das Innere ausgebrannter Sterne stehen auf dem Prüfstand - Überraschungen sind nicht ausgeschlossen.“

*Kontakt:*  
*Prof. Dr. Ulrich Heber*  
*Astronomisches Institut*  
*Dr. Remeis-Sternwarte*  
*Bamberg*  
*Tel.: 0951/95222-14*  
*Heber@sternwarte.uni-erlangen.de*

Bausteine für die Nanotechnologie nach dem Vorbild der Natur

### Isolierschicht für molekulare Drähte

Wie eine Bohnenpflanze sich beim Wachsen um die Kletterstange windet, legen sich biegsame Ketten aus reaktionsträgen chemischen Verbindungen spiralförmig um eine starre Kohlenstoff-Brücke, die zwei Metallzentren verbindet. Die denkbar feinsten elektrisch leitenden Drähte aus aneinandergereihten Kohlenstoffatomen können so mit einer Isolierung versehen werden. Damit ist der Forschungsgruppe um Prof. John A. Gladysz vom Institut für Organische Chemie ein neuer bahnbrechender Erfolg in der Nanotechnologie gelungen. Das Ergebnis ihrer Strategie ist zudem in einem zweiten Sinn einzigartig: es entsteht eine Doppelhelix, die in ihrer Struktur der DNS gleicht, aber ohne die „Querstützen“, welche die zwei Stränge im Zellkern wie bei einer Leiter zusammenhalten.

Drei Mitarbeiter von Prof. Gladysz, die Diplom-Chemiker Jürgen Stahl, Eike Bauer und Wolfgang Mohr, beschreiben in der Fachzeitschrift „Angewandte Chemie“ zwei unterschiedliche Wege zur Synthese von isolierten „molekularen

Drähten“. Der eine besteht darin, den Prozess der Selbstorganisation in Gang zu setzen, der zur Bildung der schützenden Doppelspirale führt. Statt der Natur ihren Lauf zu lassen, treibt der andere dagegen den zielgerichteten Zusammenbau neuer Materialien in der Organometallchemie voran. Beide zielen auf die Lösung eines Problems ab, das sich mit den Fortschritten in der Miniaturisierung von Bauteilen für Elektrik und Elektronik stellt.

Während der letzten fünf Jahre machten Chemiker schnelle Fortschritte bei der Synthese molekularer Versionen von stromführenden Bauteilen wie Schaltern, Transistoren oder Gleichrichtern und von komplizierteren Geräten wie Motoren und Maschinen. Mit dem schrittweisen Aufbau solcher „funktionaler Materialien“ aus Molekülen wurde die Nanotechnologie geboren. Dazu zählen neuartige, drahtähnliche Moleküle, die in der Arbeitsgruppe von Prof. Gladysz entwickelt werden. Zwei Übergangsmetalle sind darin durch eine stabähnliche lineare Kohlenstoffkette verbunden. Die Metalle können oxidi-



Abb. 1: Die Entdecker der neuartigen Doppelhelix (v. links): Jürgen Stahl, Wolfgang Mohr und Eike Bauer. Foto: Institut für Organische Chemie

diert oder reduziert werden; Elektronen und Ladung können dann von einem Metall zum anderen wandern.

### So klein wie irgend möglich

Der Erlanger Gruppe gelang es, mehr als 20 Kohlenstoffatome aneinanderzureihen, was einen Abstand von drei Nanometern (Milliardstel eines Meters) zwischen den Metallen bedeutet. Andere Forscher haben bimetalliche Verbindungen mit anderen Arten von starren, verbrückenden Liganden hergestellt, doch lineare Kohlenstoffketten stellen das äußerste mögliche Limit der Miniaturisierung dar.

Genau wie Haushaltskabel müssen solche molekularen Drähte isoliert werden, um das Molekül zu schützen und einen ungestörten Stromfluss zu ermöglichen. Werden einem

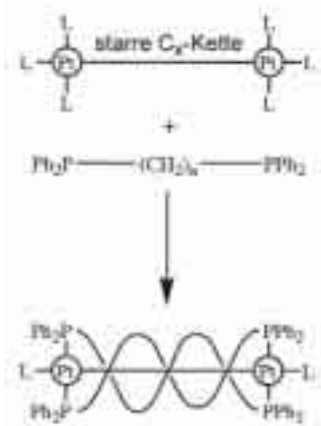


Abb. 2: Diplatin-Kohlenstoffkettenkomplexe  $L_nPtC_xPtL_n$  wurden hergestellt und so konzipiert, dass die Liganden  $L_n$  an den Platinatomen leicht ausgetauscht werden konnten. Danach wurden Diphosphane  $R_2P(CH_2)_nPR_2$  synthetisiert, in denen zwei Phosphordonoratome von einer langen flexiblen Kette von  $CH_2$ -Gruppen verbrückt werden. Die Phosphoratome an den Enden des Diphosphans lagern sich an unterschiedliche Platinatome an. Die flexible  $CH_2$ -Kette wickelt sich um die  $C_x$ -Kette, genauso wie sich eine wachsende Bohnenpflanze spiralförmig um die Stange windet.

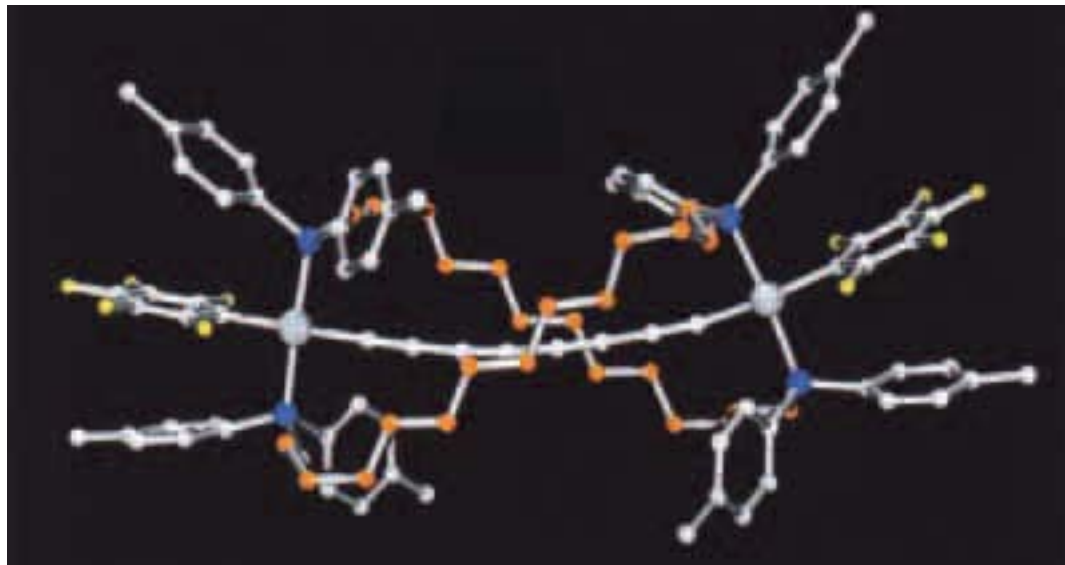


Abb.3: Isolierung einer linearen Kohlenstoffkette durch Selbstorganisation einer  $CH_2$ -Kohlenstoff Doppelhelix. Abbildungen: Institut für Organische Chemie

Molekül Elektronen entzogen oder zugeführt, wird es häufig reaktiver, und zerstörerische Reaktionen mit anderen stromführenden Bausteinen, dem Lösungsmittel oder der Luft sind zu befürchten. Hüllen um solche Moleküle, die die Rolle der Isolationsschicht beim vertrauten Elektrokabel übernehmen, sind offensichtlich wünschenswert, doch bisher ist zur Verwirklichung wenig geschehen.

### Verbindung an den Enden der Ketten

Prof. Gladysz und seine Mitarbeiter stellten zunächst Kettenmoleküle mit einer Kohlenstoffbrücke zwischen zwei Platinatomen her, deren Liganden (angehängte Gruppen oder Atome) leicht ausgetauscht werden konnten. Danach synthetisierte das Team Moleküle, in denen zwei Phosphordonoratome durch eine Kette von Methylengruppen verbunden sind. Methylengruppen- oder  $CH_2$ -Gruppen sind die Grundbausteine von gesättigtem Fett und Paraffinwachs, zweier Isolatoren. Diese flexible Kette muss mindestens 50% länger sein als die feste Kohlenstoffbrücke. So kann sie sich um den

„Draht“ wickeln, wenn die Enden beider Arten von Ketten sich verbinden, wobei die Phosphoratome die zuvor am Platin angelagerten Liganden ersetzen.

Zwei „Isolator-Moleküle“ docken auf diese Weise am molekularen Draht an. Das Ergebnis dieses selbstorganisierenden Prozesses versetzt Prof. Gladysz in Begeisterung: „Das Endresultat ist ein doppelhelicales Molekül von atemberaubender Schönheit.“ Die trei-

bende Kraft für die Anordnung in einer Doppelspirale ist nicht offensichtlich; es scheint, als ob die Moleküle diese Struktur „nach Belieben“ ausbilden.

### Schnürsenkel und Alligatoren

Daneben hat die Forschungsgruppe eine kontrollierte Synthese entwickelt, die eine größere Vielzahl von Zielmolekülen ergeben kann. Diese Strategie nutzt einen jüngst entdeckten Katalysator für die

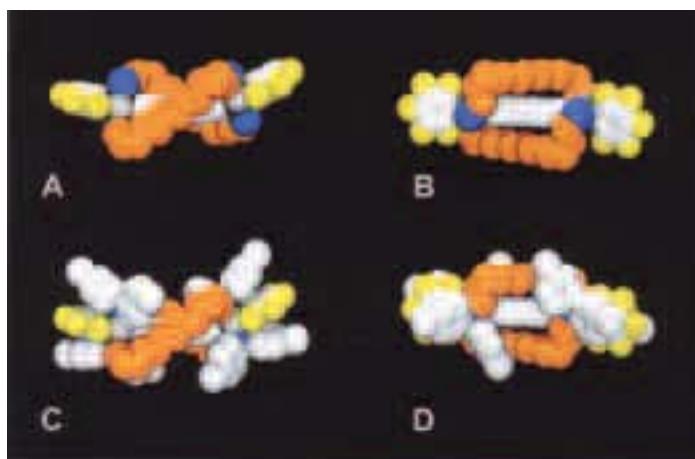


Abb.4: Kalottenmodelle eines typischen Produkts aus Abb. 2. A und B bezeichnen Ansichten ohne Wasserstoffatome und Phosphor-Acrylringe; C und D zeigen analoge Ansichten, bei denen alle Atome dargestellt sind. Dr. Frank Hampel hat die Kristallstruktur mit einer Art molekularer Photographie sichtbar gemacht.

Olefin-Metathese, durch den die flexiblen Ketten verbunden werden, die von jedem Platinatom ausgehen. Diese Methode ist ähnlich dem Zusammenbinden von Schnürsenkeln und dem darauffolgenden Abschneiden der nicht benötigten Enden des Bandes. Einige Experimente wurden von den drei Postdoktoranden Dr. James Bohling, Dr. Thomas Peters und Dr. José Martín-Alvarez durchgeführt, die ebenfalls Mitautoren der Veröffentlichung sind und bei Prof. Gladysz während seiner früheren Anstellung an der University of Utah arbeiteten. Andere Erlanger Mitarbeiter hängen an die Platinenden Liganden, die als „Alligator Clips“ betrachtet werden können, um noch kompliziertere Bausteine und Geräte herzustellen.

Unabhängig von der technologischen Anwendung stauen die Erlanger Chemiker darüber, wie ihre Resultate natürliche Phänomene reflektieren. Etwa 50 Jahre nach der Entdeckung der DNS-Doppelhelix-Struktur zum Schutz des genetischen Codes wurde eine fundamental neue Klasse von doppelhelicalen Molekülen gefunden, die molekulare Drähte schützen kann. Dass Bohnen oder auch Hopfenpflanzen sich „selbsttätig“ an Stangen hochwinden, dient seit langem zum Nutzen der Menschen.

**Kontakt:**  
*Prof. Dr. John A. Gladysz*  
Lehrstuhl für  
Organische Chemie I  
Tel.: 09131/85-22540  
gladysz@  
chemie.uni-erlangen.de

Prozessführung beim Laserstrahlsintern von Metallpulver

## Wärmespannungen verringern Bauteilqualität

**Schnelligkeit ist der große Vorteil beim Laserstrahlsintern von Bauteilen. Pulverkörnchen aus Metall verschmelzen in wenigen Augenblicken zur gewünschten Form. Doch das Verfahren ist noch nicht völlig verstanden, und die Qualität der Produkte kann verbessert werden. Grundlagenuntersuchungen am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie von Prof. Dr. Manfred Geiger, die auf die Temperaturverteilung während des Bauprozesses konzentriert sind, werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft für weitere zwei Jahre gefördert. Projektbearbeiter ist Dipl.-Ing. Frank Niebling.**

Das Direkte Metall-Laserstrahlsintern (DMLS) ist ein generatives Fertigungsverfahren: Dreidimensionale Bauteile werden schichtweise aufgebaut. Das Metallpulver in der jeweils obersten Schicht wird mit der Energie eines Laserstrahls lokal aufgeschmolzen, wodurch eine definierte Struktur entsteht. Funktionsprototypen wie etwa Leiträder von Drehmomentwandlern oder Werkzeuge für den Kunststoffspritzguss können auf diese Weise hergestellt werden. Vor allem im schnellen Prototypen- und Vorserienbau (Rapid Prototyping) sind solche innovativen Fertigungskonzepte sehr gefragt, da sie die Entwicklungszeiten für neue Produkte verkürzen können.

Das DMLS-Verfahren ist technisch nicht vollständig ausgereift. Der Prozess ist teilweise instabil, wofür Wärmespannungen verantwortlich gemacht werden, die durch den Bauprozess eingebracht werden. Infolgedessen kommt es vor, dass sich Schichten von Bauteilen noch während des Aufbauprozesses voneinander trennen. Nach der generativen Fertigung verbleiben Eigenspannungen



Im DMLS-Prozess gefertigte Funktionsprototypen (Leiträder von Drehmomentwandlern). Aufnahme: LFT

im Werkstück, die sich bei der Weiterverarbeitung als Verzug bemerkbar machen können. Die Teile verziehen sich, wenn sie z. B. bei einer Infiltration mit Lötwerkstoff thermisch belastet werden.

### Hohe Energie auf engem Raum

Die Wärmespannungen sind darauf zurückzuführen, dass der Laserstrahl hohe Energie auf sehr begrenzten Raum einbringt. So entstehen während des Bauprozesses große Temperaturdifferenzen innerhalb des Bauteils. Experimentell kann eine solche Temperaturverteilung wegen des hohen Temperaturgradienten und des schnellen Prozessablaufs nur bedingt erfasst werden. Für ein vertieftes Prozessverständnis ist die Kenntnis dieser Temperaturfelder aber unverzichtbar.

Auf dieses Problemfeld ist das DFG-geförderte Projekt zugeschnitten. Um die Abläufe beim Laserstrahlsintern besser zu verstehen, wurde ein numerisch-experimentell gekoppelter Ansatz gewählt. Der Laserstrahlsinterprozess wurde über ein maskroskopisches Finite-Elemente-Modell abgebildet.

Die Strahl-Stoff-Wechselwirkungen wurden bereits erfasst und implementiert. Das Modell kann den schichtweisen Aufbau und den Energieeintrag durch den Laserstrahl abbilden. In der Wiedergabe des Temperaturfelds zeigte sich beim Vergleich mit experimentell gewonnenen Ergebnissen eine sehr gute Übereinstimmung.

Die numerische Simulation ermöglicht es nun, Prozesseinflussgrößen zu separieren, um die Auswirkungen auf derartige Temperaturverläufe bzw. auf die Eigenspannungsentwicklung zu untersuchen. Dies soll wesentlich dazu beitragen, DMLS-Prozesse zu stabilisieren und zu optimieren.

**Kontakt:**  
*Prof. Dr.-Ing. Manfred Geiger*  
*Dipl.-Ing. Frank Niebling*  
Lehrstuhl für  
Fertigungstechnologie (LFT)  
Tel.: 09131/85-27140,  
-23246  
niebling@lft.uni-erlangen.de

## Der volle Klang der Töne

Wie viele verschiedene Instrumente zum Musizieren auch erfunden wurden - aus der Sicht der Physik sind die Möglichkeiten keineswegs ausgeschöpft. Manche Varianten müssen etwa Gedankenspiele bleiben, weil es den passenden Werkstoff nicht gibt oder die Konstruktion undurchführbar ist. Ein neuer Zugriff bietet sich am Lehrstuhl für Multimedia-Kommunikation und Signalverarbeitung von Prof. Dr. André Kaup über die Simulation. Mit ihrem Modellierungsverfahren können Dr. Rudolf Rabenstein und Dr. Lutz Trautmann nicht nur reale Musikinstrumente perfekt imitieren; die digitale Synthese schafft Klänge, die keine Vorlage aus der Wirklichkeit nachahmen, dennoch physikalisch abgesichert und darum völlig natürlich anzuhören sind.

Digitale Klangsynthese ist ein Teilgebiet der Audiosignalverarbeitung. Die Grundlagen wurden bereits mit den Anfängen der digitalen Signalverarbeitung gelegt. An eine Synthese in Echtzeit war zunächst noch nicht zu denken; mit der zunehmenden Verfügbarkeit von schnellen Prozessoren gingen die Verfahren jedoch in die ersten digitalen Musikinstrumente ein. Auf dem Markt für Musik-Software und Computerspiele setzten sich PC-Sound-Karten zur Wiedergabe von Klangdateien etwa ab 1995 durch. Heute wird Musik zum Großteil mit Hilfe digitaler Klangsynthese erzeugt, und bei mobilen Kommunikationsgeräten zeichnen sich neue Anwendungen ab.

Die ersten Verfahren der digitalen Klangsynthese versuchten die Wellenform der Klänge möglichst originalgetreu nachzubilden. Einige dieser Methoden (z. B. die Wavetable-Synthese) haben den Nachteil, dass

die Wellenformen vorhanden sein müssen, bevor sie reproduziert werden können. Das bedeutet, dass ein klassisches Musikinstrument erst einmal in allen seinen Tonhöhen und Ausdrucksmöglichkeiten aufgenommen werden muss, bevor eine ausdrucksstarke Reproduktion des Klanges vorgenommen werden kann.

Neuere Methoden gehen einen Schritt weiter und modellieren unmittelbar den physikalischen Vorgang, der die Wellenform erzeugt, z.B. die Schwingung einer Saite oder einer Luftsäule. Diese Verfahren werden als physikalische Modellierung bezeichnet. Sie sind rechenaufwändiger, denn die Nachbildung physikalischer Schwin-

gungen erfordert die näherungsweise Lösung partieller Differentialgleichungen. Da die Tonhöhen und Spielweisen des Instrumentes aber direkt im physikalischen Modell enthalten sind, kann sehr viel Speicherplatz gegenüber der klangbasierten Wavetable-Synthesemethode gespart werden.

## DIE FUNKTIONALTRANSFORMATIONSMETHODE

In der Systemtheorie sind spezielle Funktionaltransformationen ein alltägliches Werkzeug zur Lösung von gewöhnlichen, zeitabhängigen Differentialgleichungen. Dazu zählen die Fourier-Transformation oder die Laplace-Transformation. Ihre Anwendung wandelt die gewöhnlichen Differentialgleichungen in eindimensionale Übertragungsfunktionen um. Zur diskreten Realisierung dieser Funktionen wurden bereits mit der digitalen Signalverarbeitung Algorithmen entwickelt, die eine effiziente und genaue Simulation des kontinuierlichen Modells ermöglichen. Die Erweiterung dieses Werkzeuges auf mehrdimensionale (MD) zeit- und ortsabhängige Probleme, wie sie bei Schwingungsproblemen auftreten, ist die Grundlage der Funktionaltransformation.

Für die Transformation der Zeitvariablen innerhalb der partiellen Differentialgleichung kann z.B. die Laplace-Transformation verwendet werden. Diese ist, unabhängig von der Art der Zeitfunktionen innerhalb der partiellen

Differentialgleichung, immer gleich definiert und besitzt Eigenschaften, die zur Transformation der Zeitvariablen ausgenutzt werden. Die Transformation der Ortsvariablen ist auf den ersten Blick nicht so einfach, da die Transformation nicht nur von der Art der partiellen Ortsableitungen und von der Form des schwingungsfähigen Körpers, sondern auch noch von dessen Aufhängung (Randbedingungen) abhängt. Daher muss die Transformation für die örtlichen Variablen für jedes Problem neu gefunden werden. Die Berechnung der problemabhängigen örtlichen Transformation führt auf ein Eigenwertproblem in Form eines verallgemeinerten Sturm-Liouville Problems. Daher wird die Transformation der Ortsvariablen Sturm-Liouville-Transformation genannt.

Die partielle Differentialgleichung kann nach der Anwendung beider Transformationen in eine mehrdimensionale Übertragungsfunktion umgewandelt werden. Diese ist, ähnlich wie bei zeitabhängigen Systemen,

ein idealer Ausgangspunkt zur Entwicklung von diskreten Systemen, die im Rechner einfach zu realisieren sind. Dazu wird auf bekannte Verfahren der digitalen Signalverarbeitung zurückgegriffen.

Der prinzipielle Weg der Funktionaltransformation zur Lösung und Simulation der physikalischen Modelle, die in Form von partiellen Differentialgleichungen vorliegen, ist in Abbildung 1 dargestellt. Zunächst werden die partielle Differentialgleichung (PDG) und die Anfangs- und Randbedingungen (AB, RB) Laplace-transformiert. Dadurch entsteht eine gewöhnliche Differentialgleichung (GDG) mit Randbedingungen (RB). Dieses System wird Sturm-Liouville-transformiert, wodurch eine algebraische Gleichung entsteht. Durch Sortierung erhält man ein mehrdimensionales Übertragungsfunktionsmodell (MD ÜFM). Diskretisierung und inverse Transformationen führen auf die diskrete Lösung im Zeit- und Ortsbereich.

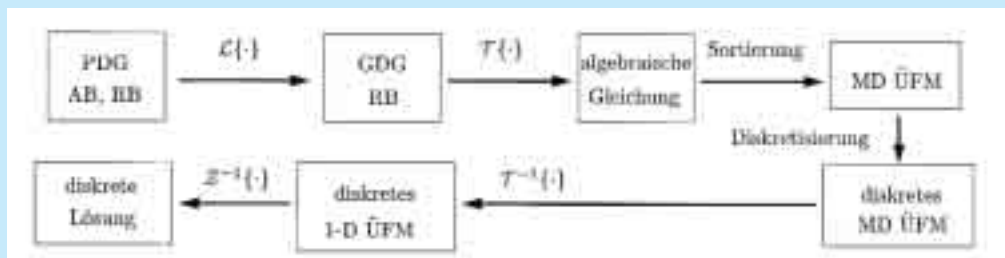


Abb. 1: Lösungsweg zur Simulation von Schwingungsvorgängen mit der Funktionaltransformation



Abb. 2: Benutzeroberfläche der digitalen Gitarre realisiert mit der Funktionaltransformationsmethode.  
(Gestaltung und Design: CreamWare GmbH)

Die aus der numerischen Mathematik bekannten Verfahren zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen sind jedoch zur Audiosignalverarbeitung in Echtzeit nicht geeignet. Sie erfordern zu viel Rechenleistung, wenn die Klangqualität gewahrt und der Zeitabstand zwischen dem Anregungssignal und der Reaktion des virtuellen Instrumentes so gering gehalten werden soll, dass diese Instrumente intuitiv und expressiv zu spielen sind. Wenn Rechenzeit gespart wird, entfernen sich die Lösungsverfahren aber so weit vom physikalischen Modell, dass ein direkter Zugriff auf physikalische Konstanten nicht mehr möglich ist.

Daher wurde am Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung ein neues Verfahren zur physikalischen Modellierung entwickelt, das digitale Signalverarbeitungsalgorithmen weiterentwickelt und die Eigenschaften des menschlichen Hörapparates nutzt. Dieses neue Verfahren verwendet zur Lösung der Schwingungsmodelle, die in Form von partiellen Differentialgleichungen vorliegen, sogenannte Funktionaltransformationen (vgl. Kasten auf der Seite gegenüber).

Da dieses Verfahren das Orts-Zeit-Problem in den Zeit- und Orts-Frequenzbereich transformiert, wird die Funktionaltransformationsmethode als Frequenzbereichsverfahren ange-

sehen. Die endgültige Realisierung des Systems erfolgt aber trotzdem im Zeit- und Ortsbereich, wie in Abbildung 1 gezeigt wird. Dies hat den Vorteil, dass direkt auf einzelne Frequenzkomponenten zugegriffen werden kann, während gleichzeitig eine verzögerungsfreie Simulation erfolgt.

Der Zugriff auf einzelne Frequenzkomponenten innerhalb des Klanges erlaubt die Einbeziehung von Frequenzbereichseffekten im menschlichen Hörapparat. So ist z.B. bekannt, dass das menschliche Ohr lediglich Schwingungen bis zu einer Frequenz von ca. 20 kHz wahrnehmen kann und dass innerhalb dieses Bereichs Verdeckungseffekte auftreten. Diese Eigenschaften können direkt im Entwurf berücksichtigt werden. Die verzögerungsfreie Simulation von schwingungsfähigen Körpern, wie Komponenten von Musikinstrumenten, erlaubt es, ein digitales Modell z.B. über eine Klaviatur zu spielen, wie sie jedes Keyboard besitzt.

### Verwandelte Gitarre

Doch die physikalische Modellierung kann weit mehr, als Tastenanschläge zu verarbeiten und den resultierenden Klang zu berechnen. Alle physikalischen Größen des Modells stehen im Simulationsmodell zur Verfügung. Dieser Umstand erlaubt es, charakteristischen Materialparameter und die Abmessungen

des Schwingungskörpers während des Spielens zu verändern. Eine Gitarrensaite aus Nylon kann langsam dicker gemacht und mit einem höheren spezifischen Gewicht versehen werden, so dass sich der Klang graduell von der Saite zum Xylophon wandelt. Dabei steht hinter dem erzeugten Klang jederzeit ein physikalisch sinnvolles Modell.

Mittels der Funktionaltransformationsmethode wurde ein digitales Musikinstrument entwickelt, das die Schwingungsvorgänge von Saiteninstrumenten simuliert. Darin können die Saiten durch ihre Materialeigenschaften und durch ihre Geometrie charakterisiert werden. Dieses Musikinstrument ermöglicht - abweichend vom physikalischen Vorbild - die Variation aller physikalischen Parameter auch während des Spielens (Abbildung 2).

Reale Saiteninstrumente sind grundsätzlich auf drei Arten zum Klingen zu bringen: durch Zupfen, Anschlagen und Streichen der Saiten. Die letzten beiden Formen sind nichtlineare Anregungsmechanismen, denn die Saitenschwingung wirkt zurück auf die Form der Anregung. Dadurch entstehen zwar weitere Schwierigkeiten beim Berechnen der Lösung, doch führt deren Bewältigung zu realistischen Klangsimulationen, wie sie sonst nur durch erheblich höheren Aufwand zu erreichen sind.

Alle drei Anregungsarten wurden mit der Funktionaltransformationsmethode realisiert, so dass neben Gitarren auch Klaviere und Streichinstrumente simuliert werden können.

Daneben können Anregungsarten verwendet werden, die keinem realen Saiteninstrument nachempfundenen sind. So ist es möglich, ein Mikrofonsignal direkt als Anregungskraft der Saite zu verwenden, wodurch z.B. eine "besungene Saite" simuliert wird. Durch diese Beispiele wird deutlich, dass die physikalische Modellierung über den direkten Zugriff auf mehr Freiheitsgrade völlig neue Klangmöglichkeiten schafft. Die physikalische Basis stellt dabei sicher, dass die resultierenden Klänge immer akustisch und nicht künstlich klingen.

Erweiterungen über die erwähnten Beispielen hinaus liegen z.B. in der örtlichen Mehrdimensionalität. So können nicht nur Saiten, sondern auch zweidimensionale Trommelfelle und Platten sowie dreidimensionale Resonanzkörper simuliert werden. Außerdem gibt es Überlegungen, die Funktionaltransformationsmethode in Verfahren zur Codierung von vorhandenen Aufnahmen zu verwenden.

In der Anwendung ist die Funktionaltransformationsmethode keineswegs auf die physikalische Modellierung von Musikinstrumenten beschränkt. Da sie die in der mathematischen Physik gebräuchlichen partiellen Differentialgleichungen löst und simuliert, kann sie ebenso auf Modelle z.B. aus den Bereichen Elektromagnetismus und Optik oder auf Wärme- und Massentransportprobleme angewendet werden.

*Kontakt:*  
*Dr. Rudolf Rabenstein*  
*Dr. Lutz Trautmann*  
*Lehrstuhl für*  
*Multimediakommunikation*  
*und Signalverarbeitung*  
*Tel.: 09131/85-28717*  
*traut@nt.e-technik.*  
*uni-erlangen.de*

Neues Verfahren der Züchtung von Zeolithen

## Kristalle aus dem Rührkessel

**Prof. Dr. Wilhelm Schwieger vom Institut für Bio- und Chemieingenieurwesen der Universität Erlangen-Nürnberg ist ehrlich: "Nach dreijähriger Arbeit in einem Projekt mit der ESA (European Space Agency) wurden nicht alle Annahmen bestätigt." Jedoch ein Teilergebnis - gewissermaßen ein experimentelles "Nebenprodukt" - hat sich statt dessen zu einem echten "Volltreffer" entwickelt. Mittels Ultraschall kann in einem weltweit einmaligen Verfahren die Züchtung von Zeolithkristallen erstmals überwacht und dadurch auch gesteuert werden.**

Zeolithe sind kristalline Silikatverbindungen mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten. Über eine Million Tonnen werden jährlich synthetisch hergestellt. In der petrochemischen Industrie helfen Zeolithe als Katalysatoren z.B. beim so genannten Cracken von Erdöldestillaten zur Treibstoffherstellung oder bei der Umwandlung von Methanol in Kohlenwasserstoffe. Der mengenmäßig größte Abnehmer von Zeolithen ist die Waschmittelindustrie mit ca. 700.000 Tonnen pro Jahr. Dort dienen sie als Ersatz von Phosphaten und tragen damit wesentlich zur Reduzierung der Überdüngung unserer Gewässer bei. Weiterhin kommen sie als Trocknungsmittel bei der Isolierglasherstellung oder in der Luftfilterung zum Einsatz. In jüngster Zeit finden sie bei zahlreichen High-Tech-Produkten Verwendung. So werden etwa in Mikrosensoren und Mikroschaltern chemisch oder photochemisch sensitive Moleküle in die Zeolithstrukturen eingeschlossen.

Zeolithe werden technisch in riesigen Rührkesseln mit bis zu zwanzig Kubikmetern Fas-



Mit den regelmäßig aneinandergereihten Hohlräume, kann einen Zeolithkristall als molekulares Sieb dienen. Abb.: Dr. Ralph Herrmann

sungsvermögen hergestellt. Darin werden alle benötigten Ausgangsstoffe eingerührt, die ein dickflüssiges yoghurtartiges Reaktionsgel bilden. Erhitzt man dieses Gel, so wachsen darin die gewünschten Zeolithkristalle.

Die Problematik besteht darin, dass für jeden Anwendungszweck eine andere Kristallart benötigt wird. Sollen die Zeolithe als molekulare Siebe fungieren und - wie beispielsweise bei der Abgasreinigung - in ihren Hohlräumen relativ kleine Moleküle wie Stickoxide aufnehmen, so muss der Kristallzüchtungsprozess entsprechend der späteren Anwendung exakt gesteuert werden.

"Den richtigen Zeitpunkt für das Reaktionsende zu finden, war aber reine Erfahrungssache. Praktikable Messmethoden gab es nicht", erklärt Prof. Schwieger. So musste der Chemieingenieur bislang regelmäßig Proben entnehmen, diese filtrieren, trocknen und anschließend analysieren. Bis das Ergebnis vorlag, lief der

Prozess mindestens dreißig Minuten weiter. "Mit unserer Methode können wir jedoch in den Herstellungsprozess 'hineinlauschen' und zeitnah eingreifen", so Prof. Schwieger: "Das Ergebnis liegt uns nun on-line vor."

Ähnlich wie Fledermäuse oder Wale zur Ortung und Orientie-

rung benutzen die Erlanger Forscher hochfrequente Schallwellen. Jede Sekunde wird von einer Sonde, die an einem repräsentativen Punkt im Rührkessel eingebracht ist, ein Ultraschallimpuls in den erhitzten "Yoghurt" gegeben. Die ausgesandten Ultraschallwellen ändern auf dem Weg durch die Reaktionslösung ihre Geschwindigkeit und "Lautstärke". Wird das empfangene Signal mit dem Zustand der Lösung in Verbindung gebracht - man sagt korreliert, so lassen sich bei geschickter Einstellung der "frische Yoghurt" zu Reaktionsbeginn und verschiedene Stadien "fertiger" Zeolithkristalle unterscheiden.

### "Zufallsentdeckung" mit Spin-off

Die Entwicklung dieser "künstlichen Fledermaus" war keineswegs geplant. Prof. Schwieger: "Eigentlich suchten wir für die ESA (European Space Agency) nach einem Weg, die Zeolithherstellung schneller durchzuführen und Kristalle mit besserer Qualität zu erhalten. Deshalb experimentierten wir unter anderem mit Mikrowellen als Wärmequelle." Für die Versuche im

## ZEOLITHE

Natürlich vorkommende Zeolithe wurden 1756 vom schwedischen Hobbymineralogen Baron Axel F. Cronstedt entdeckt. Er beobachtete, dass das Mineral Stilbit beim Erhitzen dampfte, als ob es sieden würde. Daher stammt der Name Zeolith (griech. Zeo = ich siede, lithos = Stein), siedender Stein. Seit ca. fünfzig Jahren werden Zeolithe synthetisch hergestellt und in den verschiedensten Industriezweigen eingesetzt. Die Abbildung zeigt die Struktur eines typischen Zeolithen. Die Öffnungen der Kanäle haben ei-

nen Durchmesser in Moleküldimensionen. Dies erlaubt das sogenannte "Sieben" von Molekülen. Würde man das Kanalsystem von einem Gramm Zeolith (siehe Abbildung) aneinander reihen, so ergäbe sich eine Strecke, die der Entfernung von der Erde zur Sonne - immerhin rund 150 Millionen Kilometer - entspricht. Als Katalysator sind Zeolithkristalle mit einer Größe von 500 nm bis 10 µm erwünscht. Für neuartige Anwendungen (Sensoren, Schalter) sind große Kristalle (größer 20 µm) erforderlich.

Erste Ergebnisse einer neuen Analysemethode in der Umweltmedizin

## „Weichmacher“ hinterlässt Spuren im Körper

elektrischen Feld der Mikrowellen wurde jedoch eine geeignete Untersuchungsmethode benötigt. Die Entdeckung der unterschiedlichen Reaktion des Ultraschalls auf den Zustand der Reaktionslösung erweiterte schließlich die Zielrichtung der Erlanger Forscher.

Gemeinsam mit Kollegen der Universität Leipzig und einem Industriepartner entwickelten sie das Verfahren - gewissermaßen als 'Spin-off' des ESA-Projektes - bis zur Anwendungsreife. Seit Juni vergangenen Jahres ist es in einem Pilotprojekt im Chemiepark Bitterfeld zur Qualitätssicherung bei der Zeolithherstellung im Einsatz. Wie das einjährige "Anwendungsjubiläum" stilecht mit einer Ressourcen schonenden energetischen Anwendung gefeiert werden kann, steht auch schon fest. Prof. Schwieger: "Werden Zeolithe in eine speziell präparierte Isolierschicht eingebracht, so lässt sich damit Bier auch stromlos kühlen. Ein selbstkühlendes Bierfass gibt es bereits."

### Kontakt:

Prof. Dr. Wilhelm Schwieger  
Lehrstuhl für Technische  
Chemie I  
Tel.: 09131/85-28910  
schwieger@  
tc.uni-erlangen.de

**Ob ein potentiell schädlicher Stoff die Gesundheit des Menschen bedroht, lässt sich ohne den Nachweis der Konzentration im menschlichen Organismus nicht sagen. Das Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg (Direktor: Prof. Dr. Hans Drexler) hat einen Durchbruch auf diesem Gebiet zu verzeichnen. Unter der Leitung von Prof. Dr. Jürgen Angerer ist es erstmals gelungen, einem allgegenwärtigen und als gefährlich eingestuften "Weichmacher", der unter anderem die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen kann, anhand von Stoffwechselprodukten auf die Spur zu kommen, die im menschlichen Körper gebildet werden. Die erste Anwendung der neuen Untersuchungsmethode stimmt bedenklich: in einer Testgruppe wies ein Drittel der Personen Dosen der Substanz auf, die deren Vorsorgewert überschreiten.**

Diethylhexylphthalat (DEHP) gehört zur Stoffklasse der Phthalate, die Kunststoffen ihre Elastizität verleihen. Im Alltag einer modernen Gesellschaft sind solche Weichmacher überall zu finden. Haushaltsgeräte, Lebensmittelverpackungen, Kunststoffbeläge, Körperpflegeprodukte, Lösungsmittel - die Liste der Gegenstände, die Phthalate enthalten, ließe sich lange fortsetzen. Bei weitem der wichtigste Kunststoff-Weichmacher ist DEHP. Allein in Deutschland werden jährlich etwa 250.000 Tonnen produziert.

Von höchster umweltmedizinischer Bedeutung ist dies, weil DEHP unter den Phthalaten auch die größte toxische Wirksamkeit aufweist. Besonders ausgeprägt sind die hormonähnlichen Wirkungen. Das US-amerikanische Centre for the

evaluation of risks to the human reproduction (CERHR) stuft DEHP als "ernsthaft bedenklich für die menschliche Fortpflanzung" ein. Vor allem die Fortpflanzungsfähigkeit von Männern kann gefährdet sein. Außerdem hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft dem DEHP in diesem Jahr bescheinigt, dass es das Krebswachstum begünstigt.

Die Frage nach der Gesundheitsgefährdung durch DEHP kann aber nur beantwortet werden, wenn man weiß, wie viel der Mensch von dieser Substanz aufnimmt. Allein die Dosis macht eine chemische Substanz zum Gift. Bisher war es nicht möglich, diese Substanzen oder ihre Stoffwechselprodukte im menschlichen Körper störungsfrei zu bestimmen. Da Phthalate überall auftreten, sind Verunreinigungen der Proben schwer zu vermeiden. Um zu klären, welche Phthalatmengen im menschlichen Körper tatsächlich anzutreffen sind, förderte die Deutsche Forschungsgemeinschaft ein Forschungsvorhaben an dem Erlanger Institut. Holger Koch, Doktorand des Instituts für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin und staatlich geprüfter Lebensmittelchemiker, hat das Projekt mit großem Erfolg bearbeitet.

Gelöst wurde die diffizile Aufgabe, indem im menschlichen Urin Stoffwechselprodukte des DEHP erfasst wurden, die erst im Organismus entstehen. Diese Produkte können nicht "von außen" in die Urinproben gelangen, was falsche Ergebnisse ausschließt. Allerdings war es für diese Vorgehensweise nötig, solche Metaboliten zunächst im Labor herzustellen. Die Synthese der Stoffwechselprodukte ist im Rahmen des Forschungsprojekts ebenfalls zum ersten Mal gelungen.

### Kinder besonders gefährdet ?

Mit Hilfe der Standardsubstanzen und unter Einsatz einer neu erarbeiteten analytischen Methode sind 85 Personen aus der Allgemeinbevölkerung untersucht worden. Für ein Drittel der Untersuchten wurden DEHP-Mengen festgestellt, welche die sogenannte reference dose (RfD) überschreiten. Die Referenzdosis ist ein von der Umweltbehörde der USA aufgestellter Wert, der aus Gründen der gesundheitlichen Vorsorge nicht überschritten werden sollte. "Dieses umweltmedizinische Ergebnis verdient um so mehr Beachtung, als damit zu rechnen ist, dass manche Bevölkerungsgruppen, darunter vor allem Kinder und Kleinkinder, noch größere DEHP-Mengen aufnehmen", konstatiert Prof. Angerer. Gleiches gilt für Dialysepatienten, Plasmaspenden und alle, die besonders intensiven Kontakt mit Kunststoffen haben.

Auf der Tagung der "Gesellschaft für Hygiene und Umweltmedizin" und der "International Society for Environmental Medicine" Ende September 2002 in Greifswald hat Projektbearbeiter Holger Koch die Untersuchungsergebnisse vorgestellt. Der uneingeschränkten Aufmerksamkeit der versammelten umweltmedizinischen Sachverständigen konnte er dabei sicher sein.

### Kontakt:

Prof. Dr. Jürgen Angerer  
Tel.: 09131/85-2 6131  
angerer@asumed.  
med.uni-erlangen.de

Metastasenbildung beim Dickdarmkarzinom

## Anpassungsfähige Tumorzellen

Wenn Krebszellen sich vom Tumor lösen und auf Wanderschaft gehen, haben sie viele der ursprünglichen Eigenschaften des Gewebetyps verloren. Werden sie anderswo im Körper erneut sesshaft, ist zum Teil eine rückläufige Entwicklung zu beobachten. Untersuchungen von Gewebeproben, die Patienten mit Dickdarmkrebs entnommen wurden, ließen Prof. Dr. Thomas Kirchner und PD Dr. Thomas Brabletz vom Pathologisch-Anatomischen Institut darauf schließen, dass Zellentartung nicht immer geradlinig verläuft. Ein Protein, das dabei mehrfach die Rolle wechselt, könnte Hinweise liefern, was sich gegen Metastasen unternommen lässt.

Über viele Stufen führt der Weg von der funktionstüchtigen, differenzierten Zelle zum unkontrolliert wuchernden Abkömmling. Am Beispiel des kolorektalen Karzinoms kann gut nachvollzogen werden, wie die Zellstruktur sich nach und nach verändert, wenn auf gutartige Polypen die in ihrem Wachstum immer weniger gezeigten bösartigen Tumoren folgen, bis die Invasion in andere Gewebe einsetzt und Tochtergeschwulste entstehen.

Den Zellen des Primärtumors ist ihre Herkunft aus der Darmzellwand deutlich nachzuweisen. An der Invasionsfront, wo der Feldzug in angrenzende Körperregionen beginnt, sind die meisten Charakteristika dieses Zelltyps allerdings verloren gegangen. Die Struktur der "Eroberer" ähnelt eher Zellen, die für Embryonen typisch und vergleichsweise wenig spezialisiert sind. So weit entspricht der Verlauf den klassischen Vorstellungen von der stetig fortschreitenden Entdifferenzierung von Krebszellen, dem Entgleisen der inneren Ordnung, die Zellen sonst befähigt, ihre je-

weiligen Aufgaben zu erfüllen. Bei der Analyse von Metastasen aus Lymphknoten fanden die Pathologen der Universität Erlangen-Nürnberg jedoch wider Erwarten Auffälligkeiten, die gegen eine kontinuierlichen Entwicklung sprachen. Die Zellen aus den Tochtergeschwulsten glichen mehr denen des Ursprungstumors als den ausschwärmenden Invasoren. Sie hatten einige Eigenschaften des Dickdarmepithels wiedergewonnen. Das Modell eines irreversiblen Entartungsprozesses ist demnach nicht haltbar.

### Bruch der Verankerung

Außer auf Beobachtungen basiert dieses Modell auf der Annahme, dass im Genom von Krebszellen aufeinanderfolgende Mutationen angehäuft werden. Solche Veränderungen könnten nicht rückgängig gemacht werden. Die Erlanger Pathologen gehen stattdessen davon aus, dass Tumorzellen auf Informationen reagieren, die sie aus ihrer Umgebung erhalten. Dies würde ihnen einen dynamischen Wandel erlauben.

Als Motor des Wandels fungiert nach dem jetzigen Wissensstand das Zellprotein Beta-Catenin. In gesunden Zellen sorgt es wie ein Verschlusskasten für den Zusammenhalt des Epithels, gemeinsam mit Kontaktmolekülen, die wie Ösen darauf passen. Die Verankerung von Haken und Ösen zwischen den Membranen benachbarter Zellen kommt bei Dickdarmkrebs nicht zustande. Stattdessen wird Beta-Catenin zum krebsfördernden Faktor. In Tumorzellen an der Invasionsfront taucht das Protein im Zellkern auf und steuert Gene, die das Wandern begünstigen. Die Kontaktmoleküle sind in solchen Zellen kaum mehr zu finden. Anders sieht es in Zellen von Metastasen des Dickdarmkarzinoms aus: Kon-

taktmoleküle sind in der Zellwand wieder reichlich vorhanden, und Beta-Catenin hält sich im Plasma statt im Kern der Zellen auf.

Eine Erklärung für diese gegenläufige Entwicklung ist, dass Beta-Catenin im Zellkern zwar die Beweglichkeit der Tumorzellen fördert, in großen Mengen jedoch die Teilung zum Erliegen bringt. Es muss einen anderen Platz zugewiesen bekommen, damit das Wachstum der Krebszellen nach der erneuten Ansiedlung ungehindert weitergehen kann. Wenn dies bestätigt wird, erweisen sich Dickdarm-Tumorzellen als höchst anpassungsfähig und, je nach Stadium der Ausbreitung, zum eigenen Vorteil wandelbar. Am Pathologisch-Anatomischen Institut wird nach den zellinternen Signalen gefahndet, welche die Umsiedlung von Beta-Catenin in Gang setzen. Hier könnten Anknüpfungspunkte für Therapiemethoden liegen, die der Metastasierung von Dickdarmkarzinomen Einhalt gebieten.

#### Kontakt:

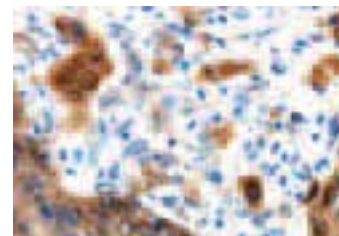
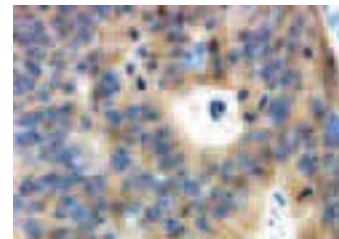
Prof. Dr. Thomas Kirchner  
Tel.: 09131/85-22286  
thomas.kirchner@patho.imed.  
uni-erlangen.de

Radiochemotherapie gegen Pankreaskopfkarzinome

## Unterstützende Behandlung

**Karzinome am Kopf der Bauchspeicheldrüse sind in hohem Maße lebensbedrohlich. Am Universitätsklinikum wird versucht, die Behandlungsergebnisse zu verbessern, indem der operativen Therapie in bestimmten Fällen eine Kombination aus Bestrahlung und Chemotherapie vorangestellt wird.**

Die Chirurgische Klinik (Direktor: Prof. Dr. Werner Hohenberger) hat in Kooperation mit der Klinik für Strahlentherapie



Mikroskopische Darstellung der Struktur und Lokalisation von Beta-Catenin (braune Färbung) in Dickdarmkarzinomen. Von oben nach unten: Organisierte Tumorzellen mit membranösem Beta-Catenin im Primärtumor; Ablösen von einzelnen Tumorzellen oder kleinen Tumorzellgruppen mit nukleärem Beta-Catenin (Pfeil) an der Invasionsfront; Reorganisation von Beta-Catenin an die Zellmembran in der Metastase.

Abbildung: Institut für Pathologie

(Direktor: Prof. Dr. Rolf Sauer) eine Studie konzipiert, in der diese Möglichkeit überprüft wird.

Das Finanzierungsvolumen in Höhe von 350.880 Euro tragen die Deutsche Krebshilfe und die Deutsche Krebsgesellschaft. 14 Universitäten und Großkliniken nehmen teil.

Kontakt:  
Dr. Thomas Meyer  
Tel.: 09131/85-33201

Kooperation mit Utrecht zum Einsatz von IgA-Antikörpern in der Tumorthherapie

## Zielscheiben für Zellattacken

Dass der häufigste Typus von weißen Blutzellen, die Gruppe der Granulozyten, vor allem in der Abwehr von Infektionen durch Bakterien eine wichtige Funktion übernimmt, ist gut belegt. Aus jüngerer Zeit datiert die Erkenntnis, dass sie außerdem fähig sind, Tumorzellen zu zerstören, wenn diese mit ausgewählten Antikörpern beladen sind. Untersuchungen in Arbeitsgruppen an der Medizinischen Klinik III (Direktor: Prof. Dr. Joachim R. Kalden) und der Universität Utrecht zeigen, wie Granulozyten zu Angreifern gegen Krebszellen werden, und weisen nach, dass bestimmte Arten von Antikörpern die-

sen Prozess mit mehr Erfolg einleiten als andere, welche derzeit in der Therapie bevorzugt werden. Die Forschungen, die potentiell für die klinische Anwendung bedeutsam sind, werden in einem dreijährigen DFG-Projekt weiter verfolgt.

Monoklonale Antikörper sind gentechnisch hergestellte Eiweißmoleküle, denen in der Behandlung von Tumoren eine zunehmend größere Rolle eingeräumt wird. Sie erkennen typische Oberflächenstrukturen auf krankhaft veränderten Zellen, lagern sich an diese Antigene an und setzen damit weitere Immunreaktionen in Gang. Funktionell bestehen Antikörper aus

einem variablen Anteil, der für die Erkennung unterschiedlicher Zielmoleküle verantwortlich ist, und einem konstanten Anteil, der die Interaktion mit dem Immunsystem vermittelt.

Die Sicherheit, mit der Antikörper Tumorzellen identifizieren und als Zielscheiben für Attacken des Abwehrsystems kennzeichnen, lässt unangenehme Nebenwirkungen einer Therapie geringer ausfallen. Zugleich haben sie ihre Wirksamkeit speziell im Kampf gegen bösartige Lymphknoten-erkrankungen erwiesen. Gegen das CD20 Antigen, das entartete B-Zellen an ihrer Oberfläche tragen, wird bereits ein Antikörper regulär eingesetzt; andere befinden sich in der Testphase.

Um die Chancen besser nutzen zu können, die Antikörper der Krebstherapie bieten, werden Abläufe, die in der Auflösung von Tumorzellen münden, intensiv untersucht. Wichtig ist dabei, dass offenbar verschiedenartige Zellpopulationen von Antikörpern zur Aktion veranlasst werden.

### Auf Zerstörung programmierbar

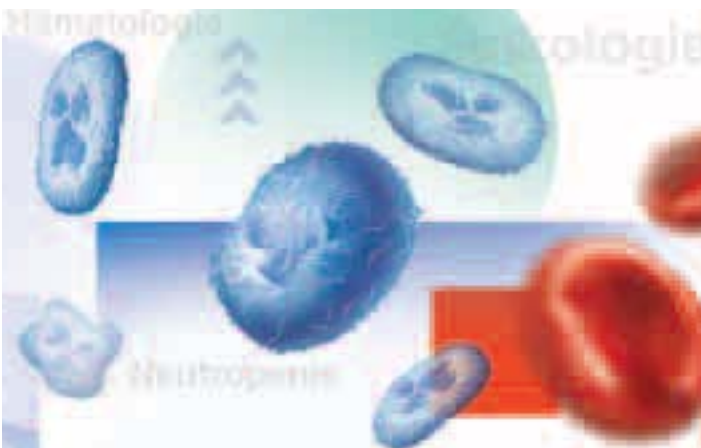
Zu den als Effektoren bezeichneten Leukozyten, die von Antikörpern "eingefangen" und auf Tumorzellen angesetzt werden können, zählen außer Natürlichen Killerzellen und dem System der festsitzenden und mobilen "Fresszellen" auch die neutrophilen Granulozyten und damit über 90 Prozent der Granulozyten im menschlichen Blut. Ihre zusätzlichen Fähigkeiten sind durch die deutsch-niederländische Zusammenarbeit nachgewiesen worden. Die Erlanger Gruppe wird von Dr. Thomas Valerius und Dr. Roland Repp geleitet, in Utrecht hat Prof. Dr. Jan van de Winkel die Führung. Innerhalb dieser en-

gen Kooperation ist es Michael Dechant von der Medizinischen Klinik III gelungen, weitere Details zu finden.

Demnach werden Granulozyten in der Zerstörung von Tumorzellen aktiver, wenn Antikörper vom Typ IgA vorhanden sind, als in Anwesenheit von IgG-Antikörpern, die klinisch überwiegend eingesetzt werden. Die gentechnisch hergestellten Antikörper erkannten das gleiche Zielantigen auf den Tumorzellen, unterschieden sich aber im sogenannten Isotyp ihrer konstanten Anteile. Letztere beeinflussen wesentlich die Interaktion mit zellulären Rezeptoren. Zugleich haben sie Bedeutung für die Verteilung und die Halbwertszeit von Antikörpern, also deren Zahl und Verweildauer im Organismus.

In dem DFG-geförderten Projekt wollen beide Gruppen nun IgA-Antikörper gegen weitere Zielantigene auf B-Zellen herstellen und untersuchen, inwiefern sie die Auflösung maligner Zellen beschleunigen. Zudem sollen natürliche IgA-Dimere und rekombinantes sekretorisches IgA hergestellt werden, zwei spezielle IgA-Isoformen, die es für IgG-Antikörper nicht gibt. Dimere Antikörper führen zu einer stärkeren Kreuzvernetzung von Zielantigenen, wodurch der programmierte Zelltod, die Apoptose, in Tumorzellen effektiver eingeleitet werden kann als durch monomere Antikörper. Neben den Tests im Reagenzglas sind erste Untersuchungen an transgenen Mäusen geplant, die den menschlichen IgA-Rezeptor CD89 in sich tragen.

**Kontakt:**  
PD Dr. Thomas Valerius  
Medizinische Klinik III  
Tel.: 09131/85-33434  
thomas.valerius@  
med3.imed.uni-erlangen.de



## Intelligente Medikamente...

... machten AMGEN zum größten  
Biotech-Unternehmen der Welt.

Die in Kalifornien beheimatete Firma gehört zu  
den Pionieren der industriellen Biotechnologie.

AMGEN entwickelt, produziert und vertreibt  
biopharmazeutische Produkte.

**AMGEN GmbH**  
Hanauer Straße 1  
80992 München  
www.onkologie.de

**AMGEN**  
Onkologie

Herstellungsverfahren für Arzneimittel aus proteinbeladenen Teilchen

## Sprühtrocknung hält Proteinpulver in der Therapie aktiv

**Wenn die Diät nicht hilft, haben Diabetiker keine Wahl. Ob ihnen vor der Nadel graut, ob sie jeden Einstich als schmerzhaft empfinden - sie müssen sich an die Spritze gewöhnen. Nur so kann das Insulin, das ihren Blutzuckerhaushalt in Ordnung hält, wirksam werden. Werden Protein-Arzneimittel auf andere Weise verabreicht, geht ihre Aktivität vor dem Ziel verloren. In der Sprühtrocknung von Proteinpulvern, die als feinste Partikel über die Lungen oder die Haut zum Wirkungsort gelangen können, wird am Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie von Prof. Dr. Geoffrey Lee ein Verfahren erforscht, das Eiweißmoleküle stabilisiert und für therapeutische Zwecke effektiv erhält.**

Als Wirkstoff von Medikamenten müssen Proteine im zentralen Kreislauf biologisch aktiv werden. Tabletten oder Kapseln zu schlucken, scheidet in diesem Fall aus. Der Magen ist darauf eingerichtet, Eiweiß zu verdauen, und zerlegt therapeutische ebenso wie andere Proteine. Hüllen als Trägersysteme schützen davor nicht hundertprozentig. Außerdem können intakte Proteine die Magenschleimhaut nur schwer passieren. Weniger als ein Prozent einer mündlich eingenommenen Dosis von Insulin, Interferonen, Immunglobulinen oder Wachstumshormonen erfüllt die Funktion, für die sie gedacht ist.

Obwohl sie vielen Patienten unangenehm und dazu in Produktion und Anwendung teuer ist, bleibt für die 60 therapeutischen Proteine auf dem deutschen Markt bisher nur die Spritze. Die intensive Suche nach Alternativen mündete zum einen in Systemen, die den Wirkstoff nach und nach freigeben, so dass er seltener verabreicht werden muss. Zum an-

deren wurden neue Applikationswege erschlossen. Über Nase und Lungen können Pulver inhaliert werden. Nadelfreie Injektionssysteme, die mit Druckluft oder Federmechanik arbeiten, bringen therapeutische Substanzen in die Haut ein. Die chemische und physikalische Stabilität von Proteinen bleibt jedoch ein Problem. In den Prozessen zur Herstellung von Arzneimitteln und nach der Freisetzung im Körper drohen die Moleküle entfaltet und denaturiert zu werden.

"Trägersystem und Verabreichungsweg müssen für eine effiziente Therapie gut aufeinander abgestimmt sein", stellt Prof. Lee fest. Um feine, stabile Proteinpartikel zu erzielen, die sich gut in den Lungenbläschen ablagern, ist die Sprühtrocknung nach den Untersuchungen am Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie besonders geeignet. Mittels Sprühgefrieretrocknung, einem

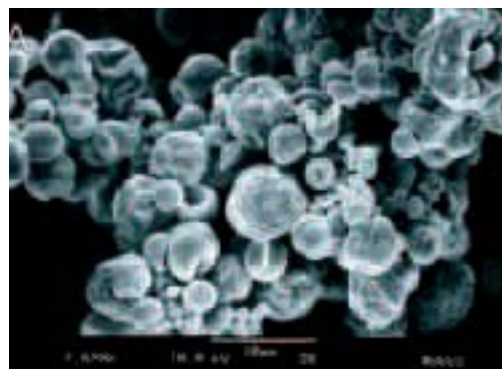


Abb.1: Die sprühtrockneten Pulverteilchen wurden bei 150°C hergestellt. Der mittlere Teilchendurchmesser beträgt etwa 7 µm. Rasterelektronenmikrographien: Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie

Verfahren, das ebenfalls zum Stabilisieren von Proteinen verwendet wird, werden in Erlangen Proteinpulver für nadelfreie Injektionssysteme gewonnen.

Stabiler werden die Proteine durch Hilfsstoffe, die sich mit den Molekülen verbinden und nach der Trocknung einen Zustand einnehmen, der mit Glas vergleich-

bar ist. Die Sprühtrocknung einer wässrigen Protein-Hilfsstoff-Lösung findet bei über 100° C statt. Die Lufttemperatur steuert den Feuchtigkeitsgehalt der Pulverteilchen. Mehr Wärme inaktiviert mehr Protein, ergibt jedoch Pulver, die sich besser halten. Ein Sprühtröpfchen mit 10 mm Durchmesser braucht zum Trocknen nicht einmal eine Sekunde, was dazu beiträgt, dass Proteine trotz der Temperaturen kaum zersetzt werden.

### Große Grenzflächen

Solange der Turm des Sprühtrockners von feinem Tröpfchennebel erfüllt ist, sind die Grenzflächen zwischen Luft und Flüssigkeit groß. Unter diesen

Umständen entstehen in der kurzen Zeit zwischen Zerstäuben und Trocknen Protein-Aggregate, Verbindungen, die den Verlust von Aktivität bedeuten. Im getrockneten Teilchen bleiben die Aggregate bestehen. Detaillierte Analysen zum Grenzflächenverhalten von Proteinen und zum Aggregatzustand im Pulverteilchen helfen bei der Suche nach Maßnahmen, die diese Tendenz begrenzen.

Nadelfreie Pulverinjektoren sind besonders geeignet, Impfstoffe in die Haut einzubringen. Das Team von Prof. Lee hat einen Prozess der Sprühgefrieretrocknung entwickelt, der proteinbe-

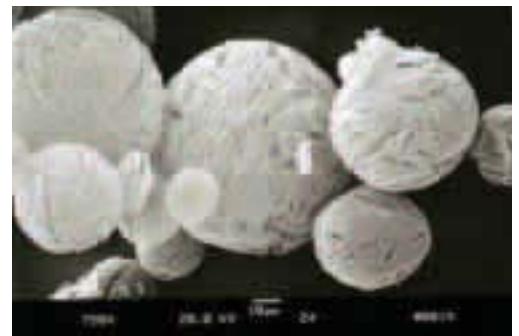


Abb.2: Sprühgefrieretrocknete Partikel sind größer als durch Sprühtrocknung entstandene Teilchen. Die Einfriergeschwindigkeit verursacht hohe Porosität.

ladene Teilchen in geeigneter Größe und Dichte für solche Systeme herstellt. In ein Bad mit flüssigem Stickstoff oder Propan wird eine wässrige Lösung des Proteins plus glasbildendem Hilfsstoff versprüht, die zu fein verteilten Tröpfchen gefriert. Bei der anschließenden Gefrieretrocknung entstehen Pulver mit sehr poröser Partikelstruktur. Aktivitätsverlust durch Aggregatbildung kann durch einen Träger vermindert werden. Bei sehr raschem Einfrieren zeigt sich, anders als bei regulärer Gefrieretrocknung, keine Aggregation - ein Ergebnis, das die Forscher überrascht und noch weiter analysiert werden muss.

Andere Schritte im Prozess der Sprühtrocknung, die zur Entfaltung und Inaktivierung führen können, werden ebenfalls eingehend untersucht. Am Lehrstuhl für Strömungsmechanik von Prof. Dr. Franz Durst ist ein "Single Drop Drying Levitator" entwickelt worden, der Feinheiten sichtbar und messbar macht. Ein einzelnes Sprühtropfchen, das zum Pulverpartikel trocknet, kann damit direkt beobachtet und in seinem Verhalten quantitativ bestimmt werden.

**Kontakt:**  
Prof. Dr. Geoffrey Lee  
Tel.: 09131/85-29552  
lee@pharmtech.uni-erlangen.de

Implantation als Behandlungsalternative zu Psychopharmaka

## Nervus Vagus Stimulator: Wenn die Therapie bei Depressionen versagt

Das Gerät misst rund fünf Zentimeter und ist einen Zentimeter dick. Nach dem Einsetzen in die linke Brustmuskulatur bleibt nur eine winzige Narbe zurück. Ein kleiner minimal invasiver Eingriff mit großem Erfolg für Patienten mit Depressionen. Die Rede ist von einem so genannten Nervus Vagus Stimulator, der an der Erlanger Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie (Direktor: Prof. Dr. Johannes Kornhuber) in Zusammenarbeit mit der Neurochirurgischen Universitätsklinik (Direktor: Prof. Dr. Rudolf Fahlbusch) erstmals in Süddeutschland eingesetzt wurde.

Für Patientinnen und Patienten stehen eine Vielzahl von Therapien zur Behandlung der verschiedenen Depressionsformen von der Psychotherapie über die Pharmakotherapie bis zur Lichttherapie und Bewegungstherapie bereit. Manchmal schlagen all diese Behandlungsversuche jedoch fehl. Hier bringt der Nervus Vagus Stimulator neue Hoffnung. Mit ihm wird der Nervus Vagus, der größte vegetative Nervenast des Menschen, stimuliert. Er verläuft vom Gehirn über das Herz bis zum Magen und ist im Gehirn mit wesentlichen Schalt-

zentralen verbunden, so auch mit dem Bereich, der für die Regulierung der Gefühle zuständig ist. Der linke Nervus Vagus wird über den implantierten Stimulator direkt elektrisch gereizt. Damit wird genau der Teil des Gehirns angeregt, die Stoffe auszuschütten, deren Mangel die Depression ausgelöst hat und die sonst über Psychopharmaka reguliert werden müssten.

Das Verfahren der Nervus Vagus Stimulation wurde in Deutschland bislang nur in wenigen Zentren angewandt. In Erlangen kann diese neue Behandlungsmethode an der Psychiatrischen Universitätsklinik nun als wirkungsvolle Alternative zu herkömmlichen Methoden in der Depressionsbehandlung angeboten werden. "Vor dem Hintergrund der Lebensgefährdung und des tiefen Leidens, das eine schwere therapieresistente Depression verursacht, stellt die Nervus Vagus Stimulation eine neue Hoffnung für Betroffene dar," zeigt sich PD Dr. Wolfgang Sperling überzeugt, der mit seinem Team das Verfahren bei depressiven Patienten in Erlangen eingeführt hat.

Der Nervus Vagus Stimulator wird in der Höhe des linken Brustmuskels unter der Haut eingesetzt. Vergleichbar mit ei-

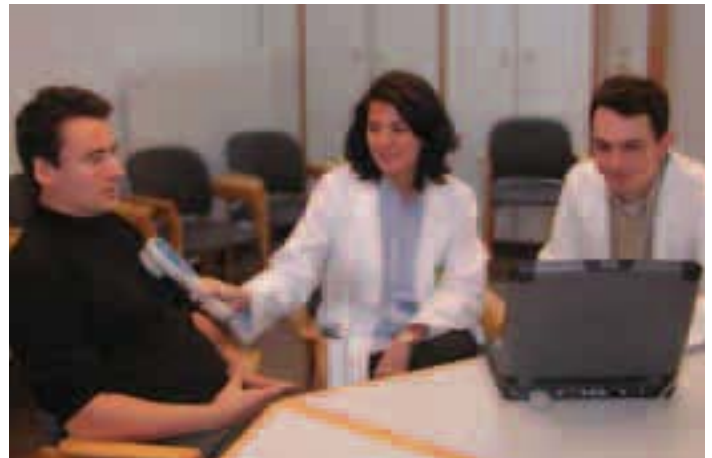


Abb.2: Das Team von PD Dr. Wolfgang Sperling (li.) demonstriert die Einstellung des Stimulators auf die Bedürfnisse des Patienten. Dr. Barbara Beyer hält die so genannte Programmierwand auf den Einsetzpunkt des Stimulators. Dr. Thomas Hillenmacher nimmt über eine spezielle Software die Einstellung vor. Foto: Pressestelle

nem Herzschrittmacher hat er einen Durchmesser von fünf Zentimetern und ist nur rund einen Zentimeter dick. Von dort aus wird ein feiner Draht zum Nervus Vagus geführt, so dass von dem Stimulator Impulse ausgeübt werden können, die direkt in das Gehirn weitergeleitet werden. Die Operation ist relativ unkompliziert, der Krankenhausaufenthalt beträgt in der Regel zwei Tage. Üblich ist allerdings ein Aufenthalt in der Psychiatrie, um die antidepressive Wirksamkeit genau beobachten zu können.

Durchschnittlich alle fünf Minuten wird der Nerv für etwa 30 Sekunden stimuliert. "Die Stromstärke und die Impulsrate können mit Hilfe einer Steuer- software und der so genannten 'Programmierwand' jederzeit variiert und an den jeweiligen Patienten genau angepasst werden", erläutert Dr. Sperling.

Die elektrische Reizung des Nervus Vagus ist aus der Epilepsiebehandlung bekannt. Weltweit wurden mehr als 16.000 Patienten behandelt. Im Rahmen von Depressionsbehandlungen wurde sie an rund

400 Patienten erprobt - mit Erfolg! Bereits nach achtwöchiger Behandlung zeigten sich bei chronisch Depressiven erste Besserungen. In der Langzeittherapie traten nach einem Jahr bei 30 Prozent der Behandelten keine Anzeichen für Depressionen mehr auf. Die Lebensqualität der allermeisten Patienten steigt deutlich.

Ein weiterer Vorteil: Die Nebenwirkungen sind gering. Dr. Sperling: "Die Patienten klagen zu Beginn nur über Heiserkeit. Zudem kommt es zu keiner Interaktion mit anderen Medikamenten." Auch sei der Eingriff selbst letztlich zielgenauer als die Einnahme von Psychopharmaka, die auf den gesamten Organismus wirken. Je nach Simulationsstärke ist nach acht bis zehn Jahren eine Erneuerung der Batterie notwendig.

**Kontakt:**  
PD Dr. Wolfgang Sperling  
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie  
Tel.: 09131/85-36194  
wolfgang.sperling@psych.imed.uni-erlangen.de



Abb.1: Das ca. 5 cm messende Stimulationsgerät wird, wie in der Röntgenabbildung ersichtlich, in Höhe des linken Brustmuskels eingesetzt.

Fotos: Klinikum

Grundlagen und Vorbedingungen der tiergestützten Therapie

## Freunde, Opfer, Assistenten

**Enge Vertrautheit mit einem Kameraden aus dem Tierreich und Grausamkeit gegen Tiere müssen einander nicht ausschließen. Kinder und Jugendliche können äußerst widersprüchlich mit Tieren umgehen, vor allem, wenn sie selbst Misshandlungen erfahren haben, wie Dr. Andrea Beetz am Institut für Psychologie in einer Untersuchung über jugendliche Straftäter in Kalifornien nachgewiesen hat. Trotz der zwiespältigen Rolle als Freunde und Opfer oder vielleicht gerade deswegen versprechen Tiere als Assistenten Erfolge in der Behandlung von schweren Verhaltens- und Persönlichkeitsstörungen.**

Tiergestützte Therapie weckt in Deutschland erst in jüngster Zeit mehr Aufmerksamkeit. In den USA dagegen befassen sich Psychologen schon länger mit dieser Thematik. Das Interesse an Mensch-Tier-Beziehungen hatte die Erlanger Studentin Andrea Beetz deshalb in

die Vereinigten Staaten geführt, wo sie, ein Jahr an der University of California, Davis, verbrachte und am Center for Animals in Society Erfahrungen sammelte. Die damaligen Studien bildeten die Grundlage für ihre von Prof. Dr. Erhard Olbrich betreute Dissertation, die verschiedene Aspekte der emotionalen Bindung von Menschen an Tiere aufgreift und theoretisch untermauert. Ein Doktorandenstipendium der Universität Erlangen-Nürnberg und zusätzliche Förderung durch den DAAD und die Oskar-karl-Forster-Stiftung halfen, die Doktorarbeit zu vollenden.

Teil der Dissertation ist die Studie über 13- bis 18jährige, die wegen sexueller Vergehen in einer geschlossene Einrichtung in Kalifornien untergebracht waren, und über deren Erfahrungen mit Tieren. Die Ambivalenz ihrer Kontakte zu Tieren zählt zu den auffälligsten Ergebnissen, doch der hohe Anteil positiver Erlebnisse ist ebenfalls überraschend. Von den 27 männlichen Jugendlichen, die Fragebögen beantworteten, hatten 25 schon einmal ein Tier besessen, und 20 waren zum Zeitpunkt der Untersuchung Eigentümer von Tieren. Mehr als die Hälfte hatte in schwierigen Zeiten Trost in der Gesellschaft von Hund, Katze oder Meerschweinchen gefunden. Knapp die Hälfte fand es manchmal

leichter, mit Tieren zu sprechen als mit Menschen - ein Umstand, der in Zusammenhang damit gesehen werden muss, dass etwa ebenso vielen Befragten körperliche Misshandlungen und emotionaler oder sexueller Missbrauch widerfahren waren.

Tierquälerei war den Jugendlichen andererseits keineswegs fremd. Zwölf von ihnen erinnerten sich daran, beobachtet zu haben, wie Tiere misshandelt wurden, in einem Viertel der Fälle von Verwandten oder Bekannten. Zehn gaben zu, dass sie selbst ein Tier absichtlich verletzt oder getötet hatten; sechs berichteten von Kämpfen, zu denen sie Hunde aufgereizt hatten. Ein Großteil dieser Handlungen geschah in Gegenwart anderer, so dass als naheliegendes Motiv der Wunsch gelten kann, Kameraden zu beeindrucken und vor ihnen keine Schwäche zu zeigen.

Selbst erlebtes Leid an andere Lebewesen weiterzugeben, kommt als zweiter möglicher Aspekt hinzu, denn die Bereitschaft, Tiere zu quälen, war bei körperlich misshandelten Jugendlichen deutlich erhöht. Ob ein Tier den eigenen Kummer lindern können, spielte hier keine Rolle: solche Erfahrungen hielten nicht davon ab, andere Tiere grausam zu behandeln. Dennoch waren viele der jugendlichen Straftäter offensichtlich in der Lage, eine dauerhafte, enge und von Zuneigung geprägte Bindung zu einem Lieblingstier aufzubauen. Als Ergänzung zu konventionellen Massnahmen kommt eine tiergestützte Therapie für diese Gruppe demnach in Frage, sofern sichergestellt ist, dass den Tieren kein Schaden zugefügt wird. Sie könnten das Einfühlungsvermögen anregen, die Selbstbeherrschung stärken und zur Persönlichkeitsentwicklung beitragen.

### Hundespaziergang

### als Krankengymnastik

Tiere sind sehr vielseitige Therapieassistenten. Als Besucher bringen sie Anregung und Geselligkeit zu alten, kranken oder behinderten Menschen. Als Trainer fördern sie bei Spielen und Spaziergängen die Beweglichkeit. Als Gefährten ermuntern sie kontaktscheue oder stark verunsicherte Kinder, sich zu öffnen und Zutrauen zu fassen. Die Hamburger Körper-Stiftung, die Preise für den Import nützlicher sozialer Impulse und Ideen aus den USA nach Deutschland aussetzt, hat 2002 den Einsatz von Andrea Beetz für tiergestützte Therapien mit einer Auszeichnung belohnt. Ihre Kenntnisse vertieft Dr. Beetz derzeit mit Hilfe eines Postdoc-Stipendiums der DFG an amerikanischen und britischen Universitäten.

In einer therapeutischen Beziehung sollten Mensch und Tier gut zueinander passen. Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und der Vorliebe für bestimmte Tierarten zu berücksichtigen, wie sie Dr. Beetz in ihrer Dissertation ebenfalls behandelt hat, kann sinnvoll sein. Unter Studierenden und Mitarbeitern der Universität in Davis beschrieben sich beispielsweise Katzenliebhaber im Vergleich zu Hundefans als aggressiver und weniger unabhängig. Dagegen enthielt die Selbstbeschreibung der "Hundemenschen" nicht das relativ hohe Interesse an Macht, Einfluss und Prestige, das sie unbewusst zu erkennen gaben.

Für den Einzelfall sollten solche Tendenzen jedoch nur als Anregung gewertet werden. Wichtiger zu wissen ist, dass in jeder Partnerschaft von Mensch und Tier, also auch im therapeutischen Zusammenhang, recht ausgeprägte Individuen aufeinander treffen - auf beiden Seiten.

### Kontakt:

Dr. Andrea Beetz  
[andreabeetz@web.de](mailto:andreabeetz@web.de)  
[andrea.m.beetz@gmx.de](mailto:andrea.m.beetz@gmx.de)



Trostspender in Zeiten des Kammers: Hunde können gute Kameraden sein. Foto: Pressestelle

Unterrichtsmaterialien vermitteln neue Kompetenzen in der Altenpflege

## Sensibel für Herkunft aus fremden Kulturen

Was hat die Altenpflege in Deutschland mit Menschen zu tun, die aus anderen Ländern stammen? Sie kehren als Rentner sowieso in ihre Heimat zurück. Oder sie haben intakte Familienstrukturen, von denen sie aufgefangen werden, und können auf professionelle Hilfe verzichten. Derartige Einschätzungen, obwohl teilweise von Fachleuten vertreten, sind kurzsichtig: Migrantinnen und Migranten in wachsender Zahl werden ihren Lebensabend hier verbringen. Sie brauchen fachkundige Pflege und haben Anspruch darauf. Sind die Pflegenden auf diese Klienten nicht vorbereitet, dann sind Missverständnisse und Enttäuschung auf beiden Seiten vorprogrammiert. Das Sozialwissenschaftliche Forschungszentrum (SFZ) hat auf die absehbare Entwicklung reagiert und Unterrichtsmaterialien erarbeitet, die ab Februar 2003 jeder Altenpflegeschule in Bayern zur Verfügung stehen.

Entstanden ist der Plan des Teams um Prof. Dr. Manfred Stosberg während eines Vorläuferprojekts zur Verbesserung der Pflege ausländischer Patientinnen und Patienten in deutschen Krankenhäusern. Für eine Auseinandersetzung der Pflegenden mit dem Thema gab es kaum geeignetes Schulungsmaterial. Diese Erfahrung mündete in der Idee, einen Film zu produzieren, um die Lücke zu schließen. Er sollte informativ sein und zudem die Neugier wecken und die Einfühlung anregen. Im Endprodukt sind Biographien und Interviews mit Expertinnen, Kurzreportagen und Praxisberichte, ergänzende Texte und Unterrichtshilfen, wie Anleitungen zum Rollenspiel, auf einer DVD aufgezeichnet.

Der Dokumentarfilm "Die Wolken, sie ziehen dahin" stellt zum Einstieg die Situation zweier Rentnerpaare in Deutschland vor, von denen eines aus der Türkei, das andere aus Kasachstan zugewandert war. Über zwanzig Minuten werden der Umgang mit Alter und Krankheit, der Weg durch den Dschungel der Pflegeversicherungs-Regelungen und die hinderlichen Verständigungsprobleme auf diesem Weg, der Bedarf an Hilfe und Beratung an Hand der zwei Beispiele geschildert; religiöse Praktiken, kulturelle Besonderheiten, familiäre Netzwerke werden thematisiert und Fragen danach aufgeworfen, was das Herkunftsland den älteren Menschen bedeutet und inwiefern ein Ort, der immer noch fremd, aber trotzdem schon zweite Heimat ist, einen erfüllten und gesicherten Lebensabend versprechen kann.

Ergänzende Kurzfilme beleuchten Themen wie Sprache und Kommunikation, Sterben, Tod und Trauer, die Bedeutung der Religion für Alltag und Pflegepraxis oder typische Migrationsbiographien. Zwei türkische Rentnergruppen in Nürnberg berichten von dem, was sie beschäftigt. Ein Senioren-

"Er erfüllt mir alle Wünsche."



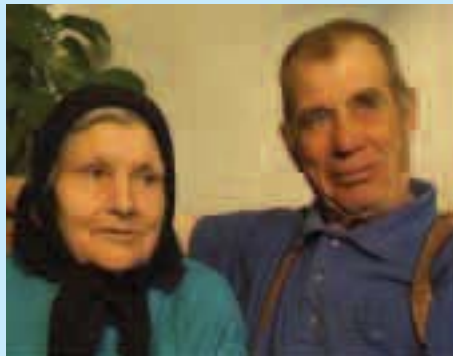
Osman B. (69) kam als Arbeitsmigrant 1969 aus Trabzon an der türkischen Schwarzmeerküste nach Deutschland. Zwei Jahre später holte er seine Frau Mevlüde (71) nach: "Mit einem Gebet auf den Lippen sind wir aus dem Zug gestiegen - wir hatten Hunger, und jetzt habe ich immer noch Hunger." Drei Kinder leben mit ihren Familien in der Türkei, ein Sohn und eine Tochter sind in Deutschland geblieben. Sie besuchen ihre Eltern ab und zu, können den Vater jedoch bei der Pflege der Mutter kaum unterstützen. Osman B., seit sieben Jahren Rentner, pflegt seine gehbehinderte und fast vollständig erblindete Frau. Fotos: transfers-film

zentrum in Duisburg wird als Modell für kultursensible Altenpflege gezeigt. Es geht um Essgewohnheiten, um Vorurteile und Stereotype, um die Grenzen dessen, was mit Gesten, mit Händen und Füßen ausgedrückt werden kann. Die Ausbildung soll den Pflegenden vermitteln, dass negative Gefühle erlaubt und als Ansätze zur Konfliktlösung nutzbar sind, dass andere Normen anzuerkennen nicht heißt, sie zu über-

nehmen, und dass Kompromisse zu finden erlernt werden kann. Die Sensibilisierung für die Lage pflegebedürftiger Migranten hilft diesen und erleichtert die Arbeit des Pflegepersonals.

Zu dem filmischen Material kommen Texte, die vervielfältigt werden können. Der DVD-Datenträger ermöglicht es, auf jeden Film- bzw. Textteil direkt zuzugreifen und themenbezogene Kombinationen herzustellen. Für die Produktion kooperierte das Team, dem Ulrike Krämer und Dr. Gaby Voigt vom SFZ und Johanna Myllymäki-Neuhoff vom Diakonischen Werk Neuendettelsau angehören, mit transfers-film. Das bayerische Arbeits- und Sozialministerium hatte in Abstimmung mit dem Kultusministerium den Auftrag erteilt und die Finanzierung gesichert; Zuschüsse kamen vom Seniorenamt und dem Ausländerbeirat der Stadt Nürnberg.

"Es geht Gott näher zu Dir."



Konrad G. (80) ist mit seiner Frau Margarete (80) am Ende einer langen Reise von der Wolga über Kasachstan vor 13 Jahren in Deutschland angekommen: "Erst hatte ich keinen Gedanken, nach Deutschland zu ziehen. Aber die Leute sind alle nach Deutschland, so mussten wir auch ziehen. Wenn das Wasser losbricht, der Strom, und so sind wir auch mit dem Strom gegangen."

Die vier überlebenden der elf Kinder leben alle in Deutschland. Heute wohnt das Ehepaar in der Familie einer der beiden Töchter, die sie pflegt und versorgt.

**Kontakt:**  
Ulrike Krämer M.A.  
Tel.: 0911/5302-648  
ulrike.kraemer@  
wiso.uni-erlangen.de

Qualitative Untersuchung des Selbstverständnisses von heutigen Frauenbündnissen

## Exklusiv für Frauen: Innenansichten von weiblichen Zusammenschlüssen

**“Mer kenne uns, mer helfe uns”, lautet ein Ausspruch von Konrad Adenauer, der treffend und recht offenherzig wiedergibt, wozu Männer sich verbünden. Zusammenschlüsse von Frauen haben nicht die lange Tradition der Männerbünde, doch gibt es heute eine Vielzahl exklusiv weiblicher Gemeinschaften. Was veranlasst Frauen dazu, sich diesen Gruppen anzuschließen? Kann das ihren Handlungsspielraum erweitern? Erschaffen sie eine eigene, ihnen angemessene Gruppenkultur? Mit solchen Fragen gehen Dr. Renate Liebold und Birgit Maria Hack am Institut für Soziologie auf die Suche nach wesentlichen Aspekten des weiblichen Selbstverständnisses in der modernen Gesellschaft.**

Bis hin zur schlagenden Verbindung existiert inzwischen für jede Form der Geselligkeit, die früher Männern vorbehalten war, ein weibliches Pendant. Dennoch vertreten die Soziologinnen die These, dass weibliche und männliche Zusammenschlüsse nicht einfach analog zueinander gesehen werden können. Zugehörigkeit zu Männerbünden bedeutet seit jeher Zugang zu Prestige, Einfluss und Macht. Neben die politisch-faktische Bedeutung tritt eine symbolische: in allen informellen Strukturen, Ritualen, Hierarchien, Sprachcodes und Bewertungsmaßstäben bestätigen die Verbündeten einander immer wieder, dass sie die richtigen Leute am richtigen Ort sind.

Was Bildung und Beruf angeht, haben Frauen in den letzten Jahrzehnten deutlich aufgeholt. Im öffentlichen Leben jedoch, in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft, ist ihnen die Außenseiterrolle geblieben. Die Selbstverständlichkeit, mit

den Männer Handlungsbefugnisse und Privilegien in Anspruch nehmen, gilt nicht für das weibliche Geschlecht.

Zusammenschlüsse von Frauen haben jedoch deren Selbstbewusstsein und Handlungsfähigkeit gestärkt, ihre Anliegen im Bewusstsein der Öffentlichkeit verankert und zu politischen und gesellschaftlichen Veränderungen geführt. Heutige traditionelle Frauenverbände und -vereine gehen auf die erste deutsche Frauenbewegung im 19. Jahrhundert zurück. Der autonomen feministischen Bewegung der 70er Jahre entstammen gesundheits- und sozialpolitische, wissenschaftliche und künstlerische Projekte und Initiativen.

Dazu kommt in neuester Zeit das weite Spektrum der Frauennetzwerke, die als wirksame Instrumente gelten, weibliche Interessen voranzubringen. Allerdings sind Zusammenschlüsse von Frauen nicht scharf in diese drei Formen zu unterteilen; begriffliche und organisatorische Überschneidungen kommen häufig vor.

### Veraltete Ideale des Feminismus?

Wichtige Forderungen der alten und neuen Frauenbewegung haben in den vergangenen Jahrzehnten den Weg in die Institutionen gefunden. In Bund, Ländern und Gemeinden wie anderswo kümmern sich Gleichstellungs- und Frauenbeauftragte um die Belange eines weiblichen Klientels und fördern frauenspezifische Projekte.

Lehrstühle für Gender-Forschung sind eingerichtet worden. Geschlechtsneutrale Formulierungen gelten als Standard bei Stellenanzeigen, teilweise werden Frauen gezielt zur Bewerbung ermuntert. Quotenregelungen sind zwar umstrit-

ten, doch nichts Ungewöhnliches mehr. Feministische Ideen und Thesen wirken inzwischen leicht angestaubt. Wer sie vertritt, gerät in Gefahr, als verbohrt angesehen zu werden.

### Diskussionen zum Selbstverständnis

Wenn weder die offene Rebellion gegen geschlechtsspezifische Benachteiligung auf den Fahnen steht noch eine Schwesterlichkeit gepflegt wird, die der selbstgewissen Verbrüderung in Männerbünden ähnelt, lässt sich fragen, was Frauen aktuell zur Teilnahme an weiblichen Zusammenschlüssen motiviert. Zu welchen gemeinsamen Positionen finden sie, und inwiefern können sie davon profitieren? Wie thematisieren Frauen heute ihr “Frausein”, ohne von einer wesensmäßigen weiblichen Identität auszugehen? Wie deuten sie gegenwärtig die Beziehungen zwischen sich und dem anderen Geschlecht?

Diese Fragen möchten die Erlanger Soziologinnen von Teilnehmerinnen beantworten lassen. Dazu werden rund zwanzig “exklusiv weibliche” Gruppen, die im gesamten Bundesgebiet ausgewählt wurden, zu Diskussionen angeregt. Im Idealfall wird das Gespräch allein von der Gruppe getragen. Das Forschungsteam gibt weitgehend offene Fragestellungen vor und beschränkt sich darauf, die Diskussionen zu begleiten und ausgesparte Themen aufzugreifen.

Auf diese Weise wollen die Forscherinnen die Binnensicht weiblicher Zusammenschlüsse freilegen. Den Teilnehmerinnen wird viel Raum gelassen, Themen selbst zu wählen und Schwerpunkte zu setzen. Die Sinngehalte, welche die Frauen den Gruppen geben, ihre kollektiv geteilten Deutungen sol-

len möglichst uneingeschränkt zu Tage treten.

Die aufgezeichneten Diskussionen werden in einem mehrstufigen Verfahren interpretiert. Ergänzend werden Selbstdarstellungen in Satzungen, Broschüren und anderen Informationsmaterialien ausgewertet, wodurch zusätzlich die Außendarstellungen der Gruppen berücksichtigt werden können. Gemeinsamkeiten und Unterschiede innerhalb der Frauenbündnisse sollen in eine Typologie gefasst werden, die in qualitativem Sinne gültig ist.

Das Projekt “Weibliche Zusammenschlüsse: Zwischen Solidarität und Interessehandeln” wird auf Antrag von Prof. Dr. Gert Schmidt seit Anfang 2002 am Institut für Soziologie und dem Sozialwissenschaftlichen Forschungszentrum von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Neben den beiden Soziologinnen sind die studentischen Hilfskräfte Larissa Pfaller und Markus Rekkitt an dem Forschungsvorhaben beteiligt.

*Kontakt:*  
*Dr. Renate Liebold*  
*Birgit Maria Hack M.A.*  
*Institut für Soziologie*  
*Tel.: 09131/85-22116*  
*frauennetzwerke@phil.uni-erlangen.de*

Schadstoffausstoß bei der Benzindirekteinspritzung

## Ruß entsteht nicht nur in Dieselmotoren

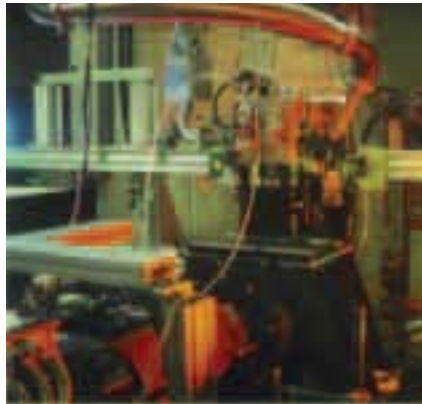
Durch Direkteinspritzung kann der Benzinverbrauch von Ottomotoren nach Einschätzung vieler Experten deutlich gesenkt werden. Wieviel Ruß dieses Verfahren erzeugt, weiß jedoch bisher niemand. Der Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (LTT) der Universität Erlangen-Nürnberg unter der Leitung von Prof. Dr. Alfred Leipertz und die Erlanger ESYTEC Energie und Systemtechnik GmbH, die dieses Problem gemeinsam angehen, erhalten dazu bis zu 611.200 Euro Unterstützung von der Bayerischen Forschungsförderung.

Ein Großprojekt des LTT Erlangen mit sieben weiteren Kooperationspartnern hatte im Jahr 2001 ergeben, dass bei der Verbrennung in Dieselmotoren nicht unbedingt mehr Stickoxide ausgestoßen werden, wenn weniger Ruß entsteht. Neben der Betriebstemperatur ist die Durchmischung wichtig für den Rußanteil, der nicht verbrennt

und als Schadstoff übrig bleibt.

Die Rußproblematik ist auch bei der Benzindirekteinspritzung zu beachten; allerdings liegt der Ausstoß auf deutlich niedrigerem Niveau. Durch die Kombination mehrerer Lasermessverfahren sollen Ursachen und Einflussgrößen erfasst werden. Im Zentrum steht die Absicht, Zusammenhänge zwischen der Rußbildung und der Kraftstoffverteilung zum Zündzeitpunkt bzw. während der Entflammungsphase aufzudecken. Außerdem soll festgestellt werden, ob bei der Verbrennung in Benzinmotoren dieselbe "Schere" klafft, die es erschwert, Stickoxid- und Rußabgabe gleichzeitig zu minimieren.

Das Projekt hat ein Volumen von rund 1,35 Millionen Euro. Rund 165.000 Euro bringt die Firma ESYTEC ein. Die BMW AG



An dem Einzylinder-Transparentmotor können die Vorgänge bei der Direkteinspritzung von Benzin beobachtet werden. Foto: LTT

München steuert 400.000 Euro zur Finanzierung bei, die Robert Bosch GmbH Stuttgart ist mit knapp 160.000 Euro beteiligt.

**Kontakt:**  
Prof. Dr.-Ing. Alfred Leipertz  
Lehrstuhl für  
Technische Thermodynamik  
Telefon 09131/ 85-29900  
sek. @ltt.uni-erlangen.de

Der Euro und die Preise

## Der Ärger steigt

Der Euro bleibt gewöhnungsbedürftig für die Konsumenten und erklärungsbedürftig, was die Preisverhaltensforschung angeht. Zwei Verbraucherbefragungen zu den Folgen der Euro-Einführung, die Gabriele Brambach und Stefanie Kirchberg vom Lehrstuhl für Marketing in zeitlichem Abstand vorgenommen haben, belegen eine wachsende Unzufriedenheit: Die Preise veranlassen zunehmend mehr Ärger als Freude.

Subjektiv hatten die Befragten den Eindruck, die Preise seien generell angestiegen, seit sie mit Euro bezahlten, und sie erwarteten von der Umstellung weitere Teuerungen in der Zukunft. Vielen Verbrauchern ist der Preis seit der Euro-Einführung wichtiger geworden. Sie informieren sich stärker über Preise, wechseln von angestammten Einkaufsstätten zu anderen und kaufen nicht mehr unbedingt die gewohnten Produkte.

Den Preisinformationen des Handels misstrauen die befragten Konsumenten; sie befürchten, dass ihre zeitweilige Unsicherheit mit der neuen Währung ausgenutzt wird, und verlassen sich nur begrenzt auf Preisgarantien. Ein Großteil der Probanden gab an, sich seit Einführung des Euro weniger "zu leisten". Einige haben das Gefühl, ihnen sei das Geld knapp geworden. Anschaffungen werden jedoch nur zum Teil Eurobedingt verschoben.

Zum Preisvergleich greifen die meisten der Befragten auf die Faustregel zurück: sie rechnen einen Euro zu zwei Mark.

**Kontakt:**  
Gabriele Brambach  
Stefanie Kirchberg  
Tel.: 0911/5302-103  
Gabriele.Brambach@wiso.uni-erlangen.de

Rasterfahndung

## Viel Skepsis

Nicht wenige Studierende halten die Rasterfahndung an deutschen Hochschulen für ineffizient, ungerechtfertigt und haben datenschutzrechtliche Bedenken.

Das ergab eine Onlinebefragung von 2.009 Studierenden zur Wahrnehmung und Bewertung der Suche nach "terroristischen Schläfern", die in einem Lehrforschungsprojekt am Lehrstuhl für Soziologie der WiSoFakultät vorgenommen wurde.

**Kontakt:**  
Dr. Reinhard Wittenberg  
Tel.: 0911/5302-699  
reinhard.wittenberg@wiso.uni-erlangen.de

Walnusswälder im Süden von Kirgisistan

## Zwischen Übernutzung und Schutz

Die weltweit einzigartigen natürlichen Walnusswälder in den südlichen Bergen von Kirgisistan beherbergen eine große Vielfalt an Lebensformen und tragen entscheidend dazu bei, den Lebensunterhalt der Bevölkerung zu sichern. Heute sind diese Waldgebiete durch gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklungen bedroht.

Die Zusammenhänge zwischen dem sozio-ökonomischen Wandel und Umweltveränderungen in Süd-Kirgisistan sollen in Feldforschungen herausgearbeitet werden, die vom Institut für Geographie der Universität Erlangen-Nürnberg und

dem Botanischen Institut der Universität Greifswald gemeinsam getragen werden. Die Volkswagen-Stiftung fördert das Vorhaben.

Die Wissenschaftler gehen dem Wechselspiel zwischen Transformation und Umwelt in drei Teilprojekten nach. Zudem werden sich die Projektbeteiligten regelmäßig mit internationalen Experten treffen.

**Kontakt:**  
Prof. Dr. Hermann Kreutzmann  
Dr. Matthias Schmidt  
Tel.: 09131/85-22633, -26680  
hkreutzm@geographie.uni-erlangen.de

Eu-Großprojekt

## Flexible Produktion in der Zellfabrik

Wie können 35.000 bis 40.000 Gene - nicht einmal doppelt so viele, wie sie die Taufleie *Drosophila* aufzuweisen hat - beinhalten, was den menschlichen Organismus ausmacht? Ein Auswahlverfahren stellt genetische Informationen auf unterschiedliche Art zusammen: das so genannte "alternative Spleißen".

Die Systematisierung des Wissens über diesen Vorgang und der Zugang zu diesem Wissen über Datenbanken stehen im Mittelpunkt eines Großpro-

jekts, das von der Europäischen Union mit 2,5 Millionen Euro gefördert und am Institut für Biochemie (Emil-Fischer-Zentrum) koordiniert wird.

Von der Speicherung der Informationen auf DNA-Mikrochips wird ein völlig neues Nachweissystem erwartet. Verändertes alternatives Spleißen kann eine Erkrankung oder die Prädisposition dazu bedeuten.

**Kontakt:**  
*Prof. Dr. Stefan Stamm*  
Telefon 09131/ 85-24622  
[stefan@stamms-lab.net](mailto:stefan@stamms-lab.net)

Neue Methode zur Abkühlung auf tiefste Temperaturen

## Cooler Eisenräder

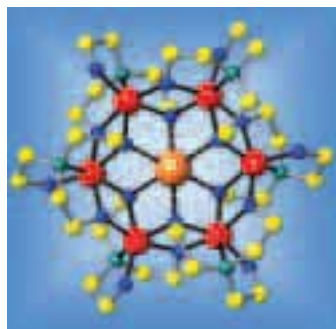
Rund wie ein Rad, magnetisch aufgeladen, extrem kalt und von einer Fangemeinde mit Anerkennung empfangen, sind einige winzige Ringe auf der internationalen Bühne angetreten. Dass ein neues Prinzip der magnetischen Kühlung am Lehrstuhl für Supraleitung von Prof. Dr. Paul Müller erfolgreich angewendet wurde, hat die Aufmerksamkeit der Fachwelt erregt.

Zur Abkühlung auf wenige Millikelvin, also auf Temperaturen, die minimal über dem absoluten Nullpunkt liegen, wird in der Tieftemperaturphysik ein magnetisches Feld angelegt und dann langsam und vorsichtig abgeschwächt. Die Erlanger Physiker schlugen den umgekehrten Weg ein: sie erzielen eine Abkühlung, indem sie das Magnetfeld erhöhen.

Demonstriert wurde die Methode an Molekülen, deren Grundstruktur von sechs ringförmig miteinander verbundenen Eisenatomen vorgegeben wird. Die Miniatur-Eisenräder wurden am

Institut für Organische Chemie in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Rolf Saalfrank synthetisiert. Unter <http://www.pi3.physik.uni-erlangen.de/mueller> sind weitere Details abrufbar.

**Kontakt:**  
*Prof. Dr. Paul Müller*  
Physikalisches Institut  
Tel.: 09131/ 85-27272  
[pjm@physik.uni-erlangen.de](mailto:pjm@physik.uni-erlangen.de)



Strukturdarstellung eines "Eisenrads". Um ein zentrales Natriumatom (orange) gruppieren sich sechs Eisenatome (rot) sowie Sauerstoff-, Kohlenstoff-, Stickstoff- und (nicht abgebildete) Wasserstoffatome.

Abbildung: Physikalisches Institut

Franken-Preis 2002

## Konflikt um den Röthelheimpark



Anlass für Interessenskonflikte: die Umwandlung des Röthelheimparks in ein Wohn- und Gewerbegebiet.  
Foto: Pressestelle/Malter

Wie Entscheidungen in der Stadtplanung zustandekommen, zeigt die studentische Abschlussarbeit, die den Franken-Preis 2002 der Fränkischen Geographischen Gesellschaft erhalten hat. Die Preisträgerin Karin Huber hatte, betreut von Prof. Dr. Fred Krüger, die Argumentationen und Motive der Konfliktparteien analysiert, die um den "richtigen" Weg bei der Umwandlung des Erlanger Stadtteils Röthelheimpark in ein Wohn- und Gewerbegebiet rangen.

Zahlreiche Interessenten, darunter die Universität und Siemens, erhoben konkurrierende Ansprüche auf die ehemals militärisch genutzte Fläche. Ka-

rin Huber arbeitete heraus, wie subjektive, eventuell sogar verzerrte Raumbilder die Entscheidungsträger beeinflussten und wie eng Durchsetzungskraft, Macht und Raum mit der Umsetzung des städtebaulichen Konzepts verbunden waren.

Mit Hilfe neuer Konzepte der Politischen Geographie ist es möglich, derartige Konfliktverläufe nachzuzeichnen und daraus wichtige Erkenntnisse für Stadtentwicklungsprozesse abzuleiten.

**Kontakt:**  
*Prof. Dr. Horst Kopp*  
Institut für Geographie  
Tel. 09131/85-22012  
[hkopp@geographie.uni-erlangen.de](mailto:hkopp@geographie.uni-erlangen.de)

Biologisch wirksame Dosis von Acrylamid festgestellt

## Essen mit Krebsrisiko

Acrylamid im Essen kann Krebs verursachen, doch wie hoch die Bevölkerung tatsächlich mit diesem Stoff belastet ist, ist unbekannt. Eine Teststudie am Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin hat bedenklich hohe Werte ergeben.

Acrylamid entsteht während der Nahrungszubereitung aus

natürlichen Inhaltsstoffen. Für das individuelle Gesundheitsrisiko ist die biologische wirksame Dosis ausschlaggebend, die im menschlichen Körper feststellbar ist.

**Kontakt:**  
*Prof. Dr. Jürgen Angerer*  
Tel.: 09131/85-26131  
[angerer@asumed.med.uni-erlangen.de](mailto:angerer@asumed.med.uni-erlangen.de)

Kooperation mit der FAG Kugelfischer

## Früh werben, dauerhaft binden

Wenn es um gute Nachwuchskräfte geht, ist der Arbeitsmarkt oft wie leergefegt. Besonders umworben und daher wählerisch sind die so genannten High Potentials. Selbst in einem weltweit bekannten Unternehmen wie der FAG Kugelfischer Georg Schäfer AG, Schweinfurt, wurde das Anwerben guter Hochschulabsolventen in den letzten Jahren immer schwieriger. Ein Lehrforschungsprojekt mit Studierenden am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Unternehmensführung (Prof. Dr. Harald Hungenberg), sollte daher für FAG neue Wege in der Personalrekrutierung aufzeigen. Besonderes Augenmerk wurde auf ein frühzeitiges Interesse der Maschinenbaustudenten an FAG und eine dauerhafte Bindung an das Unternehmen gelegt. Nach Abschluss des Projektes werden die Erkenntnisse erfolgreich in die Praxis umgesetzt.

Izu den wichtigsten Erwartungen, die 282 Studierende des Fachs Maschinenbau an elf Universitäten und Fachhochschulen in ganz Deutschland in einer Umfrage äußerten, zählten ein global ausgerichteter Tätigkeitsbereich, ein attraktiver Standort, gute Aufstiegs- und Karrierechancen, überdurchschnittliche Bezahlung und ein hervorragendes Image.

### Kreativität ist gefragt

„Unternehmen müssen diese Anforderungen kennen, ihr eigenes Angebot damit vergleichen und sich dann mit den eigenen Vorteilen am High-Potentials-Markt positionieren“, erläutert Stefan Lackner, Betreuer des Praxisprojektes. „Unsere Befragung hat außerdem gezeigt: Je enger der Markt wird, desto kreativer

müssen die Unternehmen auftreten.“ Oft kosten diese Maßnahmen nicht viel Geld, gefragt ist hier vor allem Engagement und Kreativität.

FAG hatte bisher das Personalrekrutierung an den Hochschulen traditionell durchgeführt. Mit Hilfe des Praxisprojektes wurde das bisherige Hochschulmarketing hinterfragt und weiterentwickelt. Das Ergebnis: Neben Auftritten auf kleineren, fachspezifischen Messen wollen die Schweinfurter zum einen direkt verstärkt in die Hochschule und zum anderen auf spezialisierte Rekrutierung-Fachmessen gehen. „Auf der Grundlage des Praxisprojektes mit der WiSo haben wir jetzt die interne Betreuung unserer Praktikanten - der potentiellen Fach- und Führungsnachwuchskräfte - optimiert“, berichtet Werner Parwoll, verantwortlicher Leiter Personal-Corporate bei FAG. Jedes Jahr absolvieren etwa 180 bis 200 Studierende ein Praktikum im Schweinfurter Unternehmen. Für ihre optimale Betreuung hatten die WiSo-Studierenden eine FAG-spezifische Checkliste entwickelt, mit der jedes Praktikum so effektiv und identitätsstiftend wie möglich gestaltet werden kann.

Beispielsweise sollen definierte Arbeitsaufgaben, ein vorbereiteter Arbeitsplatz, ein zentraler Betreuer im Fachbereich und regelmäßiges Feedback Zufriedenheit und einen emotionalen Bezug zum Unternehmen herstellen. Regelmäßige Praktikantentreffen und Einladungen zu Veranstaltungen dienen dazu, die gewünschten potentiellen Mitarbeiter nicht mehr aus den Augen zu verlieren.

**Kontakt:**  
Stefan Lackner  
Tel.: 0911/5302-287  
stefan.lackner@wiso.uni-erlangen.de

Business Process Reengineering in Marketingprozessen

## Effektiver Meinung machen

**Marketing – in seiner Wirkung schwierig einzuschätzen, im Eindruck aber immer innovativ-kreativ: Eine Studie am Lehrstuhl für Marketing beweist, dass sich auch bei Marketingprozessen das Business Process Reengineering lohnen kann. Diese einfach klingende, aber für die wirtschaftlichen Prozesse von Unternehmen grundlegend wichtige Erkenntnis hat Jörg Saatkamp in seiner Dissertation veröffentlicht.**

Saatkamps Arbeit, die vom Lehrstuhlinhaber Prof. Dr. Hermann Diller betreut wurde, trägt der zunehmenden Prozessorientierung im Marketing Rechnung, die für höhere Effektivität und Effizienz aller Marketingaktivitäten sorgen soll. Das Business Process Reengineering, ein insbesondere auf Effizienzverbesserung ausgerichtetes Konzept, hat sich zu einem Standardwerkzeug unternehmerischer Veränderungsarbeit entwickelt. Bei Marketingprozessen, die aufgrund ihres innovativ-kreativen Ansatzes oft nur bedingt als „reengineering-bar“ eingestuft werden, stellt sich die Frage, welche allgemeinen Prinzipien erfolgreich sein können. Hieran anknüpfend beschäftigt sich Jörg Saatkamp mit der Analyse der Veränderungen von Marketingprozessen bei realen Reengineering-Projekten.

Ein besonderer Fokus der Arbeit liegt in der vergleichenden Betrachtung der sechs fundamentalen Marketingprozesse - Leistung definieren, Leistung realisieren, Leistung kommunizieren, Leistung anbieten, Leistung liefern und Kunden betreuen. Während der Untersuchung konnten wesentliche Problemfelder identifiziert werden, die in der Praxis als Anknüpfungspunkte eigener Effizienzverbesserungs-Bemühungen dienen können.

Beim Kernprozess „Leistung definieren“ besteht ein grundlegendes Mangel darin, dass Kundenwünsche zu Prozessbeginn nur unzureichend verstanden werden. Für den Kernprozess „Leistung realisieren“ ist die Nichteinhaltung geplanter Termine für die Markteinführung das wichtigste Problemfeld. An erfolgsorientierter Steuerung der Aktivitäten fehlt es im Prozess „Leistung kommunizieren“.

### Fehlende Systematik

Eine unsystematische Suche, Erfassung und Qualifizierung von Kunden bzw. eine mangelhafte Marktabdeckung kennzeichnen im Prozess „Leistung anbieten“ vor allem die Mehrheit der Investitionsgüterhersteller. Eine zu lange Lieferzeit oder geringe Liefertreue können bei sämtlichen untersuchten Prozessen zur Leistungslieferung festgestellt werden. Unzureichende Kundeninformationen hemmen sektorübergreifend nahezu sämtliche untersuchten Prozesse der Kundenbetreuung.

Insgesamt hat der Autor 34 Unternehmen bzw. 116 Einzelprozesse von Industrieunternehmen analysiert. Die Bandbreite der untersuchten Branchen umfasst die Elektronikindustrie (Konsum- und Investitionsgüter), chemische und pharmazeutische Industrie, Nahrungsmittelhersteller, Automobilhersteller, Medizintechnik, Maschinen-/Anlagenbau sowie Zulieferunternehmen verschiedener Branchen. Entstanden ist eine neuartige Studie über systematische Konzepte und Ansatzpunkte zur Verbesserung der Marketingproduktivität im Marketing-Controlling und der Marketingorganisation.

**Kontakt:**  
Gabriele Brambach  
Tel. 0911-5302-303  
Gabriele.Brambach@wiso.uni-erlangen.de

Trainingsmodul zum Umgang mit der Informationsüberflutung

## Fit für den E-Mail-Ansturm

Jeden Morgen die gleiche Tortur: Dutzende Werbemails und viele wichtige Mails warten auf Julia S., die sie öffnen, einstufen, dann aussortieren und später beantworten muss. Wo früher meist eine Sekretärin die Post öffnete und vorsortierte, haben nun die Mitarbeiter selbst diese Aufgabe zusätzlich übernommen. Für den Arbeitsalltag heißt das: Die Menge an Informationen am Arbeitsplatz ist seit den neunziger Jahren drastisch gestiegen und muss effektiv und professionell verarbeitet werden. Für den geschulten Umgang mit diesem Phänomen hat der Lehrstuhl für Wirtschafts- und Sozialpsychologie (Prof. Dr. Klaus Moser) der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg in Kooperation mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ein Trainingsmodul entwickelt.

Wie die kürzlich abgeschlossene Studie zur steigenden Informationsflut am Arbeitsplatz zeigte, führen nicht nur Informationsdefizite zu Problemen, sondern auch das Übermaß an Informationen - ein nicht zu unterschätzendes Problem in der Arbeitswelt. Für diesen neuen Stressfaktor am Arbeitsplatz hat sich inzwischen der Begriff "Informationsüberflutung" durchgesetzt.

"Wir haben ein Trainingskonzept entwickelt, das einen effektiven Umgang mit den Neuen Medien möglich macht", schätzt Roman Soucek, Mitarbeiter des Projektes, die Bedeutung des Trainingsmoduls ein. "Durch das neuartige Training können die Informationsüberflutung am Arbeitsplatz bewältigt und deren nachteilige Folgen wie Stress und krankheitsbedingte Fehlzeiten



Training ist alles: Auch der Umgang mit E-Mails kann so eingeübt werden, dass der Arbeitsalltag wesentlich erleichtert wird.

Foto: Pressestelle/Malter

reduziert werden." Im Wesentlichen besteht das Training aus zwei Elementen: Zum einen die gründliche Aneignung der technischen Eigenschaften des jeweiligen E-Mail-Programms, zum anderen eine psychologische Anleitung zur Vermittlung einer systematischen Arbeitsweise sowie Prioritätensetzung.

### Interaktive Übungen

Um den Transfer in den Arbeitsalltag zu erleichtern, sind alle Inhalte des Trainings in ein interaktives Übungsszenario eingebunden, in dem E-Mails empfangen und verschickt werden. Während der einzelnen Übungen ist ein Einzelcoaching der Teilnehmer vorgesehen, um auf die individuellen Bedürfnisse und Arbeitsplatzanforderungen einzugehen. Das Training steigert so die Medienkompetenz der Teilnehmer und vermittelt Arbeitstechniken, mit denen die individuelle Informationsverarbeitung verbessert wird. Darüber hinaus werden Möglichkeiten zur effektiven Gestaltung der eigenen Korrespondenz sowie der E-Mail-Kommunikation

innerhalb des Unternehmens und in einzelnen Arbeitsgruppen aufgezeigt.

Bereits in den ersten Praxistests zeigte sich, dass die Teilnehmer vorhandene Defizite im Umgang mit E-Mails beseitigen konnten. Die erlebte Informationsüberflutung am Arbeitsplatz wurde erheblich vermindert. In der Bewertung durch die Teilnehmer erhielt das Trainingsmodul daher das Prädikat "hoher bis sehr hoher Nutzen für den Arbeitsalltag". Das Ergebnis: Julia S. hat alle neu erlernten Funktionen und Arbeitstechniken in ihren Arbeitsalltag übertragen. Die E-Mails hat sie im Griff und bewältigt auch die anderen Arbeitsaufgaben jetzt schneller und erfolgreicher.

#### Kontakt:

Dipl.-Kfm. Roman Soucek  
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Sozialpsychologie  
Tel.: 0911/5302-245  
Roman.Soucek@wiso.uni-erlangen.de

Studie über eLogistics

## Weniger ist mehr

Herausragende Player machen es vor: Home Shopping, Consumer Direct oder auch eCommerce, also der Verkauf mit Hilfe moderner Kommunikationstechnologie und die Anlieferung der Waren direkt beim Konsumenten kann - bei allen Problemen - durchaus große Erfolge aufweisen. Nach anfänglicher Euphorie und spektakulären Pleiten arbeiten mittlerweile weniger, dafür aber ruhigere und seriösere Akteure mit Erfolg auf diesem Feld.

Zusammen mit dem Lehrstuhl für Logistik hat die Fraunhofer Arbeitsgruppe für Technologien der Logistik-Dienstleistungswirtschaft (ATL) Consumer Direct Operationen analysiert und Empfehlungen für logistische Best Practices abgeleitet. Die Untersuchung entstand im Auftrag der Supply Side von ECR Europe, einer Vereinigung europäischer Handelsunternehmen und Konsumgüterhersteller.

Die Analyse zeigt: Effiziente Logistik ist der Schlüssel zum Erfolg für Consumer Direct Geschäfte. Die erfolgreichen Unternehmen haben die Logistik nicht neu erfunden, sondern konsequenter umgesetzt. Einfache, auf die Konsumenten ausgerichtete und stetig angepasste Arbeitsprozesse sind der Schlüssel für schwarze Zahlen. Ein nicht weniger wichtiger Faktor: Der klare Fokus auf Zielgebiet und Zielgruppe. Denn Zustellfenster und Sortimente für Familien unterscheiden sich wesentlich von Single-Haushalten, und Ballungszentren können und müssen in anderem Umfang als ländliche Gebiete beliefert werden.

#### Kontakt:

Dr. Günter Prockl  
Tel. 0911/5302-454  
prockl@logistik.uni-erlangen.de

## Organisierte Kriminalität - Realität oder Hirngespinnst?

**Spätestens seit dem 11. September 2001 ist die Verbindung von Organisierter Kriminalität, politischer Unterdrückung und internationalem Terrorismus weltweit deutlich geworden. Eine klare Trennlinie zwischen Terrorismus und Organisierter Kriminalität existiert nicht mehr, eine Symbiose deutet sich an. In dieser Situation veröffentlicht der Lehrstuhl für Soziologie und Sozialanthropologie von Prof. Dr. Henrik Kreutz unter dem Titel "Organisierte Kriminalität - oder gesellschaftliche Desorganisation?" zwei hochaktuelle Publikationen als Ergebnis mehrjähriger Forschungen.**

In Form von ausschließlich wirtschaftlich orientierten Unternehmen hat es Organisierte Kriminalität praktisch nie gegeben, daher ließ sich Organisierte Kriminalität faktenmäßig und gerichtsfest nur selten nachweisen. Sie galt vielen deswegen lange Zeit als Hirngespinnst. Jetzt ist es jedoch erstmals möglich, aufgrund von empirischen Forschungen nachzuweisen, dass im Schnittbereich zwischen Politik und Wirtschaft die virulente, systemgefährdende Effektivität der Organisierten Kriminalität nicht nur existiert, sondern auch äußerst wirksam agiert.

### Aktionsfeld in der ganzen Welt

Wenn die Organisation El Qaida wirtschaftliche Erfolge zu politischen Zwecken einsetzt und politische Erfolge umgekehrt in Profite ummünzt, so liegt Organisierte Kriminalität in Reinform vor. Während Wissenschaft und Öffentlichkeit debattieren, ist Organisierte Kriminalität zu einem globalen Problem geworden.

In der westlichen Welt werden legitime Ziele und Mittel der Gesellschaft gleichzeitig von zwei Seiten radikal in Frage gestellt: Zum einen versuchen terroristische Gruppierungen ihre Wertvorstellungen gewaltsam durchzusetzen. Zum anderen wird die Verteidigung der demokratischen Ordnung gegen die Organisierte Kriminalität zum Anlass rigoroser Maßnahmen zum Schutz der verfassungsmäßigen Ordnung genommen, die die Rechte und die Bewegungsfreiheit der Staatsbürger massiv einzuschränken drohen.

### Piraterie und Politik: Legitime Grauzonen?

Die langfristige Betrachtung des Problems liefert empirisch fundierte Diagnosen zur halbstaatlichen Beschaffungskriminalität, die in der Weltgeschichte nichts Neues ist. Der Aufstieg Großbritanniens zur dominierenden Weltmacht wäre in der Anfangsphase ohne Piraterie undenkbar gewesen, aber auch der Aufstieg der Bolschewisten in Russland ging mit systematischer, langjähriger krimineller Gewaltanwendung und Erpressung einher. Ebenso beruhte der Aufstieg des Nationalsozialismus auf weitreichender krimineller Energie.

Die Flut der aktuellen Meldungen über Ereignisse aus dem Bereich des Terrorismus und der Organisierten Kriminalität stellen nichts Neues dar, sie spiegelt lediglich das Wieder-aufleben der Verbindung von Kriminalität und Politik.

Die Verbindung von Politik und Kriminalität beruht auf der Maxime "Der Zweck heiligt die Mittel". Dies ist deshalb so gefährlich, weil nicht nur Terroristen so argumentieren, sondern auch Politiker, die Verfassungsänderungen durchset-

zen wollen. Die Liste derartiger Reformvorhaben und Vorschläge ist lang und reicht vom Einsatz der Bundeswehr im Innern bis hin zur Einführung biometrischer Merkmale in Personalausweisen. Organisierte Kriminalität beeinflusst und verändert auf diesem Umweg über geplante Gegenmaßnahmen das Verhältnis von Bürger und Staat und betrifft somit jeden.

### Praxisbericht aus Deutschland

Die Analyse der langfristigen internationalen Entwicklung wird durch konkrete empirische Befunde über die Entwicklung der Organisierten Kriminalität in Deutschland ergänzt. Wissenschaftler unterschiedlicher Fachrichtungen - Soziologen, Juristen, Psychologen und Volkswirte sowie Praktiker aus dem Bereich des Rechtswesens und der Polizei - stimmen in der Einschätzung der aktuellen Situation in Deutschland in einigen wesentlichen Befunden überein.

So sind sie sich beispielsweise einig in der Einschätzung, dass die wirklich gefährliche Organisierte Kriminalität dort ist, wo wir bisher nicht danach gesucht haben. Dies ist nicht ganz zufällig, denn sowohl im Bereich Politik als auch im Bereich Wirtschaft gibt es genug Mittel und Wege Nachforschungen bereits im Vorfeld entgegenzuwirken.

### Raum für Kritik und Polemik

Insbesondere die Soziologie und Empirische Sozialforschung haben die gesellschaftliche Funktion und Verpflichtung, aufklärend zu wirken. Dabei muss eine realistische Diagnose der tatsächlichen Geschehnisse - auch hinter der of-

fiziellen Bühne und im Untergrund der Gesellschaft - erstellt werden, die zudem für die Praxis brauchbar ist.

Ein Novum dieser Publikation: Entgegen der in der Wissenschaft meist üblichen anonym erfolgenden Begutachtung, sind in der vorliegenden Publikation Kritik und Polemik gegenüber den in den Beiträgen referierten Befunden mit veröffentlicht. Denn auch in der Wissenschaft ist das Offenlegen der gesamten Meinungsbildung notwendig, um den Mut zur unzensierten Meinungsäußerung gegen Zitationskartelle und Verteilungsnetzwerke zu fördern.

#### Kontakt:

*Prof. Dr. Henrik Kreutz  
Dr. Jan Wessel  
Lehrstuhl für Soziologie  
und Sozialanthropologie  
Tel.: 0911/5302-690  
henrik.kreutz@  
wiso.uni-erlangen.de*

Zwei Projekte zur Erhöhung des Stellenwerts der gütlichen Einigung in Bayern

## Schlichten statt Richten: In vielen Fällen die bessere Alternative

**"Ich werde Sie verklagen!" Die Drohung ist schnell ausgesprochen, wenn Bauherrn mit den Leistungen von Mauern, Malern oder Installateuren unzufrieden sind oder Nachbarn sich darüber streiten, ob ein Ast über die Hecke ragen darf, die ihre Gärten trennt. Zwar ist die Ankündigung nicht immer ernst gemeint, doch häufig sehen sich die Kontrahenten tatsächlich vor Gericht wieder. Dabei gibt es einfachere Wege zur Einigung, ohne dass auf sachkundige Hilfe verzichtet werden muss. In zwei Projekten will das Bayerische Staatsministerium der Justiz herausfinden, was sich tun lässt, um der außergerichtlichen Schlichtung im Freistaat mehr Akzeptanz und mehr Gewicht zu verschaffen. Der wissenschaftliche Part liegt in beiden Fällen bei Prof. Dr. Reinhard Greger, der den Lehrstuhl für Bürgerliches Recht, Zivilprozessrecht und Freiwillige Gerichtsbarkeit der Universität Erlangen-Nürnberg innehat.**

Zwei rechtlich abgesicherte Möglichkeiten gibt es in Bayern, Streitigkeiten gütlich beizulegen: das obligatorische und das freiwillige Schlichtungsverfahren. Wer vermögens- oder nachbarschaftsrechtliche Ansprüche klären will oder eine Beleidigungsklage anstrebt, ist unter Umständen dazu verpflichtet, zunächst eine einvernehmliche Lösung in Betracht zu ziehen. Seit Mai 2000 schreibt das Bayerische Landesrecht einen Schlichtungsversuch vor, wenn der Streitwert nicht mehr als 750 Euro beträgt. Erst wenn der Versuch gescheitert ist, kann Klage vor einem Zivilgericht erhoben werden. Das Bayerische Schlichtungsgesetz gilt zunächst für eine Probezeit bis Ende 2005. Als Schlichter kommen Rechtsanwälte oder

Notare in Frage; wenn mehr als juristischer Sachverstand erforderlich ist, bieten sich Schlichtungsstellen von Kammern, Innungen oder Berufsverbänden an.

Stets können die Gegner sich jedoch aus eigenem Antrieb darauf verständigen, eine Schlichtungsstelle aufzusuchen statt zu prozessieren. Unter dem Kürzel "a.be.r" für "außergerichtliche Beilegung von Rechtsstreitigkeiten" wirbt das Bayerische Justizministerium seit kurzem intensiv für dieses schnellere und weitaus weniger teure Vorgehen, welches sich nicht nur bei Alltagsstreitigkeiten, sondern auch bei wirtschaftsrechtlichen Konflikten großen Umfangs empfiehlt. Der Landgerichtsbezirk Nürnberg-Fürth ist für einen Modellversuch ausersehen worden.

### Rechtsdienste für viele Zwecke

Am rechtlichen Instrumentarium oder der Infrastruktur fehlt es nicht. Der Großraum Nürnberg wurde unter anderem als Modellregion gewählt, weil hier ein eng geknüpftes Netz von Mediations- und Schlichtungseinrichtungen zu finden ist. Trotzdem werden Streitigkeiten viel seltener außergerichtlich geschlichtet, als es wünschenswert wäre. Aufgabe der Begleitforschung ist es festzustellen, was den Schlichtungsverfahren Auftrieb verleihen könnte. Es wird überprüft, ob bestehende Maßnahmen bereits greifen, und vorgeschlagen, was zu verändern und verbessern wäre.

Statistische Daten sowie eigene Recherchen und Erhebungen des Erlanger Lehrstuhls sollen einen Überblick geben, wie sich die Auslastung der Schlichtungsstellen und der Zivilgerichte in Bayern entwickelt

hat, seit es die Pflicht zum Versuch einer gütlichen Einigung gibt. Aus Einzelbefragungen von Schlichtern, Richtern, Anwälten und Streitparteien werden konkrete Erkenntnisse gewonnen, inwiefern sich obligatorische Schlichtungsverfahren bewährt haben und ob diese Alternative die Kontrahenten und die beteiligten Juristen zu überzeugen vermochte.

Während hier die Auswirkungen des "von oben" verordneten Treffens beim Vermittler auf dem Prüfstand sind, appelliert das Pilotprojekt a.be.r. an Einsicht und Verständigungsbereitschaft. Den Rechtssuchenden, Rechtsberatern und Rechtsprechenden soll das außergerichtliche Vorgehen schmackhaft gemacht werden. Justizbehörden und Rechtsanwaltskammer von Nürnberg sowie die Schlichter und Mediatoren in der Region haben sich zu diesem Zweck zusammengetan. Viel Gewicht wird auf Information und Bewusstseinsveränderung gelegt. Veranstaltungen und Broschüren, Fachzeitschriften und Internet sollen dabei helfen. Gezielt sollen Zivilrichter veranlasst werden zu erwägen, ob bereits laufende Prozesse nicht an eine Schiedsstelle verwiesen werden sollten.

Die Erfahrungen mit dieser Kampagne werden am Lehrstuhl für Bürgerliches Recht, Zivilprozessrecht und Freiwillige Gerichtsbarkeit gesammelt und ausgewertet. Anwälte und Richter werden um regelmäßige Berichte gebeten; die Schlichtungsstellen dokumentieren, wie sich ihre Arbeit entwickelt. Neue Initiativen bei Justiz, Wirtschaft und Beratungsstellen werden angestoßen, Workshops zum Erfahrungsaustausch organisiert. In einem Newsletter und auf der Website des Lehrstuhls ([www.jura.uni-erlangen.de/aber](http://www.jura.uni-erlangen.de/aber)) wird

über die laufenden Aktivitäten berichtet. Professor Reinhard Greger berät zudem bei der Gestaltung von Fortbildungsangeboten und schriftlichen Materialien. Eine wissenschaftliche Vortragsreihe, die der Lehrstuhl organisiert, greift interdisziplinäre Aspekte, Erkenntnisse aus der Wirtschaft und die Sichtweisen anderer Rechtsordnungen auf.

### Neue Streitkultur weckt Begeisterung

Aus England beispielsweise, führt Prof. Greger an, seien seit der jüngsten Prozessrechtsreform "geradezu begeisterte Berichte von einer völlig neuen Streitkultur" zu hören. Ob auch die Bayern bereit sind, ihre Streitkultur zu ändern, wird sich erweisen, wenn Mitte 2004 die Untersuchungsergebnisse vorliegen. Wer an dauerhaft verfeindete Verwandte oder Nachbarn, an Gutachten und Gegengutachten und an Prozesse denkt, die sich jahrelang durch alle Gerichtsinstanzen ziehen, kann sich vielleicht dem Urteil anschließen, das für Rechts- und Sozialwissenschaftler jetzt schon gilt: In bestimmten Fällen ist die Schlichtung dem Zivilprozess zweifellos überlegen.

*Kontakt:*  
Prof. Dr. Reinhard Greger  
Telefon 09131/85-22252  
[Reinhard.Greger@jura.uni-erlangen.de](mailto:Reinhard.Greger@jura.uni-erlangen.de)

Studie zur Weltpolitik der Regierung Mitterrand in den Jahren 1989/90

## Deutschlands Einheit und Europas Einigung im Gleichklang

Frankreich und Deutschland sind ein Paar, dem es im Zusammenleben weder an harmonischen Tönen noch an Spannungen fehlt. Nicht selten gibt es Zweifel an der Unterstützung der deutschen Einheit durch die "Grande Nation". Hatten Frankreichs Spitzenpolitiker ein geeintes Deutschland nicht eher als bedrohlich empfunden und versucht, die Wiedervereinigung zu bremsen oder sogar zu blockieren? Prof. Dr. Tilo Schabert, Politikwissenschaftler an der Erziehungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg, hat Belege für das Gegenteil gefunden und in ein neues Bild der Außenpolitik unter der Regierung von François Mitterrand eingearbeitet. In seinem jüngsten Buch wird der ehemalige französische Staatspräsident als aktiver Befürworter der deutschen Einheit vorgestellt, der das Zusammenwachsen von Ost- und Westdeutschland allerdings unlösbar in den Prozess der Integration Europas eingebettet wissen wollte.

"La question allemande est une question européenne" steht, von Mitterrands Hand hingekritzelt, auf der Rückseite einer Speisekarte. Auf der Vorderseite ist die Abfolge der Gerichte bei dem Diner verzeichnet, das die zwölf Regierungschefs der Europäischen Union am 18. November 1989, neun Tage nach dem Fall der Berliner Mauer, im Elysée-Palast einnahmen. Für die anschließende Pressekonferenz zum Spitzentreffen hatte sich der Präsident in Stichworten die wichtigsten Punkte notiert, die er ansprechen wollte. Die Verbindung der deutschen mit der europäischen Frage, die parallele Entwicklung in Deutschland und im umfassenderen Staatenverbund war für ihn zentral, während die USA bei

weitem mehr Wert auf den Verbleib der Bundesrepublik in der NATO legten. Ein neutrales "Großdeutschland", in der Mitte von Europa gelegen, aber nicht fest in dessen Staatengemeinschaft verankert und womöglich mit strittigen Grenzverläufen im Osten, verband François Mitterrand mit einer Schreckensvision von künftigen Kriegen.

Dass allen Deutschen, wie anderen Völkern, ein Recht auf Freiheit und auf die freie Entscheidung für das Zusammenleben in einer Nation zukam, stellte der Staatspräsident dagegen nicht in Frage. Dass es für die Deutschen in absehbarer Zeit eine Chance zur Wiedervereinigung geben werde, konnte er sich Anfang der 80er Jahre sogar weit besser vorstellen als die deutschen Bundeskanzler Helmut Kohl und Helmut Schmidt, die beide im Gespräch mit ihm zu erkennen gaben, dass sie kein Ende der Teilung erwarteten, bevor mehrere Generationen verstrichen waren. Unvorstellbar für Mitterrand war, dass die Einheit Deutschlands für deutsche Politiker nicht dieselbe Priorität hatte, die er einer solchen Problematik an ihrer Stelle eingeräumt hätte.

Für seine Studie hatte Tilo Schabert im Elysée-Palast Zugang zu unveröffentlichten Quellen erhalten, so dass er Protokolle, interne Berichte und Analysen zur "deutschen Frage" samt der schriftlichen Kommentare von Präsident Mitterrand erstmals auswerten konnte. Ergänzend hat er wichtige Akteure persönlich befragt, darunter Mitterrand selbst und dessen diplomatischen Berater Hubert Védrine, den im Bundeskanzleramt für Außen- und Deutschlandpolitik zuständigen Kohl-Vertrauten Horst Teltschik und dessen Nachfolger Joachim Bitterlich. Der Arbeitsablauf in der "Werkstatt der Weltpolitik" wird damit



Einblicke in die "Werkstatt der Weltpolitik".

Foto: Verlag Klett-Cotta

einsehbar, speziell in den entscheidenden Jahren 1989 und 1990. Ergebnisse anderer Forscher, die diesen Zeitraum aus unterschiedlichen Blickwinkeln behandeln, werden einbezogen; grundlegende Betrachtungen über die deutsch-französischen Beziehungen in der Ära Mitterrand kommen hinzu.

Prof. Schaberts Buch mit dem Titel "Wie Weltgeschichte gemacht wird. Frankreich und die deutsche Einheit" ist 2002 im Verlag Klett-Cotta erschienen. Im März 2002 hat Tilo Schabert am Goethe-Institut in Paris in einer öffentlichen Podiumsdisc-

kussion zu seinem Werk Stellung genommen, an der u.a. Hubert Védrine, Joachim Bitterlich und Daniel Vernet, Chef des außenpolitischen Ressorts bei der Zeitung Le Monde, teilnahmen.

*Kontakt:*  
Prof. Dr. Tilo Schabert  
Tel.: 0911/5302-539  
toschabe@  
ewf.uni-erlangen.de

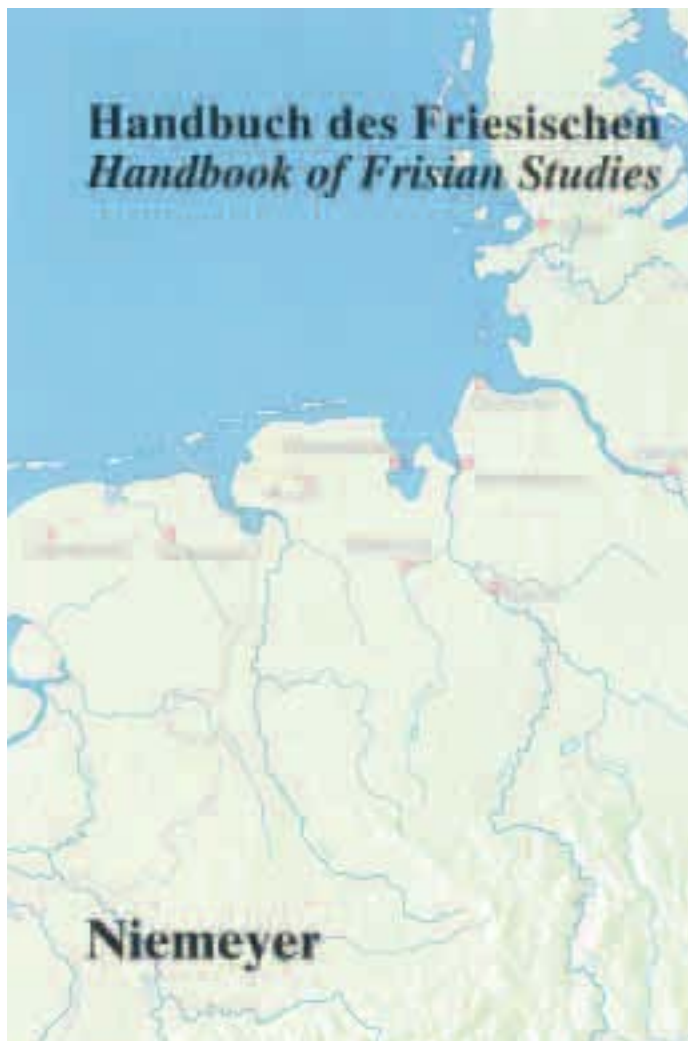
Wichtiger Beitrag zum Erhalt einer nordseeegermanischen Minderheitensprache

## Ein Handbuch für Friesen aus Bayern

Einstmals wurde Friesisch entlang der ganzen Nordseeküste gesprochen. Die Jahrhunderte gingen jedoch nicht spurlos vorüber. Heute ist das Friesische eine Minderheitensprache. Nur noch rund 400.000 Sprecher in den Niederlanden, 10.000 in Nordfriesland und wenige in Sprachinseln nahe Oldenburg können sich auf Friesisch verständigen. Dem Erhalt dieses kulturellen Erbes widmet sich das "Handbuch des Friesischen", das vom Erlanger Germanisten Prof. Dr. Horst Haider Munske herausgegeben wurde. Damit wird der hohen Reputation der Dialektologie in Erlangen erneut Rechnung getragen.

"Das Handbuch soll den Bewohnern der Frieslande ihr historisches Erbe vor Augen führen und sie zu selbstbewusster Pflege von Sprache und Literatur anregen", beschreibt Prof. Munske die Zielrichtung des Buchs, das sich neben den Wissenschaftlern explizit an die Mitglieder der Sprachgemeinschaft richtet. Seit dem Erlass der "Europäischen Charta für Regional- und Minderheitensprachen" ist Sprachenpflege ein erklärtes politisches Ziel. Und auch die Unterstützung der Wissenschaft kommt keine Minute zu früh.

"In Deutschland kämpft die Sprache um ihr Überleben", weiß Munske. Im Saterland bei Oldenburg ist das Ostfriesische bereits nahezu ausgestorben. Auf den nordfriesischen Inseln Sylt, Föhr, Amrum und dem gegenüberliegenden Festland geht die Zahl der Sprecher zurück, obwohl Friesisch an vielen Schulen noch unterrichtet wird. Auch andere Faktoren wirken dem drohenden Untergang entgegen. Die dem Englischen und Niederdeutschen verwandte



Wenige Sprecher, aber ein großes Verbreitungsgebiet: Das Handbuch zeigt auf seinem Titelblatt, wo die friesische Sprache zu Hause war und noch zu Hause ist. Foto: Niemeyer Verlag

Sprache ist Studienfach an mehreren norddeutschen Universitäten - und Forschungsgegenstand an der Universität Erlangen-Nürnberg. Schließlich gehört die Beschäftigung mit Minderheitensprachen zum obligatorischen Lehr- und Forschungsrepertoire an Prof. Munskes Lehrstuhl für Germanische und Deutsche Sprachwissenschaft und Mundartkunde.

Der Sprachwissenschaftler kann zudem auf eine lange Be-

schäftigung mit dem Friesischen verweisen. Bereits 1970 hatte Munske in seiner Habilitationsschrift friesische Rechtsquellen untersucht.

### Grimms Grammatik des Friesischen

Um die Erforschung der eigenständigen nordseeegermanischen Sprache hatte sich schon Jakob Grimm, der Begründer der Germanistik, in seiner Grammatik 1822 verdient gemacht. Mit dem zwei-

sprachigen "Handbuch des Friesischen / Handbook of Frisian Studies" wird jetzt die erste systematische Gesamtdarstellung der Friesistik vorgelegt.

Die 79 Artikel behandeln auf 850 Seiten alle wesentlichen Aspekte von den Runenzugnissen über das Altfriesische im Mittelalter bis zum Friesischen als heutige Minderheitensprache mit den west-, ost- und nordfriesischen Dialekten in den Niederlanden und Deutschland. Einleitende Artikel geben ausführliche Informationen über die heutigen Institutionen und Aktivitäten der Forschung und der Sprachpflege. Übersichtsartikel zur Geschichte und zur Archäologie der Küstenregion runden die Darstellung ab.

Vor rund acht Jahren hatte Prof. Munske den ersten Entwurf für ein einbändiges Handbuch vorgelegt. 45 Wissenschaftler aus Deutschland, den Niederlanden, Großbritannien und Skandinavien haben als Autoren mitgearbeitet. Die langjährige Arbeit wurde von der Ferring Stiftung auf Föhr und der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit einer Mitarbeiterstelle gefördert. Die Manuskripterstellung wurde an Munskes Lehrstuhl maßgeblich von Helga Vieten geleistet.

**Kontakt:**  
[Prof. Dr. Horst Haider Munske](mailto:Prof. Dr. Horst Haider Munske)  
[Lehrstuhl für Germanische und Deutsche Sprachwissenschaft](mailto:Lehrstuhl für Germanische und Deutsche Sprachwissenschaft)  
[Tel.: 09131/85-29353](mailto:Tel.: 09131/85-29353)  
[htmunske@phil.uni-erlangen.de](mailto:htmunske@phil.uni-erlangen.de)

Synagogen-Gedenkband Bayern als umfassende Dokumentation geplant

## Herz und Symbol des jüdischen Lebens

**„Verbrannte Steine - lebendige Spuren“: Unter diesem Motto ging im Wintersemester das Projekt „Synagogen-Gedenkband Bayern“, angegliedert am Lehrstuhl für Neuere Kirchengeschichte der Universität Erlangen-Nürnberg, an die Öffentlichkeit. Ziel des im Sommer 2002 begonnenen Projekts ist es, erstmals vollständig die rund 350 Synagogen und Beträume, die größtenteils in den Pogromen 1938 zerstört worden sind, zu dokumentieren.**

Was das Erlanger Team für Bayern in vier Jahren erarbeiten soll, ist Teil einer größeren Unternehmung: Das Synagogue Memorial Committee in Jerusalem hat die Erinnerung an die Synagogen auf dem Boden des ehemaligen Deutschen Reiches initiiert und eine Gesamtkonzeption erarbeitet. In Deutschland ist für jedes Bundesland ein entsprechender Band vorgesehen; die Ausgabe für Nordrhein-Westfalen ist bereits 1999 unter dem Titel „Feuer an Dein Heiligtum gelegt“ erschienen.

Die Jerusalemer Mitarbeiter haben für Bayern bereits einiges an Material gesammelt, das nun im Büro in der Harfenstraße 16 bereitliegt. Aufgabe der zwei hauptamtlichen Mitarbeiterinnen, Pfarrerin z. A. Barbara Eberhardt und Dipl. theol. Angela Hager, und der beiden Studentinnen Andrea Eitmann und Eva Wolf ist es jetzt, die alten Fotos, Fragebögen und Zeitzeugenberichte zu sichten, verschiedene Quellen miteinander zu vergleichen und die Informationen durch Recherche in Literatur und Archiven zu ergänzen. Außerdem sind Kontakte zu Heimatforschern und Erkundungsfahrten quer durch Bayern unverzichtbar.

Der Gedenkband, der auf diese Weise entstehen soll, rich-

tet sich an ein breites interessantes Publikum: In alphabetisch angeordneten Ortsartikeln wird jede Synagoge in Text und Bild gewürdigt. Dabei geht es aber nicht nur um Geschichte und Architektur der Bauten - im Mittelpunkt sollen nicht Steine, sondern Menschen stehen, nämlich die jüdischen Gemeinden, die die

thematisiert. Abschließend wird die Geschichte der Synagoge und ihrer Gemeinde nach 1945 kurz dargestellt. Ein Anhang enthält Anmerkungen, Quellen- und Bildnachweise, bibliographische Daten, Angaben über die Zahl der jüdischen Einwohner aus den Jahren von ca. 1840 bis 1938 sowie gegebenenfalls



Die kleine Synagoge in Hagenbach existiert seit langem nicht mehr. Wie der Ortschronik zu entnehmen ist, wurde sie in der Pogromnacht 1938 zerstört und die Inneneinrichtung verbrannt. Der Rest des Hauses wurde später niedergerissen.  
Foto: privat

Synagogen zum Herz und Symbol jüdischen Lebens machten. Vor allem die Erlebnisse der jüdischen Mitbürger in der sogenannten „Reichskristallnacht“ sollen anhand von Augenzeugenberichten rekonstruiert werden; nach Möglichkeit wird dabei auch die Rolle der christlichen Gemeinden

über die Lage des Friedhofs.  
**Das Vertrauen wächst**

Das Projekt Synagogen-Gedenkband Bayern mit Sitz in Erlangen ist ein Patchwork-Projekt: Es gibt mit Professor Berndt Hamm (Kirchengeschichte; Universität Erlangen), Professor Wolfgang Kraus

(Neues Testament; Universität Koblenz-Landau) und dem jüdischen Professor Meier Schwarz (Initiator des Synagogue Memorial Committees) drei Herausgeber, die sich im jüdisch-christlichen Dialog engagieren. Diese Kooperation ist zugleich das Besondere am bayerischen Gedenkband: Während in anderen Bundesländern oft Fachleute aus Denkmalschutz oder Bibliotheken die Geschichte der Synagogen untersuchen, sind die vier bayerischen Mitarbeiterinnen evangelische Theologinnen. Diese Tatsache zeigt das gewachsene Vertrauen der jüdischen Partner gegenüber christlichen Theologen, die ihre Aufgabe in der kritischen Aufarbeitung des kirchlichen Antijudaismus der Vergangenheit sehen. Der Standort des Projekts, die Angliederung an die Erlanger Theologische Fakultät, kann dabei symbolisch gesehen werden - schließlich wurde gerade hier von einigen Professoren eine Theologie gelehrt, die völkische Momente und eine Abgrenzung vom Judentum vertreten hat.

Ein Projekt also, das versöhnen will. Unterstützt wird es vom Freistaat Bayern, der Universität Erlangen-Nürnberg, der Evangelisch-Lutherischen Landeskirche in Bayern und dem Verein „Begegnung von Christen und Juden“. Darüber hinaus hoffen die Mitarbeiter auf weitere Förderer; einige Gespräche laufen bereits. Aber nicht nur finanzielle Unterstützung ist nötig: Für ihre weiteren Recherchen sind die vier Mitarbeiterinnen für alle Hinweise und Informationen dankbar und berichten gerne über den Stand ihrer Arbeit. Im Internet ist das Projekt unter [www.synagogenprojekt.de](http://www.synagogenprojekt.de) zu finden.

**Kontakt:**  
[Barbara Eberhardt](mailto:Barbara.Eberhardt@uni-erlangen.de)  
[Angela Hager](mailto:Angela.Hager@uni-erlangen.de)  
[Projekt Synagogen-Gedenkband Bayern](mailto:Projekt.Synagogen-Gedenkband.Bayern@uni-erlangen.de)  
Tel.: 09131/85-22689  
[info@synagogenprojekt.de](mailto:info@synagogenprojekt.de)

Kegel- und schalenförmige Fundstücke als 3000 Jahre alte Kopfbedeckungen identifiziert

## Der Mann mit dem Goldhelm zur Bronzezeit

Die Form lässt Spielraum für Spekulationen. Wozu könnten dreißig bis neunzig Zentimeter hohe Kegel aus feinstem, reich verziertem Goldblech vor 3.000 Jahren gebraucht worden sein? Waren es Vasen oder andere Gefäße? Hat ein vornehmer hunnischer Krieger einen so wertvollen Pfeilköcher verloren? Bis vor kurzem neigten Fachleute zu der Ansicht, drei in Mitteleuropa gefundene Goldkegel seien einst an der Spitze von kultischen Säulen oder Pfählen gesessen. Prof. Sabine Gerloff vom Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Erlangen-Nürnberg hat dagegen eine These aufgefunden, die im 19. Jahrhundert unter Archäologen verbreitet war und nun wieder Zustimmung findet: es handelt sich um Kopfbedeckungen für außergewöhnliche zeremonielle Anlässe.

Der 1835 nahe Speyer entdeckte "Schifferstädter Kegel" und der bisher höchste Goldblechkegel, der erst 1953 in Ezelsdorf bei Nürnberg zu Tage kam, haben eine unverzichtbare Voraussetzung gemeinsam. Sie passen auf einen menschlichen Kopf. Ein nur teilweise erhaltener Fund von 1844 aus dem westfranzösischen Avanton ließe sich entsprechend vervollständigen. Das Exemplar von Schifferstadt ist zudem mit einer Krempe versehen; zwei gegenüberliegende Löcherpaare am Rand könnten ein Kinnband gehalten haben. Wachs- und Harzspuren im hohlen Inneren, die der Hypothese vom Gefäß Auftrieb gaben, hält Sabine Gerloff für Reste eines Kitts, der das papierdünne Blech verstärkte, bevor die Muster eingearbeitet wurden.

Neben diesen drei Kegeln stützt Prof. Gerloff ihre Interpretation auf Goldblechformen, die in iri-



Abb. 1: "Bronze Age Prince of Wales" nennt Prof. Sabine Gerloff ihre Rekonstruktion eines Priester-Königs, der den Schifferstädter Kegel auf dem Kopf und das Cape von Mold um die Schultern trägt.

schen Mooren und in Nordwestspanien gefunden wurden. Sie datieren aus der selben Epoche, dem Übergang von der mittleren zur späten Bronzezeit, sind niedriger und stärker gerundet als die hochragenden Prunkstücke und gleichen eher Kappen oder Hüten mit aufgebogenem Rand. Die Fundstücke aus Irland sind allerdings verschollen, vermutlich eingeschmolzen worden. Sie können nur anhand von Beschreibungen

und, sofern vorhanden, von Zeichnungen beurteilt werden. Demnach stimmen ihre Verzierungen auffallend mit denen der Goldkegel überein, vor allem Muster aus Kreisbuckeln, die von konzentrischen Ringen umgeben sind, und umlaufende Rippen. Dasselbe gilt für einige spanische Goldbleche, die noch erhalten sind.

Assoziationen sind häufig vom Blickwinkel abhängig. Was nach

einem Helm oder Hut aus-sieht, wenn die Öffnung nach unten gerichtet ist, wirkt umgedreht, mit der Mündung nach oben, wie eine Schüssel. Obwohl die goldenen Formen aus Irlands Mooren zur Fundzeit als "Kronen" oder "Kappen" bezeichnet wurden, galten sie später, ebenso wie die vergleichbaren Teile aus Spanien, als Schalen. Speziell einer der Einwände, die Sabine Gerloff dagegen erhebt, ist unmittelbar einsichtig. Unter dem Boden der Schüsseln oder aber auf dem Scheitelpunkt der Hüte finden sich Erhebungen, manche eher halbkugelförmig, andere dornartig, fast wie auf einem Pickelhelm. Andere, kleinere Objekte, die eindeutig als Schalen zu charakterisieren sind, haben einen Boden, auf dem sie stehen können.

Zusammen mit vielen anderen Indizien veranlasste dies die Erlanger Prähistorikerin zu der Überzeugung, sowohl die schüssel- als auch die kegel-förmigen Goldbleche, allesamt mit einer Mündung von 18 bis 20 cm Durchmesser, hätten zur Bronzezeit die Köpfe hochgestellter Personen geschmückt, deren priesterlich-königliche Eigenschaften betont werden sollten. Die hohen Kegel, erklärt sie, drückten eventuell eine stärkere Verbundenheit mit göttlichen Attributen aus. In ihrer Interpretation hat sie ein weiterer, seit langem bekannter und berühmter Fund bestärkt: das 590 Gramm schwere goldene "Cape von Mold", das sich im Britischen Museum befindet. Eine Abbildung, die zeigt, wie ein Mann mit diesem prachtvollen Bekleidungsstück um die Schultern ausgesehen hätte, ergänzte sie mit dem Schifferstädter Kegel als Kopfbedeckung in der Gewissheit, ein derart aus der Menge herausgehobener Würdenträger könne nicht barhaupt aufgetreten sein.



Abb.2: In der Darstellung auf dem Frontispiz einer Übersetzung der "General History of Ireland" von Keating (1723) liegt zur rechten Hand des sagenhaften irischen Stammesfürsten Brian Boiromimhe ein mit Rippen und Kreisbuckelornamenten verzierter "Hut" als Sinnbild für das hohe Alter des irischen Königtums.

Prof. Sabine Gerloff hatte ihre Forschungsergebnisse und deren Deutung bereits im Juli 1993 an der Philosophischen Fakultät I in einem öffentlichen Vortrag präsentiert, der dann 1995 publiziert wurde. Beachtung in der Öffentlichkeit fanden ihre Schlussfolgerungen allerdings erst im März 2002, als das Berliner Museum für Vor- und Frühgeschichte in den Besitz eines vierten, zuvor unbekanntes Goldkegels aus der Schweiz kam. Museumsdirektor Wilfried Menghin identifizierte das 74 cm hohe Fundstück als Kalenderhut

und dessen Kreisbuckel- und Halbmondmuster als astronomischen Code, der priesterliches Geheimwissen über den Zeitverlauf festhält. Für das ungewohnt breite Interesse, das die Riten der Bronzezeit nun geweckt haben, fällt Prof. Gerloff nur eine Erklärung ein: wegen "Harry Potter" haben Zauberhüte derzeit Hochkonjunktur.

**Kontakt:**  
Prof. Dr. Sabine Gerloff  
Institut für Ur- und  
Frühgeschichte  
Tel.: 09131/85-22347

Besucherbefragung im Nürnberger Verkehrsmuseum

## Dampflok und E-Mail: Alte Liebe, neuer Kontakt

Die wahre Leidenschaft schwindet nicht mit der Zeit. Eisenbahnen behalten ihre Anziehungskraft für den, der einmal ihrer Faszination erlegen ist. Von der Treue der Eisenbahnliebhaber profitiert das Verkehrsmuseum in Nürnberg: eine große Gruppe von Eisenbahnfans lässt sich immer wieder dort blicken. Knapp die Hälfte aller Besucher kommt zumindest ein zweites Mal, ein rundes Drittel findet sich im Zeitraum von fünf Jahren häufiger ein. Wird der "Dinosaurier des Industriezeitalters" die Konkurrenz mit einer wachsenden Zahl von Thementausstellungen und interaktiven Angeboten der Museen bestehen? Sozialwissenschaftler der Universität Erlangen-Nürnberg unter der Leitung von Prof. Dr. Gert Schmidt suchen nach Charakteristika der Besucher-schar, sondieren ihre Interessenslage, sammeln Kritik und Anregungen. Schon die ersten bisher gewonnenen Antworten sind nützlich für die Umgestaltung des DB Museums.

### Ausflugsziel für junge Familien

Dass auffallende viele junge Eltern das Museum als Ziel für einen Familienausflug wählen, darf beispielsweise nicht außer Acht gelassen werden. Rund 42 Prozent der Eintrittskarten sind für Kinder bestimmt. Jugendliche und junge Erwachsene dagegen lassen sich unter den Besucherinnen und Besuchern selten ausmachen. "Es ist typisch, ein Museum, das man als Kind kennengelernt hat, erst wieder mit den eigenen Kindern zu besuchen", erläutert Dr. Aida Bosch, die gemeinsam mit Thilo Heyder, Dr. Markus Promberger und Stefan Breu-

er an der Studie arbeitet. Die Altersgruppe zwischen 14 und 25 Jahren in das Museum zu locken, gelingt meist nur mit Sonderveranstaltungen, etwa musikalischen "Events".

### Kommunikation als neuer Schlüsselbegriff

Zugleich ist diese Gruppe ein Hoffnungsträger für die Sparte des Museums, die nicht auf ein Stammespublikum bauen kann. Im Nürnberger Verkehrsmuseum sind das Deutsche Bahn-Museum und das Museum für Kommunikation vereint, die auf unterschiedliche Art Aufmerksamkeit beanspruchen.

Schwarz und rot lackierte Prachtstücke mit Heizkessel, robustem Gestänge und Dampfpeife, die man begeistert oder gerührt betrachten und sogar anfassen kann, oder eine Fahrt im Lokomotivführerstand hat das Kommunikationsmuseum nicht zu bieten. Für die nachindustrielle Gesellschaft jedoch ist "Kommunikation" eine Schlüsselkategorie, ein Thema, das gerade Heranwachsende beschäftigt. Da eben begonnen wurde, dieses Museum zu modernisieren, ist die Chance gegeben, Besucher im Alter um die zwanzig Jahre hinzu zu gewinnen.

Ein Ungleichgewicht in der Zusammensetzung des Publikums wird sich nicht so schnell ändern: fast zwei Drittel der Schaulustigen im Verkehrsmuseum sind männlich. Die Technik, die bisher im Mittelpunkt stand, wirkt auf Männer weitaus anziehender. Das neue Konzept soll nicht nur Technikfreaks, sondern ein geschichtlich interessiertes Publikum ins Haus locken.



Abb.1: Der Triebkopf des TEE steht in der Fahrzeughalle II des Deutsche Bahn-Museums.

Mit der Schulbildung wächst das Interesse an den Verkehrs- und Kommunikationsstrukturen der Vergangenheit. Das Erweitern und Vertiefen von Wissen nimmt den

zweiten Rang unter den am häufigsten genannten Motiven ein; an erster Stelle steht der Wunsch, "mit der Familie etwas zu unternehmen".

### **Mit der Stoppuhr im Museum**

800 Museumsbesucherinnen und -besucher haben standardisierte Fragebögen für die Studie ausgefüllt, die vom Sozialwissenschaftlichen Forschungszentrum Nürnberg und dem Institut für Soziologie in Erlangen gemeinsam getragen wird. Studierende der Universität Erlangen-Nürnberg führten außerdem offene Interviews, koordinierten Gruppendiskussionen und waren als Beobachter vor Ort, etwa um per Stoppuhr festzuhalten, wie lange bestimmte Exponate zum Verweilen einladen, oder um zu prüfen, ob und wie neue Medien in der Ausstellung genutzt werden. Nach der Auswertung der Ergebnisse ergaben sich in der Diskussion mit Vertretern beider Museen neue Fragen, die eine zweite Phase der Studie einleiteten.



Abb.2: Im Ausstellungsbereich "Auf getrennten Gleisen - Die Reichsbahn und die Bundesbahn 1945 - 1989" hat das Goggo-VT 98 einen Platz gefunden.  
Fotos: Deutsche Bahn-Museum

Besondere Interessen von Kindern und Jugendlichen und die spezielle Situation von Schulklassen im Museum werden die Vorgehensweise der Sozialwissenschaftler diesmal stärker bestimmen. Die Antworten sollen helfen, Museumspräsentationen für junge Besucher erlebnisreich zu gestalten. Wenn der erste Ausflug ins Verkehrsmuseum als "Super-Trip" im Gedächtnis bleibt, ist nicht zu befürchten, dass die Eisenbahnbegeisterung demnächst ausstirbt.

*Kontakt:*  
*Dr. Aida Bosch*  
*Institut für Soziologie*  
*Tel.: 09131/85-22088*  
*aabosch@*  
*phil.uni-erlangen.de*