



# Forum Forschung

Das Unterseeboot Nautilie hat im Mittelmeer eine besondere Mission zu erfüllen. Mit einem Roboterarm verlegt es Kabel, welche die Verbindung zwischen dem Teleskop ANTARES und dem Festland hergestellt. ANTARES wird derzeit vor der Küste von Marseille aufgebaut und soll Neutrinos detektieren, um Aufschlüsse über die Entwicklung unseres Universums über einen Zeitraum von 14 Milliarden Jahren zu gewinnen.

Beteiligung des physikalischen Instituts am ANTARES-Teleskop

# Ein Blick in den Weltraum mit Neutrinos

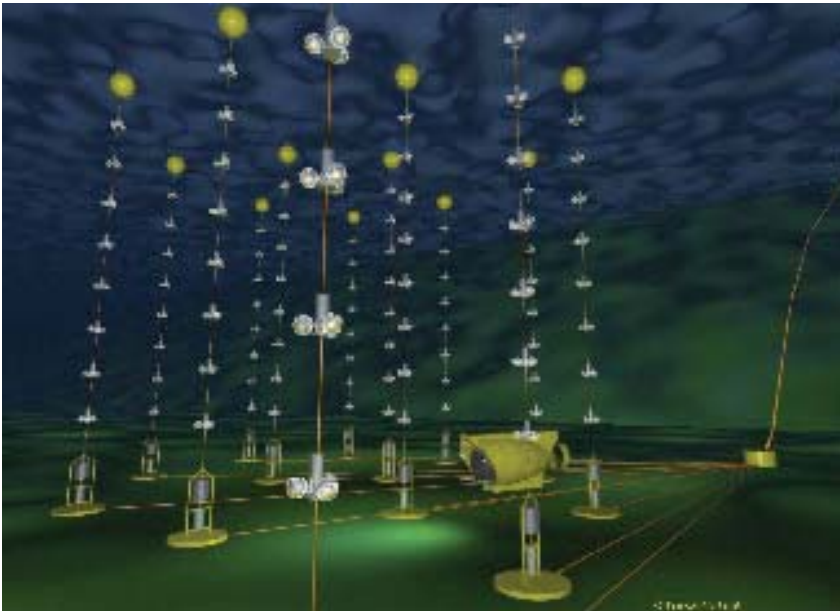


Abb. 1: Skizze des Antares-Detektors.

Sehen kann man Neutrinos nicht. Sie passieren die Netzhaut genauso unbemerkt, wie sie die Erde in ihrem gesamten Durchmesser durchqueren können, ohne eine Spur zu hinterlassen. Trotzdem eröffnen solche Elementarteilchen tiefere Einblicke als das Licht und könnten sogar dunkle Materie sichtbar machen - wenn es gelingt, genügend dieser flüchtigen Informanten einzufangen. Am Physikalischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg sind die Lehrstühle von Prof. Dr. Gisela Anton und Prof. Dr. Uli Katz am Neutrino-Teleskop ANTARES beteiligt, das zur Zeit in einem europäischen Gemeinschaftsprojekt in 2400 Metern Tiefe vor der Küste von Marseille aufgebaut wird.

Die meisten astronomischen Beobachtungen und Erkenntnisse sind über Jahrhunderte durch schlichtes „Hinschauen“ gewonnen worden. Die Erfindung des Fernrohres hat die Möglichkeiten, ferne Objekte zu untersuchen, erheblich gesteigert. Schließlich wurde außer dem sichtbaren Licht auch langwelliges Licht (Radiowellen, Infrarotwellen) und kurzwelliges Licht (UV-Licht, Röntgenstrahlung und Gammastrahlung) genutzt. Solche Messungen haben nicht nur dazu beigetragen, dass wir mit großer Detail-

kenntnis wissen, wie die Planeten und unsere Sonne, die Sterne unserer Galaxie und andere Galaxien heutzutage aussehen, sondern auch, wie diese Objekte in der Vergangenheit ausgesehen haben und wie sie sich in Zukunft entwickeln werden. Obwohl die Menschheit erst seit wenigen tausend Jahren astronomische Beobachtungen durchführt, können wir Schlüsse auf die Entwicklung unseres Universums über einen zurückliegenden Zeitraum von ca. 14 Milliarden Jahren ziehen.

Aber die Informationen, die man aus dem Licht verschiedener Wellenlängen gewinnen kann, sind beschränkt. Es gibt andere Botschafterteilchen, die wertvolle Informationen vermitteln, z.B. die Neutrinos. Neutrinos sind im Kosmos in sehr großer Zahl vorhanden. Pro Sekunde wird ein menschlicher Körper von vielen Milliarden von Neutrinos durchquert. Das ist ungefährlich, weil Neutrinos nur äußerst selten eine Reaktion mit Materie eingehen und daher die resultierende radioaktive Belastung sehr gering ist. Aber die Sonnenneutrinos liefern ebenso wie das Sonnenlicht Informationen über die Sonne. Mit Hilfe von Neutrino-Teleskopen kann man diese Neutrinos detektieren und so Aufschlüsse gewinnen. Während die Sonne undurch-

sichtig ist und wir deshalb nur ihre Oberfläche sehen können, gelangen die Neutrinos, die im Zentrum der Sonne produziert werden, ungehindert aus der Sonne heraus und erreichen nach ca. acht Minuten die Erde. Sie können deshalb wesentliche Informationen über die Fusionsreaktionen geben, die für die Energieversorgung der Sonne verantwortlich sind.

## Dunkle Materie als Produzent von Neutrinos

Für die Astrophysikalische Forschung sind in den letzten Jahren sehr hochenergetische Neutrinos in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Solche Neutrinos mit Energien größer als ca.  $10^{12}$  eV können z.B. produziert werden, wenn ein schwarzes Loch und ein Begleitstern sich sehr eng umeinander drehen und dabei Materie vom Begleitstern auf das schwarze Loch übergeht. Eine andere mögliche Quelle hochenergetischer Neutrinos könnte in sogenannter kalter „dunkler Materie“ bestehen. Diese dunkle Materie könnte im Urknall bei der Geburt unseres Universums produziert worden sein. Sie ist völlig verschieden von der bekannten Materie und kann z.B. nicht Licht aussenden oder re-



Abb. 2: Das Unterseeboot Nautilus wird vom Schiff aus ins Wasser gelassen.

Fotos: Antares-Kollaboration

flektieren, weshalb sie eben dunkel ist. Die Teilchen der dunklen Materie können aber zusammenstoßen und dabei Neutrinos erzeugen. Die Messung solcher Neutrinos mit einem Neutrinooteleskop böte also einen einzigartigen Blick in eine ansonsten verborgene Welt.

Da Neutrinos äußerst selten eine Reaktion eingehen, ist es sehr schwierig und aufwändig, Neutrinos zu detektieren. Erschwerend kommt hinzu, dass hochenergetische Neutrinos in relativ geringer Anzahl erzeugt werden. Deshalb benötigt man zum Nachweis hochenergetischer Neutrinos sehr große Detektoren, die üblicherweise in internationalen Kollaborationen entwickelt und betrieben werden, wie z.B. das Antares-Projekt.

Das ANTARES-Teleskop wird aus zwölf „strings“ bestehen, die jeder am Boden verankert sind und von einer Boje am 480 m entfernten Ende straff nach oben gehalten werden. Abbildung 2 zeigt das Unterseeboot *Nautilé*, das zum Verlegen von Kabeln benutzt wird, die von den „strings“ kommen. Der Roboterarm der *Nautilé* muss unter Wasser bei einem Druck von 250 bar z. B. einen Stecker in die Kupplung einer „junction box“ drücken. Von dort führt ein 40 km langes Versorgungs- und Datenkabel zur Küste.

**Cerenkovlicht: die Bremsspur des Müons**

An den „strings“ befinden sich auf 25 „Etagen“ je drei Photosensoren, die wie große Augen aussehen und die das Cerenkovlicht vermessen sollen, das bei einer Neutrinoreaktion entsteht. Ein Neutrino kann



Abb. 4: Ein „string“ mit seinen Photosensoren im Testlabor.



Abb. 5: Der Roboterarm der *Nautilé* versucht, die Verbindung zwischen einem „string“ und der zentralen „junction box“ herzustellen.

bei einem Stoß mit einem Atomkern des Wassers (Wasserstoffkern oder Sauerstoffkern) ein Müon erzeugen. Dieses Müon fliegt entlang der ursprünglichen Richtung des Neutrinos und legt dabei eine Strecke von ca. 100 m im Wasser zurück. Es emittiert auf diesem Weg gewissermaßen als Bremsspur Cerenkovlicht. Dieses von den Photosensoren nachgewiesene Lichtsignal wird elektronisch aufbereitet, digitalisiert und über das Kabel an Land geschickt, wo es weiter analysiert und gespeichert wird.

Das ANTARES-Teleskop soll bis 2006 fertiggestellt werden. 200 Physiker aus Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, den Niederlanden, Russland und Spanien arbeiten intensiv daran, dieses

Projekt zum Erfolg zu führen und die spannende Suche nach hochenergetischen Neutrinos aufzunehmen, die Aufschluss über faszinierende kosmische Geschehnisse versprechen.



Prof. Dr. Gisela Anton  
Lehrstuhl für Experimentalphysik  
Tel.: 09131/85 -27151  
anton@physik.uni-erlangen.de



Abb. 3: Ein „string“ wird vom Schiff aus ins Wasser gelassen.

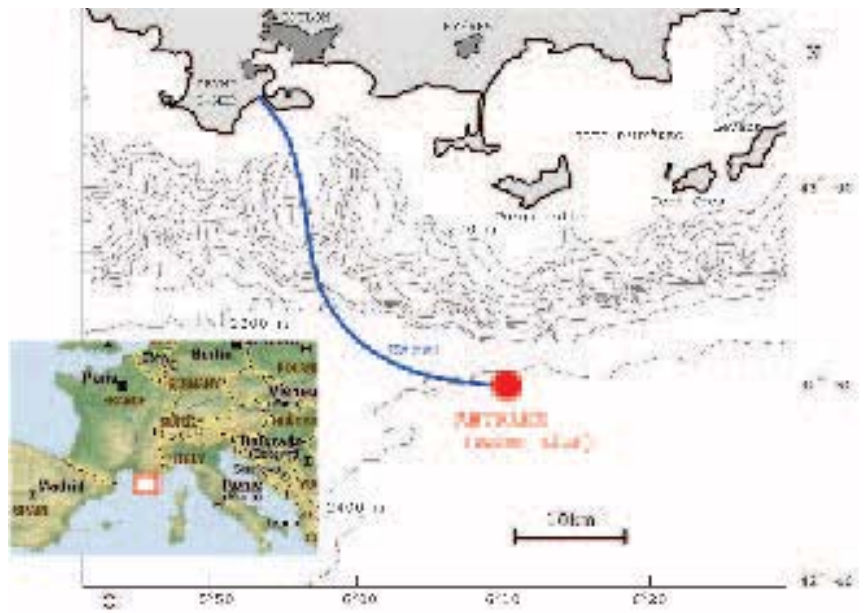


Abb. 6: Die Position von Antares vor der Küste von Marseille (Toulon).

Leichtbau mit carbonfaserverstärktem Kunststoff

# Sechs Äpfel wiegen einen Fahrradrahmen auf

Der Maschinenbaustudent Karl Durst hatte ein ehrgeiziges Ziel: sein Fahrradrahmen sollte bei gleicher Stabilität wesentlich leichter sein als der von Lance Armstrong, dem viermaligen Gewinner der Tour de France. Und er war erfolgreich. Mit Unterstützung des Lehrstuhls für Kunststofftechnik der Universität Erlangen-Nürnberg berechnete und fertigte er einen Carbonfaserrahmen, der bei einem Gewicht mit 828 Gramm rund 300 Gramm leichter und dabei zehn Prozent verwindungssteifer ist als der des derzeit wohl besten Radprofis. Auch den Praxistest hat der Präzisionsrahmen bei mehreren Duathlon- und Triathlonwettkämpfen bereits bestanden.

Schon als junger Gymnasiast stand für Karl Durst sein Berufswunsch Maschinenbauingenieur fest. Im zarten Alter von elf Jahren wollte er allerdings noch Modellflugzeuge konstruieren, die er nach der Schule durch die mittelfränkischen Lüfte kreisen liess. Erst kurz vor dem Abitur kam der heute 23jährige zum Triathlon und begann sich mit Fahrradkomponenten zu beschäftigen. „Mein erstes Werk aus Carbonfasern war ein Fahrradsattel, der ergonomisch perfekt auf mich abgestimmt und angenehm weich war,“ erzählt Durst. „Das ganze Sattelsystem wog mit 108 Gramm nur rund ein Fünftel der handelsüblichen Systeme.“ Das war der Einstieg in die Fahrradtüftelei mit dem seit langem etablierten Verbundwerkstoff CFK (Carbonfaserverstärkter Kunststoff).

Die Entwicklung des eigenen Fahrradrahmens begann dann vor vier Jahren. Der erste Prototyp war mit über zwei Kilogramm aber noch doppelt so schwer wie handelsübliche Profirennrahmen. Durch sein Engagement als studentische Hilfskraft am Lehrstuhl für Kunststofftechnik von Prof. Dr. Gottfried W. Ehrenstein erhielt er die notwendigen Kenntnisse und Informationen auf dem Gebiet der Faserverbundwerkstoffe, um zu optimalen Ergebnissen zu gelangen. An der Rahmengenometrie wurde dabei nichts geändert.

Das „Geheimnis“ liegt im Werkstoff CFK, der weitestgehend frei formbar ist. Die Faserlagen können in Dicke und Ausrichtung variiert werden, so dass verschiedene Wandstärken fließend ineinander



Der Maschinenbaustudent Karl Durst mit seinem selbst gebauten Fahrradrahmen aus carbonfaserverstärktem Kunststoff. Mit allen Aufbauten wiegt das Rad nur 6,8 Kilogramm. Foto: Kurt Fuchs

übergehen können. Wegen seiner geringen Dichte ist CFK immer da gefragt, wo hohe Anforderungen an die Steifigkeit bei geringem Gewicht gefordert werden - wie eben bei Rennradrahmen. Zahlreiche Forschungsstellen an Universitäten oder in der Industrie suchen hier nach dem optimalen Kompromiss zwischen geringem Gewicht, Steifigkeit und ausreichendem Dämpfungsverhalten. „Der Rahmen muss steif sein, um die gesamte Energie eines Tritts auf die Straße zu bringen. Allerdings möchte niemand auf eine gewisse Dämpfung, vor allem bei sehr langen Rennabschnitten, verzichten,“ erklärt Durst. Der dreifache mittelfränkische Juniorenmeister im Duathlon weiß schließlich aus eigener Erfahrung, worauf es im Leistungssportbereich ankommt.

All diese Eigenschaften vereint der Rahmen-Prototyp des Erlanger Studenten auf perfekte Weise. Mit 828 Gramm - dem Gewicht von sechs Äpfeln - hat er einen neuen Gewichts-Steifigkeit-Rekord für profitaugliche CFK-Rennradrahmen erzielt. So wiegt der aktuelle Tourrahmen von Lance Armstrong immerhin 1100 Gramm. Der zu Zeit leichteste Rahmen einer anderen amerikanischen Radfirma wiegt noch 895 Gramm.

Die Finanzierung des Prototyps hat die Radsportfirma CUBE aus Marktredwitz übernommen. Nach den Berechnungen

von Durst wurden die Carbon-Rohre bei der Firma CG-Tec aus Gunzenhausen gefertigt. Den Zusammenbau in Handarbeit übernahm der Student schließlich wieder selbst. Das gesamte Rad mit allen Anbauten - von der Schaltung bis zu den Bremsen alles „Edelkomponenten“, wie in dieser Kategorie üblich - wiegt nur 6,8 Kilogramm und hat einen Schätzwert von rund 6.000 Euro.

Mit dem bisher Erreichten gibt sich Durst aber nicht zufrieden. Als nächster Coup ist ein Rahmen mit rund 700 Gramm angedacht, allerdings speziell angepasst an eine Triathlonkollegin aus Roth mit einem Körpergewicht von etwa 50 Kilogramm. Und auch für sein eigenes Sportgerät sucht der ehrgeizige Student noch nach Optimierungsmöglichkeiten im Rahmen seiner Diplomarbeit an der University of Wisconsin. Mit dem dortigen Polymer Engineering Center, pflegt der Erlanger Lehrstuhl von Prof. Ehrenstein seit Jahren eine intensive Kooperation.



Claus Dallner M.Sc.  
Lehrstuhl für Kunststofftechnik  
Tel.: 09131/85 -29704  
dallner@ikt.uni-erlangen.de

Leichtbau mit carbonfaserverstärktem Kunststoff

# Fortschritte auf dem Weg zum Leichtbau-Auto

Die Bayerische Forschungsstiftung fördert an der Universität Erlangen-Nürnberg ein weiteres Mal ein Projekt zum Fahrzeug-Leichtbau am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie von Prof. Dr.-Ing. Manfred Geiger. Innerhalb von zwei Jahren plant Dipl.-Ing. Joachim Hecht, Grundlagen für das Umformen von Magnesiumblechen zu erarbeiten, die inzwischen in geeigneter Qualität verfügbar sind. Für die Unternehmen, die am Projektverbund beteiligt sind, kann ein entscheidender Vorteil im Wettbewerb entstehen.

Immer sicherer und komfortabler sollen Automobile sein; zugleich wird eine geringe Fahrzeugmasse angestrebt, um den Energieverbrauch niedrig zu halten. Für den Entwurf neuer Kraftfahrzeuge bedeutet dies scheinbar widersprüchliche Vorgaben. Der Widerspruch ist aufzulösen, wenn moderne Karosseriekonzepte den Fahrzeugleichtbau einbeziehen, der auf dem Einsatz von Werkstoffen mit hoher spezifischer Festigkeit basiert.

Im Projektverbund „Leichtbau mit neuen Werkstoffen, Verfahren, Füge-techniken und Berechnungsverfahren für den Großserienbau“ hatte die Bayerische Forschungsstiftung (BFS) bereits ein zweijähriges Projekt am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie gefördert, das schwerpunktmäßig die Umformung von Blechen aus Aluminiumlegierungen untersuchte. Bei

erhöhter Temperatur konnten dabei auch Magnesiumbleche umgeformt werden. Damit war nachgewiesen, dass dieses Material für wirkmedienbasierte Umformverfahren geeignet ist.

Die bislang am Markt erhältlichen Magnesiumbleche konnten die hohen industriellen Ansprüche an Reinheit, Oberflächengüte und Umformvermögen nicht erfüllen. Mittlerweile sind die anlagentechnischen Voraussetzungen für die Herstellung hochwertiger Magnesium-Feinbleche geschaffen.

Im neuen BFS-geförderten Projekt „Innenhochdruck-Umformen von Magnesiumblechen“ soll die umformtechnische Herstellung von Leichtbau-Strukturbauteilen aus Magnesiumblech zu seriennaher Qualität herangeführt werden.

In Form gebracht werden die Bleche mit Formwerkzeugen und einem flüssigen Medium, wie beispielsweise Öl. Über dieses Wirkmedium wird ein Druck ausgeübt, der zu einer Ausformung der Bleche entsprechend der Werkzeugform führt. Da Kaltumformbarkeit von Magnesium geringer ist als die von Stahl und Aluminium, muss die Prozesstemperatur über 200°C liegen. Im Gitteraufbau des Werkstoffes werden dann zusätzliche Gleitsysteme ak-



Machbarkeitsstudie: Kennzeichenblende aus Magnesiumblech AZ31B.

tiv. In der Praxis werden erweiterte systemtechnische Komponenten eingesetzt, die eine gezielte Erwärmung von Werkzeug und Wirkmedium ermöglichen. Der Fertigungsprozess wird deshalb als Halbwarm-Innenhochdruck-Umformen bezeichnet.



Prof. Dr.-Ing. Manfred Geiger  
Lehrstuhl für Fertigungstechnologie  
Tel.: 09131/85 -27140  
Dipl.-Ing. Joachim Hecht  
Tel.: 09131/85 -28285  
hecht@lft.uni-erlangen.de

Innenhochdruck-Umformen von Magnesiumblechen

## Ein Minimum an Reibung



Abb. 1: Hochviskoses Verhalten des Mediums, das im Umformprozess eingesetzt wird.

Leichtbau bedeutet einen gezielten Materialeinsatz: nur so viel soll aufgewendet werden, dass die Höchstbelastung aufgewogen wird, und das nur dort, wo es für die Konstruktion unerlässlich ist. Interessante Möglichkeiten dazu bietet das Innenhochdruck-Umformen, ein Verfahren, das noch sehr entwicklungsfähig ist. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat an der Universität Erlangen-Nürnberg ein Projekt am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie von Prof. Dr.-Ing. Manfred Geiger bewilligt, das die bisherigen Grenzen dieses Produk-

tionsverfahrens erweitern soll. Dipl.-Ing. Paolo Dal Bó setzt dazu beim Umformen von Rohren die Strömung einer hochviskosen Flüssigkeit ein.

Die Innenhochdruck-Umformung verspricht Bauteile in verbesserter Qualität, die zudem sehr kostengünstig sind und eine höhere Steifigkeit aufweisen. Im Fertigungsprozess kann Material auf diesem Weg teils gezielt angehäuft und an anderer Stelle je nach Vorgabe reduziert werden. Beim Umformen von langen und komplexen Rohren stößt das Verfahren jedoch

derzeit an seine Grenzen. Aufgrund der Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück wird ab einer bestimmten kritischen Länge der Führungszone (vgl. Abb.2) kein weiteres Material in die Aufweitzone des Rohres nachgeschoben. Stattdessen kommt es lediglich zum Aufstauchen in der Führungszone.

Ein hochviskoses, also äußerst zähflüssiges Medium soll die Reibung auf ein Minimum beschränken. Mit Hilfe der Strömung dieser Flüssigkeit wird der Spannungszustand entlang der Werkstoffoberfläche so beeinflusst, dass sich die Formgebungsgrenzen für Rohre erweitern. Das viskose Medium fließt entlang der Außenoberfläche eines Rohres durch Kanäle, die in das Werkzeug eingearbeitet sind. Auf diese Weise können axiale, quer zur Rohrlänge verlaufende Schubspannungen in das Werkstück eingeleitet werden, was den Materialfluss in Richtung der Aufweitzone unterstützt.

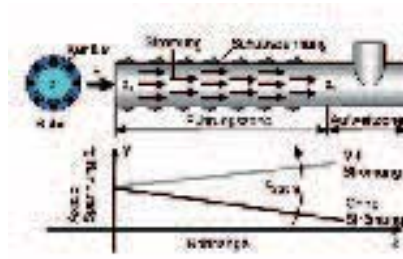


Abb. 2: Schematische Darstellung der Effekte der Strömung einer hochviskosen Flüssigkeit beim Innenhochdruck-Umformen von Rohren. Abbildungen: LFT

Über den Verlauf des Umformprozesses ist zu wenig bekannt, als dass diese innovative Technologie in der Industrie verwendet werden könnte. Das Forschungsprojekt am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie soll die Wissenslücken schließen. Parallel dazu wird nach dem Medium gesucht, das für diesen Zweck am besten geeignet ist. Die Flüssigkeit muss gleichermaßen Anforderungen an Hochviskosität und Wirtschaftlichkeit erfüllen und in der

Industrieproduktion einsetzbar sein. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert das Projekt für zwei Jahre.



Prof. Dr.-Ing. Manfred Geiger  
Tel.: 09131/85 -27140  
Dipl.-Ing. Paolo Dal Bó  
Tel.: 09131/85 -28317  
p.dalbo@lft.uni-erlangen.de

Leitfähige Diamantschicht neu entwickelt

## Pumpen ohne Funkenflug

Dünne Schichten aus Diamant sind unvergleichlich hart und glatt und schützen stark beanspruchte Maschinenbauteile bestens vor Verschleiß. Außerdem leiten die Kohlenstoff-Kristalle überschüssige Wärme ab; nur dem elektrischen Strom setzen sie hohen Widerstand entgegen. Deshalb dürfen explosive Substanzen in einer Pumpe nicht mit diamantbeschichteten Teilen in Kontakt kommen. An der Universität Erlangen-Nürnberg hat die Diamantforschungsgruppe des Lehrstuhls für Werkstoffkunde und Technologie der Metalle (WTM) von Prof. Dr. Robert Singer dieses Problem gelöst. In Zusammenarbeit mit dem Fürther Unternehmen DiaCCon GmbH gelang es erstmals, elektrisch leitfähige Diamantschichten auf keramischen Gleitringen herzustellen, und zwar durch Zugabe eines geringen Anteils Bor.

In der Tribologie, die sich mit Reibung, Verschleiß und Schmierung von gegeneinander bewegten Körpern befasst, werden Schutzschichten aus Diamant wegen ihrer herausragenden Eigenschaften die schwersten Aufgaben zugewiesen. Sie sind beispielsweise für den Einsatz in Hochleistungspumpen geeignet, da die hohe Härte und Wärmeleitfähigkeit und die niedrige Reibung effektiven Schutz von Gleitringen für Pumpenlager oder -dichtungen bedeutet. Pumpenteile mit Dia-



Abb. 1: Diamantbeschichtete Gleitringe

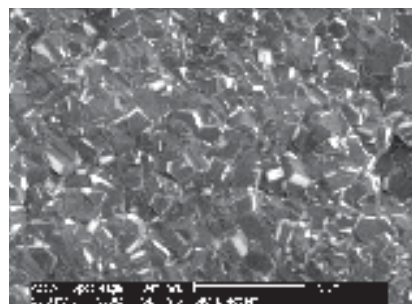


Abb. 2: Bor-dotierte Diamantschicht bei hoher Vergrößerung im Rasterelektronenmikroskop. Die kristalline Form der einzelnen, zusammengewachsenen Diamantkristalle wird durch den kleinen Borgehalt nicht gestört. Abbildungen: Lehrstuhl WTM

mantbeschichtungen haben eine wesentlich längere Lebensdauer und sind äußerst belastbar; sie halten sogar im Trockenlauf durch, wo heutige Standardbauteile sofort versagen.

Natürlicher Diamant ist allerdings ein Isolator, und auch künstlich hergestellte Diamantschichten sind durch einen hohen elektrischen Widerstand charakterisiert. Bei schneller Bewegung können sich beschichtete Gleitringe daher elektrisch aufladen. Dann kann nicht ausgeschlossen werden, dass Funken überspringen, was beim Pumpen von explosiven Flüssigkeiten höchst gefährlich ist. Eine Dotierung der Diamantschicht mit weniger als einem Prozent Bor, wie sie die WTM-Forschungsgruppe vorgenommen hat, kann diese Gefahr beseitigen. Nach dem Einbau von Bor-Atomen in das Kristallgitter besitzt der Diamant eine elektrische Leitfähigkeit, die Aufladungen verhindert. Bei Temperaturen über 600°C bildet sich außerdem Boroxid, das die Schicht zusätzlich vor Oxidation schützt. In weiteren Forschungsarbeiten soll der Einfluss der Bor-Dotierung auf die tribologischen Eigenschaften der Diamantschichten untersucht werden.



Stefan M. Rosiwal  
Lehrstuhl für Werkstoffkunde  
und Technologie der Metalle  
Tel.: 09131/85 -27517  
forosi@ww.uni-erlangen.de

Wirkmedienbasierte Umformung von Tailored Welded Blanks und Patchwork Blanks

# Innovative Kombinationen

Jeweils zwei innovative Technologien für den Leichtbau werden in zwei Projekten kombiniert, welche die Deutsche Forschungsgemeinschaft am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie von Prof. Dr. Manfred Geiger fördert. Dipl.-Ing. Massimo Tolazzi befasst sich mit der Umformung von aus verschiedenen Werkstoffen zusammengeschweißten Blechen. Dipl.-Ing. Klaus Lamprecht untersucht eine Kombination aus konventionellem Tiefziehen und wirkmedienbasierter Umformung.

Neue Karosseriekonzepte, die auf verringertes Fahrzeuggewicht abzielen, passen Werkstoff, Blechdicke und Umformeigenschaften lokal den jeweiligen Anforderungen an. Eine dafür entwickelte Technologie stellen die Tailored Welded Blanks (zusammengeschweißte Bleche) dar (vgl. Abb. 1a). Weitere Möglichkeiten für den Leichtbau bietet die wirkmedienbasierte Umformung, ein Verfahren, das zu einer homogenen Dehnungsverteilung und damit zu einer gleichmäßigen Verfestigung des Werkstoffs führt. Die Vorteile beider Technologien sollen genutzt werden.

Die richtige Wahl der Werkstoffe sowie die Herstellung eines Werkzeugs mit einem geteilten Niederhalter und einer aktiven Regelung der Niederhalterkraft werden die Überwindung der aktuellen technischen Probleme ermöglichen. Eine Druckmessfolie (Abb. 1b) wird in Echtzeit die Verteilung der Oberflächenpressung im Flansch und damit die aktuelle Lage des Blechs ermitteln können. Im Fall eines asymmetrischen Blecheinzugs soll durch eine externe Regelung die Niederhalterkraft in bestimmten Bereichen des Flansches angepasst und damit die Asymmetrie ausgeglichen werden.

Eine weitere Möglichkeit ist, diese asymmetrische Umformung nicht zu vermeiden, sondern sie gezielt durch eine Optimierung des Ausgangsblechzuschnitts, insbesondere durch Verwendung von nicht linearen Schweißnähten, zu nutzen. Vorteil dieser Strategie ist es, dass das Umformpotential beider Werkstoffe bestmöglich genutzt wird und außerdem eine zusätzliche Gewichtseinsparung realisiert werden kann. Die experimentellen Untersuchungen werden durch Finite Elemente Simulationen unterstützt, wodurch eine ganzheitliche Betrachtung und eine effektive Prozessauslegung von wirkmedienbasierten Umformprozessen ermöglicht werden.

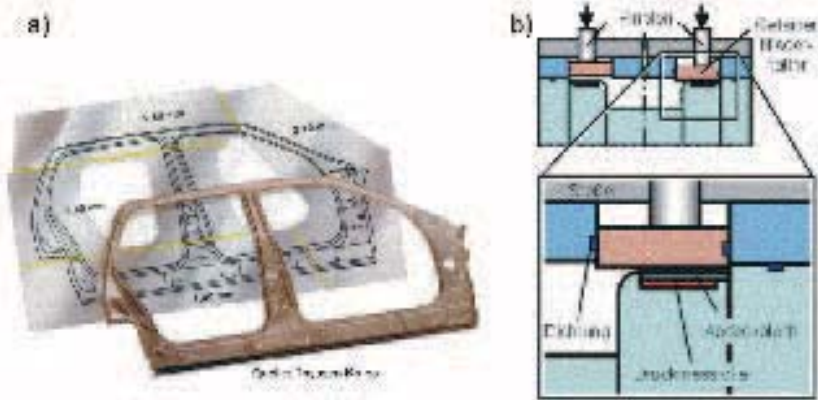


Abb.1a): Automobilseitenrahmen aus verschiedenen zusammengeschweißten Werkstoffen mit unterschiedlichen Blechdicken; b): Schematische Ansicht des zu entwickelnden Werkzeugs. Abbildung: LFT

## Patchwork-Platinen

Fortgesetzt wird die Förderung des Projekts „Wirkmedienumformung von tiefgezogenen Vorformen ausgehend von Platinen mit lokal unterschiedlichen Fließeigenschaften“ für weitere zwei Jahre. Der aktuelle Abschnitt des Forschungsvorhabens widmet sich insbesondere der Untersuchung der Umformeigenschaften von Patchwork Blanks, die ähnlich den Tailored Blanks ein hohes Leichtbaupotential aufweisen. Gegenstand der Untersuchungen ist außerdem die Entwicklung und Verifikation von geeigneten Modellierungstechniken, mit denen Patchwork Blanks in Finite Elemente Simulationen dargestellt werden können. Darüber hinaus soll demonstriert werden, dass die Verfahrenskombination für den Serieneinsatz geeignet ist.

Beim Tiefziehen mit starrem Stempel wird zunächst ein kontrollierter Werkstoff-

fluss und somit eine gleichmäßige Verformung der Ausgangsplatine bewirkt. Bei der anschließenden wirkmedienbasierten Umformung werden komplexe Formelemente erzeugt und eine homogen über das Bauteil verteilte Verfestigung eingestellt (Abb. 2). So sollen die Vorteile des Innenhochdruck-Umformens auch für inhomogene Platinen nutzbar gemacht werden.



Prof. Dr.-Ing. Manfred Geiger  
Tel.: 09131/85 -27140  
Dipl.-Ing. Massimo Tolazzi  
Tel.: 09131/85 -28285  
tolazzi@lft.uni-erlangen.de  
Dipl.-Ing. Klaus Lamprecht  
Tel.: 09131/85 -28317  
k.lamprecht@lft.uni-erlangen.de

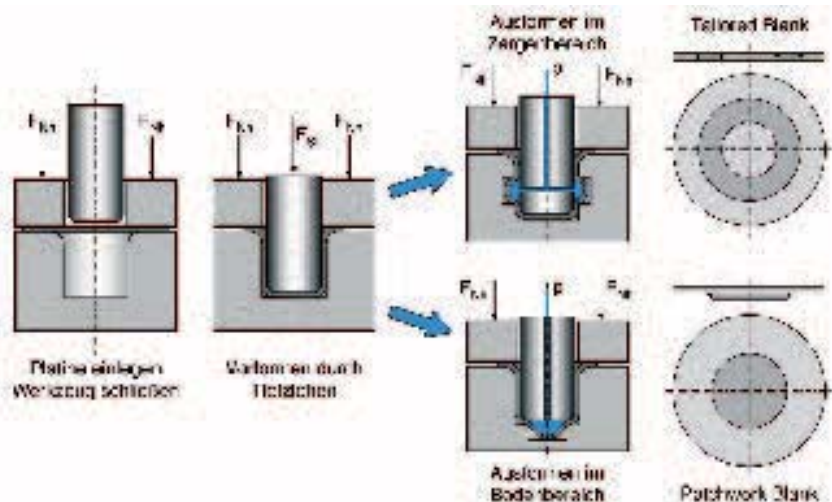


Abb. 2: Verfahrenskombination aus Tiefziehen und wirkmedienbasierter Umformung. Abbildung: LFT

Objekterkennung mittels Ultraschall

# Künstlicher Fledermauskopf mit Empfangs- und Sendesystem

Fledermäuse gelten als Spezialisten der Hörkunst. Mit Stimme und Ohren finden sie ihre Beute nach dem Prinzip des Echolots. Diese Fähigkeiten sollen genutzt werden, um in der Robotik und der Automatisierungstechnik die Objekterkennung durch Ultraschall zu verbessern. Unter maßgeblicher Mitwirkung des Lehrstuhls für Sensorik von Prof. Dr. Reinhard Lerch wird ein internationales Projekt zur Erforschung des Ultraschall-Ortungssystems von Fledermäusen durchgeführt. Ein Team aus Ingenieuren und Biologen entwickelt hierzu einen künstlichen Fledermauskopf, der im Gegensatz zu bisherigen Realisierungen in seinen Abmessungen einem realen Fledermauskopf entspricht.

Das neu konstruierte mechanische Bewegungssystem mit mehreren Freiheitsgraden ermöglicht sogar die realitätsgetreue Beweglichkeit der Ohren und des Mundes. Damit können die Bewegungsmuster einer Fledermaus naturgetreu nachgebildet werden. Die Forschergruppe will so einen entscheidenden Einblick in die Ortungsmechanismen von Fledermäusen gewinnen.

Neben der komplizierten Feinmechanik stellt auch die Generierung und die Verarbeitung der fledermaustypischen Signale eine große Herausforderung dar, da Fledermäuse sowohl die Frequenz als auch die Amplitude des zur Ortung abgegebenen akustischen Signals über die Zeit verändern. Der Einfluss dieser als „Chirp“ bezeichneten Signalförmigkeit auf das Orientierungsvermögen der Fledermause ist ebenfalls Gegenstand der Forschungsarbeiten. Um eine möglichst schnelle digitale Aus-



Abb. 2: Bronzeohren in verschiedenen für Fledermause typischen Formen.

wertung der über die Ohren empfangenen Signale zu gewährleisten, wird eine spezielle Auswertelektronik auf der Basis eines neuronalen Netzwerkes entwickelt.

Da ein Ultraschallwandler mit dem für Fledermäuse typischen Frequenzbereich von 20 - 200 kHz schwierig zu realisieren ist, wurde bisher nur ein Teil des Frequenzbereiches des Echoortungssystems untersucht. Die verschiedenen Fledermaussignale sind aber nur unter Ausnutzung des gesamten Frequenzbereiches realitätsnah zu erzeugen.

Der Schwerpunkt der an der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführten Arbeit liegt deshalb in der Entwicklung geeigneter Ultraschallsender und -empfänger (Puls-Echo-Wandler), die bezüglich Frequenzbereich, abgestrahltem Schalldruck

und Dynamik dem Empfangs- und Sendesystem von Fledermäusen weitestgehend entsprechen. Neben diesen akustischen Vorgaben müssen die Puls-Echo-Wandler in Größe und Gewicht so dimensioniert werden, dass sie die Beweglichkeit des künstlichen Fledermauskopfes nicht beeinträchtigen. Um diese hohen Anforderungen zu erfüllen, bedarf es eines besonderen Wandlermaterials für den Ultraschallsender und -empfänger. Als besonders gut geeignet erwies sich hierbei eine neu entwickelte ferroelektrische Folie mit zellulärer Struktur. Dank dieses Electro Mechanical Films konnte ein Ultraschallsender mit kleinen Abmessungen und großer Schalleistung entwickelt werden.

Neben den Eigenschaften der Ultraschallwandler sind auch das Fledermausohr und dessen unterschiedliche Form für die Empfangscharakteristik entscheidend. Untersucht wird dies mittels Simulation und Messung. Hierzu werden unter Verwendung eines Röntgenverfahrens die Ohren verschiedener Arten von Fledermäusen eingescannt und daraus Computermodelle für die Simulation und Kunststoffmodelle für die Messung erzeugt. (Abb. 1) Die Richtcharakteristik der Ohren wird mit einer am Lehrstuhl für Sensorik entwickelten speziellen Software simuliert. Mit Hilfe eines genetischen Algorithmus sollen die günstigsten Formen für die künstlichen Ohren (Abb. 2) gefunden werden, die dann zusammen mit den Ultraschallempfängern auf dem mechanischen Fledermauskopf angebracht werden.

Für erste Feldversuche wird der Prototyp eines künstlichen Fledermauskopfes auf einen fahrbaren Roboter montiert. Der aktuelle Forschungsstand ist im Internet unter [www.circe-project.org](http://www.circe-project.org) zu finden.

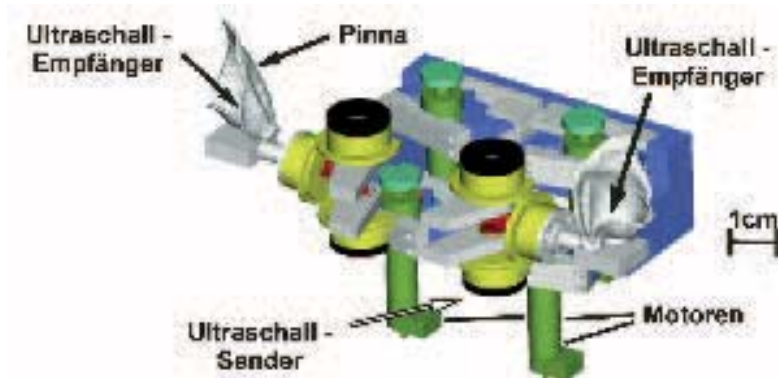


Abb. 1: CAD-Modell des Roboterkopfes.

Abbildungen: Lehrstuhl für Sensorik

**i**  
 Dipl.-Ing. Alexander Streicher  
 Lehrstuhl für Sensorik  
 Tel.: 09131/85 -22145  
[alexander.streicher@lse.e-technik.uni-erlangen.de](mailto:alexander.streicher@lse.e-technik.uni-erlangen.de)

Interdisziplinäres Zentrum ECOSYS

# Umweltforschung mit System

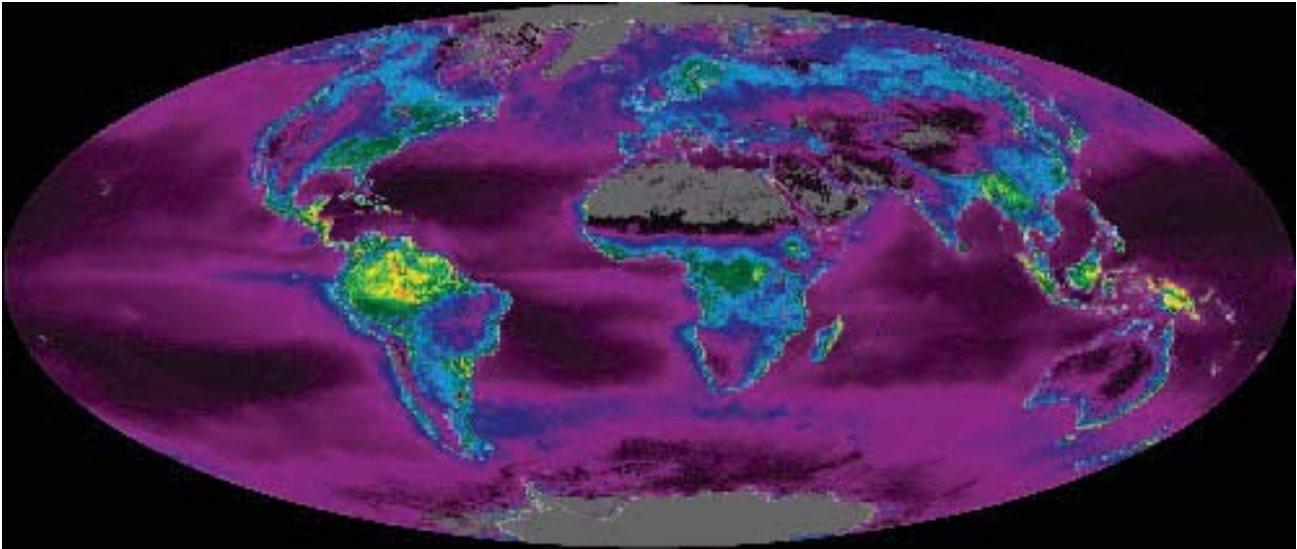


Abb. 1: Chlorophyllfluoreszenz in den Ozeanen in Falschfarbendarstellung aufgenommen mit dem Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) 2002 an Bord des NASA Terra Satelliten.

Das neue Interdisziplinäre Zentrum (IZ) Ökosystemare Forschung (ECOSYS) an der Universität Erlangen-Nürnberg hat sich aus einem multidisziplinären Schwerpunkt entwickelt, der die wechselseitigen Verknüpfungen von biotischen und abiotischen Systemen durch Stoffflüsse untersucht. Das IZ kombiniert die ausgewiesene Expertise der beteiligten biologischen, chemischen, geographischen, geologischen und technologischen Lehrstühle und Arbeitsgruppen im Bereich der angewandten und Grundlagenforschung. Im Vordergrund stehen die multidisziplinäre Untersuchung von aquatischen und terrestrischen Ökosystemen sowie die Entwicklung von Strategien zur Vermeidung und Beseitigung von anthropogenen Schäden. Die anwendungsbezogene Umweltrelevanz der bearbeiteten Probleme positioniert das IZ im Zentrum von politischen und gesellschaftlichen Fragestellungen mit nationalen und internationalen Dimensionen.

Die besondere Stärke von ECOSYS liegt in der Bündelung von ökologisch ausgerichteter Grundlagenforschung und technischen Anwendungen. Die per se schon multidisziplinäre Ökologie wird dabei durch die technische Umsetzung nachhaltig erweitert und aufgewertet. Die spezifische Ausrichtung des IZ wird die Universität attraktiver für Studenten machen und als Kompetenzzentrum einen wichtigen Ansprechpartner für Industrie, Politik, Medien und die Öffentlichkeit dar-

stellen. Die Kompetenz besteht dabei zum einen auf der Basis der vorhandenen Expertise in der Informationsweitergabe nach innen und außen und zum anderen in der multidisziplinären Bearbeitung von neuen Fragestellungen bis hin zu technischen Machbarkeitsstudien.

Im Bereich der Forschung wird die Bündelung der vorhandenen intellektuellen und instrumentellen Ressourcen eine erhöhte Einwerbung von Drittmitteln für Projekte erlauben, die von einzelnen Lehrstühlen nicht oder nur eingeschränkt bearbeitet werden könnten.

Multilaterale Projekte ermöglichen die Erarbeitung von Bewertungskriterien für potentielle Gefährdungen der Umwelt durch anthropogene Einflüsse unter Berücksichtigung der untereinander abhängigen Komponenten Luft, Wasser, Boden, Pflanzen, Tiere und Menschen. Diese Fragestellung wird vom IZ unter Nutzung vorhandener und zu erweiternder Biomonitoring-Systeme und der analytischen Expertise der Partner bearbeitet. Ein Schwerpunkt der Forschungsausrichtung des IZ liegt auf der Etablierung und Quantifizierung von geeigneten Monitoringsystemen.

Der gegenseitige Austausch von Diplomanden, Doktoranden und wissenschaftlichen Mitarbeitern zum Erlernen neuer Techniken und Bearbeitung von Fragestellungen, die mit den an den jeweiligen Lehrstühlen etablierten Methoden nicht gelöst werden können, wird den Horizont über das in vielen Fällen limitierte eigene

Arbeitsgebiet hinaus erweitern. Die von den beteiligten Partnern angebotenen Lehrveranstaltungen werden im Rahmen bestehender Prüfungsordnungen gegenseitig anerkannt. Zusätzlich werden gemeinsame Veranstaltungen, wie Ringvorlesungen und fächerübergreifende Praktika und Übungen angeboten. Das bereits jetzt sehr umfangreiche Lehrangebot ist im Vorlesungsverzeichnis und im Netz unter der Rubrik „Interdisziplinäre Zentren, Ökosystemare Forschung“ aufgelistet.

Die Mitarbeiterseminare der Lehrstühle ermöglichen eine breitere Information über die aktuellen Arbeiten hinaus. Im Graduiertenbereich wird ein jährliches Seminar von Mitarbeitern aller beteiligten Lehrstühle angeboten, in dem aktuelle Forschungsergebnisse und Techniken vorgestellt werden sollen. Für das Promotionsnebenfach sprechen die beteiligten Lehrstühle Empfehlungen aus. Außerdem soll eine Verbreiterung der Ausbildung und methodischen Vielfalt der Studenten und Mitarbeiter die Absolventen auch in der derzeitigen angespannten Wirtschaftslage attraktiver für Arbeitgeber machen. Mittelfristig wird die Einrichtung eines Graduiertenkollegs und eines DFG-Schwerpunktes angestrebt.

Der Vorstand des IZ besteht aus dem Sprecher Prof. Dr. Donat-P. Häder sowie Prof. Dr. Uwe Treter, Prof. Dr. Ronald Böcker und Prof. Dr. Thomas Neeße. Das IZ umfasst neun Lehrstühle und Arbeitsgruppen aus vier Fakultäten.

### Beteiligte Lehrstühle und Arbeitsgruppen

Im Bereich der Medizinischen Fakultät arbeitet Prof. Böcker am Lehrstuhl für Klinische Pharmakologie an der Quantifizierung toxischer Wirkungen von bromierten Flammschutzmitteln, der Interaktion körperfremder Stoffe mit spezifischen Enzymen (von Versuchstieren und des Menschen) und Untersuchungen zum Metabolismus körperfremder Substanzen.

Aus der Naturwissenschaftlichen Fakultät II ist der Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen (Prof. Häder) am IZ beteiligt, dessen Arbeiten auf zwei Arbeitsgebiete konzentriert sind. Zum einen wird der Einfluss von kurzweiliger ultravioletter Strahlung auf aquatische Ökosysteme untersucht, zum anderen die Wirkung der Schwerkraft auf die Orientierung von Mikroorganismen in der Wassersäule auf molekularer Basis analysiert. Mit Hilfe von Drittmittelprojekten werden dabei entwickelte Technologien zur Marktreife geführt.

Das Hauptinteresse der am selben Institut angesiedelten AG Geobotanik (Prof. Dr. Werner Nezadal) am Lehrstuhl für Molekulare Pflanzenphysiologie liegt in der Vegetationsökologie. Untersuchungsthemen sind die Beziehungen zwischen Vegetation und Standort und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten der Bioindikation sowie Fragen zur Pflanzensystematik und Biodiversität.

Der Lehrstuhl für Zoologie I (Prof. Dr. Lutz Wasserthal) untersucht die wechselseitigen Beziehungen zwischen Schmetterlingen und Pflanzen und ihren Prädatoren und bearbeitet Fragen des Lebenszyklus einheimischer und tropischer Schmetterlinge (Madagaskar, Costa Rica) in Beziehung zu ihren Wirtspflanzen, die Bestäuber-Rolle tropischer Spingiden sowie Nektarbedarf und Aktivitätsmuster. Bei den Strategien zur Feindvermeidung werden die Ultraschall-Wahrnehmung und optische Orientierung bei Nacht und ihre Bedeutung bei intra- und interspezifischen Interaktionen sowie die Thermoregulation bei Tag- und Nachtfaltern untersucht.

In parasitologischen Untersuchungen befasst sich die Arbeitsgruppe Prof. Dr. Wilfried Haas (Lehrstuhl Zoologie I) mit der Übertragung frei lebender Parasitenstadien in ihre Wirte. Dabei werden molekulare Analysen mit ökologischen Untersuchungen kombiniert. Die Mechanismen der Wirtserkennung werden zur Entwicklung selektiver umweltfreundlicher Bekämpfungsverfahren herangezogen.

Schwerpunkte der Arbeiten von Prof. von Helversen (Lehrstuhl Zoologie II) sind „sensory ecology“ und „cognitive ecology“ von blütenbesuchenden Fledermäusen,



Abb. 2: Luftaufnahme der Babitongabucht im Staat Santa Catharina (Südbrasilien).

sen, Energiebudgets von Blütenbesuchern und Samenverbreitung durch fruchtfressende Fledermäuse sowie die Renaturierung anthropogen degradierter Habitats.

Die umweltrelevanten Forschungsschwerpunkte von Prof. Dr. Ulrich Nickel (Institut für Physikalische Chemie) liegen auf homogener Kinetik, Elektrochemie und Analytik, z.B. der elektrochemischen Aufbereitung industriellen Abwassers und der Adsorption von Schadstoffen an geeigneten Materialien.

In der Naturwissenschaftlichen Fakultät III befasst sich Prof. Dr. Heinz-Jürgen Tobschall (Lehrstuhl für Angewandte Geologie), meist im Rahmen interdisziplinärer Projekte, mit Gesetzmäßigkeiten, die den Transport, die Fixierung und evtl. die Remobilisierung von anthropogen eingebrachten anorganischen und organischen Schadstoffen in aquatischen Systemen steuern. Metallorganische Verbindungen und ihre Wechselwirkungen mit Mineraloberflächen und natürlichen organischen Heteropolykondensaten sind ein Arbeitsschwerpunkt.

Am Lehrstuhl für Physische Geographie (Prof. Treter) werden zusammen mit Prof. Dr. Michael Richter vor allem Projekte zur Vegetations- und Klimageographie sowie Geoökologie bearbeitet, z.B. die Dynamik verschiedener Vegetationsformationen, insbesondere von Wäldern, Phytoindikatoren, Feuerökologie, Dendrochronologie und Hochgebirgsökologie.

Die Technische Fakultät ist mit dem Lehrstuhl für Umweltverfahrenstechnik (Prof. Neeße) am IZ vertreten, der sich mit der Grundlagenforschung und Verfahrensentwicklung zur Altlastensanierung beschäftigt. Schwerpunkte liegen auf Stoff-

untersuchungen an kontaminierten Böden, Computersimulation von Bodenwaschverfahren, Weiterentwicklung von Prozessen in Bodenwaschverfahren, der Verfahrensentwicklung im Bereich Recycling von mineralischen Rohstoffen, Entwicklung eines Verfahrens zur Behandlung von Sandfangrückständen, Stoffuntersuchungen und Verfahrensvorschläge zur Sanierung von bleihaltigen Schießplatzböden und der wissenschaftlichen Begleitung von Sanierungen.

Unter den zahlreichen bi- und multilateralen Kooperationen der ECOSYS-Partner ist das Projekt „Babitonga 2000“ mit Beteiligung von fünf Lehrstühlen aus dem IZ herauszuheben. Zusammen mit der südbrasilianischen Universität von Joinville werden ökologische Fragestellungen an der Bucht von Babitonga untersucht. Der Charme dieses Unternehmens liegt in der Fokussierung unterschiedlichster Methoden und Fragestellungen auf ein gemeinsames Ziel: die Analyse der aquatischen und terrestrischen Ökosysteme, die Belastung durch anthropogene Schadstoffe und deren mögliche Beseitigung.

Das IZ Ökosystemare Forschung ist für weitere kompetente Partner ausdrücklich offen. Die Erweiterung um mehrere Teilnehmer ist bereits für die nahe Zukunft geplant.



Prof. Dr. Donat-P. Häder  
Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen  
Tel.: 09131/85 -28216  
dphaeder@biologie.uni-erlangen.de

Geodynamik an 600 Millionen Jahre alten Kontinentalplattenrändern

# Spuren von versunkenen Ozeanen

Erdbeben, Vulkanausbrüche, submarine hydrothermale Lagerstättenbildung: An den Grenzen der großen kontinentalen und ozeanischen Krustenplatten konzentriert sich das aktuelle geodynamische Geschehen. Die Platten und Plattengrenzen sind sehr mobil und bewegen sich schon seit mindestens 600 Millionen Jahren über den Globus. Wie aber kann man in Gebieten mit alten Kristallingesteinen, so wie in den Alpen, ein längst vergangenes plattentektonisches Geschehen rekonstruieren? Immerhin liegen diese Gesteine heute inmitten der europäischen Krustenplatte und wurden dieser schon vor Jahrmillionen angegliedert. Dennoch kommen Forscher am Institut für Geologie und Mineralogie den früheren Wanderungen der Gesteine auf die Spur.

Eine wichtige Voraussetzung bildet eine geologische Karte, in der die Gesteinsvorkommen eingetragen sind.<sup>1)</sup> Im Gebiet des ostalpinen Kristallins südlich der Hohen Tauern sind Orthogneis, Eklogit, Hornblende-Gneis (Abb. 1) und Granat-Amphibolit zu finden, allesamt Meta-Magmatite, das heißt umgewandelte („metamorphe“) magmatische Gesteine. Bereits vor 350 bis 300 Millionen Jahren, während der variskischen Kontinentkollision, erfuhren diese Gesteine bei einer Versenkung in über 30 km Tiefe und bei Temperaturen bis zu 680°C eine intensive Umwandlung. Als vor 100 bis 30 Millionen Jahren das alpidische Gebirge entstand, wurden sie nochmals in der Tiefe überformt und kamen schließlich zutage.

Ein erster Schlüssel zum Erkennen alter Plattenränder ist die Geochemie. Junge vulkanische und plutonische Gesteine haben typische Element-Verteilungsmuster, die den jeweiligen Plattenrändern zuzuordnen sind. Die Geowissenschaftler nahmen also Proben der in den geologischen Karten verzeichneten Meta-Magmatite. An den Pulvern der aufgemahlene Gesteinsproben lassen sich die Haupt- und Spurenelement-Konzentrationen sowie die Isotopenverhältnisse einiger Elemente mit Röntgenfluoreszenz (RFA), Inductive Coupled Plasma Mass Spektrometry (ICP-MS) und Feststoff-Massenspektrometrie (TIMS) bestimmen. Einige Elemente blieben bei der Gesteinsumwandlung immobil



Abb. 1: Polierter Anschnitt eines Hornblende-Gneises mit lagenweise angeordneten grünen Hornblende-Kristallen.

und zeigen noch die bei der Erstarrung der Gesteinsschmelze entstandenen magmatischen Element-Verteilungsmuster. Diese

Elemente vergleicht („normiert“) man zum einen mit mittelozeanischem Rückenbasalt (MORB) als Modell für einen bereits differenzierten Erdmantels. Zum anderen normiert man auf das Meteoritengestein Chondrit, das die Zusammensetzung des Urmantels der Erde repräsentiert. Für bestimmte magmatische Gesteinsgruppen ergeben sich signifikante Ab- und Anreicherungsmuster von Elementen (Abb. 2), aus denen auf die Krusten- und Mantelanteile, die Entwicklung („Differentiation“) und den plattentektonischen Entstehungsort der Gesteinsschmelzen zu schließen ist.

Die Hornblende-Gneise waren demnach ehemals Inselbogen-Magmatite über einer Subduktionszone und zeigen selektive Verarmung an Niobium und Tantal. Dagegen gingen die Granat-Amphibolite mit starker Anreicherung von Niobium, Tantal und aller Seltenerdelemente aus Intraplattenbasalten hervor. Damit werden zwei völlig unterschiedliche, ja widersprüchliche Typen von Plattenrändern signalisiert.

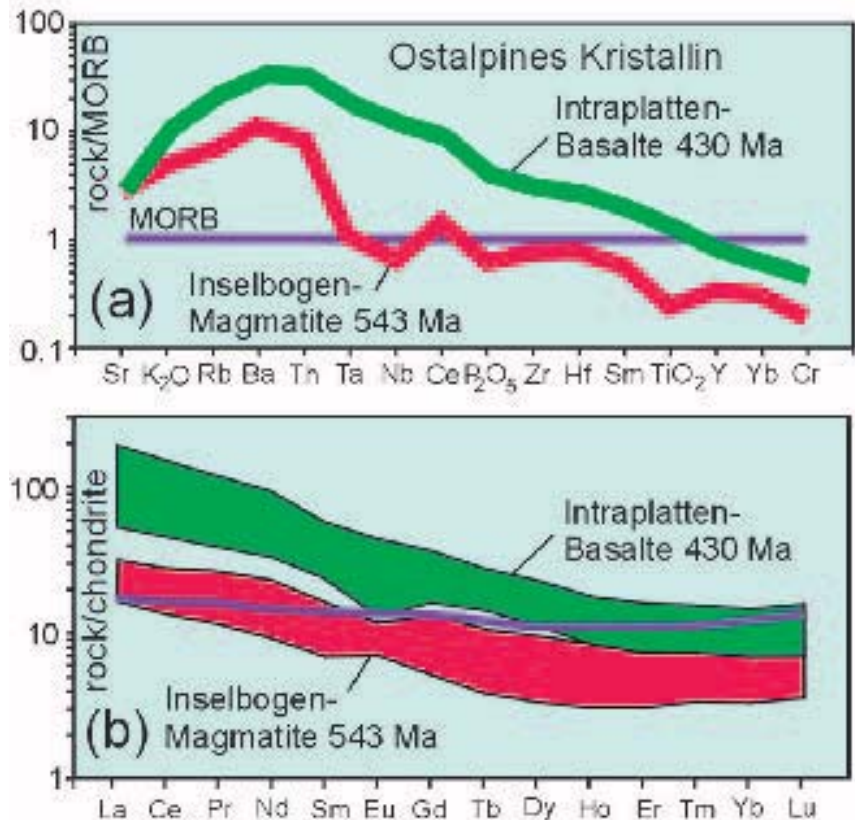


Abb. 2: Normierte Elementverteilungsmuster für Hornblende-Gneise (ehemalige Inselbogen-Magmatite) und Granat-Amphibolit (ehemaliger Intraplatten-Basalt) aus dem ostalpinen Kristallin in Osttirol (Ma: Alter in Millionen Jahren).

1) Zur geologischen Kartierung in den Alpen vgl. Unikumier.magazin Nr. 104, 2003, S. 62 f.

Um diesen Sachverhalt zu klären, benötigt man Altersdatierungen, den zweiten Schlüssel zur Rekonstruktion der Vorgänge an alten Plattenrändern. Bei Abkühlung magmatischer Schmelzen kristallisieren Minerale in einer wohldefinierten Reihenfolge aus. Darunter ist Zirkon ( $ZrSiO_4$ ), der auch die Elemente U, Th, und Pb in Spuren von 100 - 1000 ppm in sein Kristallgitter einbauen kann. Leider ist Zirkon in Inselbogen- und Intraplatten-Magmatiten nur selten und in geringen Mengen zu finden. Man muss etliche etwa 50 kg schwere und mühsam zu Tal getragene Gesteinsproben aufmahlen und durch Sieben und Schwerentrennen mechanisch aufbereiten. Mit Glück finden sich im Körnerkonzentrat unter dem Mikroskop einige höchstens 250  $\mu m$  große Zirkonkristalle (Abb. 3a). Das im Zirkonkristall eingebaute Uran mit den Isotopen  $^{238}U$  und  $^{235}U$  zerfällt mit bestimmten Halbwertszeiten in geologischen Zeiträumen zu den Blei-Isotopen  $^{206}Pb$  und  $^{207}Pb$ . Aus den Isotopenverhältnissen kann man über die Zerfallsgleichungen die Bildungsalter der Zirkone berechnen (Abb. 3b), die das Erstarrungsalter der Schmelze wiedergeben dürften.

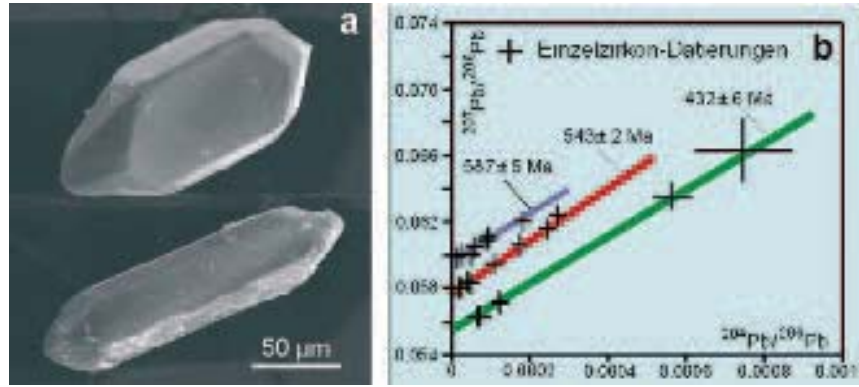


Abb. 3a: Zirkon-Kristalle im Rückstreu-Elektronen-Mikroskop (REM). Abb. 3b: Blei-Isotopenverhältnisse von Einzelzirkonen aus verschiedenen Meta-Magmatiten des ostalpinen Kristallins. Nach Regression ergeben sich über Zerfallsgleichungen und Halbwertszeiten die Erstarrungsalter der Gesteinsschmelzen (Ma, Alter in Millionen Jahren).

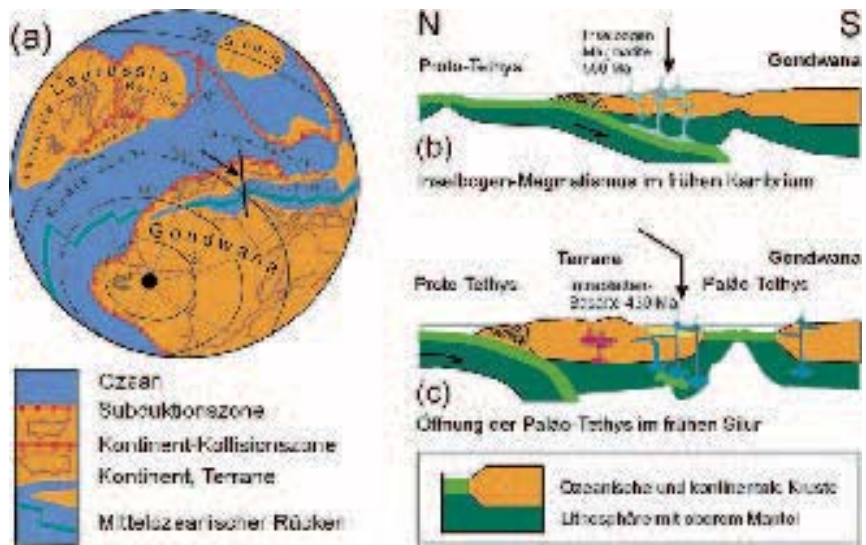


Abb. 4a: Paläogeographisches Modell der Kontinente und Ozeane vor 430 Millionen Jahren im frühen Silur. Pfeile zeigen die Position des ostalpinen Kristallins. Abb. 4b: Modell der frühpaläozoischen Kontinentalrand-Dynamik im ostalpinen Kristallin. Aktiver Kontinentalrand mit Subduktion eines Ozeans im frühen Kambrium, vor 550 Millionen Jahren. Abb. 4c: Passiver Kontinentalrand mit Öffnung eines neuen Ozeans im frühen Silur, vor 430 Millionen Jahren. Abbildungen: Institut für Geologie und Mineralogie

Im Falle der ostalpinen Meta-Magmatite ergaben sich für die Subduktions-typischen Inselbogen-Magmatite Alter von 590 und um 540 Millionen Jahre (Ma), und für die Intraplattenbasalt-typischen Magmatite 430 Millionen Jahre (Abb. 3b). Es gab also zuerst Magmatismus im Zusammenhang mit dem Abtauchen einer ozeanischen Platte, einer Subduktion. Danach kam es zum Magmatismus beim Zerbrennen einer kontinentalen Platte mit Neubildung eines Plattenrandes, dem Beginn der Öffnung eines neuen Ozeans.

In der Zusammenschau von geochemischen, radiochronologischen, paläomagnetischen, sedimentologischen und paläontologischen Daten läßt sich ein Modell zur Lage von Kontinenten im Laufe der Erdgeschichte entwickeln (Abb. 4a). Demnach lag das ostalpine Kristallin vor 430 Millionen Jahren in einem großen Kontinentspan („Terrane“) der dem aus Afrika, Südamerika, Indien und Australien zusammengesetzten Gondwana-Kontinent in hohen südlichen Breiten vorgelagert war. Ein großer Ozean trennte das Terrane vom äquatorialen Nordkontinent Laurussia mit den bereits kollidierten Kontinentstücken Laurentia (Nordamerika, Grönland, Schottland), Baltica (Skandinavien) und Avalonia (Ostrand von Nordamerika, England).

Die Meta-Magmatite des ostalpinen Kristallins sind Zeugen des im schematischen Querschnitt aufgezeigten platten-

tektonischen Geschehens im frühen Paläozoikum: Am Nordrand von Gondwana wurde noch im Neoproterozoikum vor etwa 600 Millionen Jahren und vor allem im frühen Kambrium (ab 550 Millionen Jahren) bei der südgerichteten Subduktion eines alten Ozeans ein aktiver Kontinentalrand ausgebildet. Anfangs entstand dabei ein Inselbogen, etwa so, wie er heute in Japan vorliegt (Abb. 4b). Durch Anlagerung und Magmatismus reifte er zu einem breiten Gebirge im Typus der jetzigen Anden heran. Mit der Öffnung eines neuen, jüngeren Ozeans im Silur löste sich ein Kontinentspan von Gondwana und es entwickelte sich dort ein passiver Kontinentalrand (Abb. 4c). Erst wesentlich später, vor 350 bis 300 Millionen Jahren, nach einer vollständigen Subduktion der beiden Ozeane und einer weiten nordgerichteten Wanderung trafen das Terrane, Gondwana und Laurussia bei der variskischen Kollision aufeinander.

Was nützen solche Rekonstruktionen von Puzzle-Stücken in der Geschichte des Planeten Erde? Element-Anreicherungen in der Kruste, also Lagerstätten, sind an bestimmte Zeiten der Erdgeschichte und an bestimmte Formen des magmatischen Geschehens und damit der Plattenbewegungen gebunden. Die zeitliche und plattentektonische Entwicklung in einem Segment der kontinentalen Kruste vermittelt damit wichtige Ansatzpunkte für die Exploration von Rohstoffen.



Prof. Dr. Bernhard Schulz  
 Institut für Geologie und Mineralogie  
 bschulz@geol.uni-erlangen.de  
 z. Zt. Lehrstuhlvertretung:  
 Institut für Mineralogie  
 Am Hubland, 97074 Würzburg  
 Tel.: 0931/888-4693

Mikroalgen aus modernen Photobioreaktoren als Produzenten von Virostatika

# Pharmaziereservoir aus dem Meer

Als Sauerstofflieferanten und Nahrungsquelle für vieles, was im Wasser lebt, sind Mikroalgen unentbehrlich. Medizin und Pharmazie zeigen aus anderen Gründen Interesse für die vielseitigen Einzeller: sie können Substanzen herstellen, die Viren, Bakterien und Krebszellen angreifen. Diese Fähigkeiten in den Dienst der menschlichen Gesundheit zu nehmen, ist allerdings nicht so einfach, denn die Algen stellen hohe Ansprüche an Aufzuchtbedingungen. Mit neuartigen Bioreaktoren hat die Arbeitsgruppe „Phototrophe Mikroorganismen“ am Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik der Universität Erlangen-Nürnberg gute Voraussetzungen dafür geschaffen, gründlich auszuloten, wie die winzigen Organismen für Menschen von Nutzen sein können.

Die Erforschung biologisch aktiver Naturstoffe, die von Meeresorganismen produziert werden, gehört zu den Schwer-

punkten, auf die Prof. Dr. Rainer Buchholz setzt. Als er im September 2002 den damals neu gegründeten Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik übernahm, kam ein Großteil seiner Mitarbeiter mit ihm, so dass von Anfang an vier Arbeitsgruppen etabliert werden konnten. Die Arbeitsgruppe „Zellkultur und Immobilisierung“ befasst sich beispielsweise mit Grundlagen der Regeneration von Geweben oder mit biologischem Pflanzenschutz. Die Arbeitsgruppe „Screening“ entwickelt Methoden, mit denen vielversprechende Wirkstoffe in Pflanzen, Algen und Mikroorganismen entdeckt werden können, und Verfahren, um solche Substanzen in hoher Reinheit zu gewinnen.

Um stabile und ergebigere Kulturen als Rohstoffquellen für Nahrungsergänzung und neue medizinische Therapien geht es in den beiden anderen Arbeitsgebieten, wobei die Gruppe „Pflanzenzelltechnologie“ eher größere Algen und Moose im Blick hat, während Mikroalgen von einer eigenen Gruppe unter der Leitung von Dr. Christian Walter untersucht werden. Ein derzeit laufendes Projekt mit dem Titel „Screening antiviraler Komponenten aus aquatischen Mikroorganismen“ wird von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) gefördert; hier steht der Kampf gegen Herpes- und Cytomegalieviren im Vordergrund.

Humane Herpesviren vom Typ 6 (A/B) und 7 sowie das Cytomegalievirus (CMV) werden in stark erhöhter Zahl bei HIV-Patienten, Transplantierten oder auch Säuglingen nachgewiesen, also bei Personen, deren Immunsystem geschwächt ist. Die Viren stehen im Verdacht, in eine Vielzahl von Erkrankungen verwickelt zu sein, darunter so schwerwiegende Krankheiten wie Knochenmarkschädigung und Multiple Sklerose. Kein Ansatz zur Behandlung der Viruserkrankungen hat sich bisher als befriedigend erwiesen; außerdem sind zunehmend Resistenzen gegen derzeitige verwendete Präparate zu beobachten.

Auf der Suche nach neuen, effektiven Produkten sind die Mikroalgen ins Blickfeld der Forscher geraten, da sie durch ihren Stoffwechsel eine Vielzahl biologisch aktiver Moleküle produzieren, unter anderem solche mit antibiotischen, antiviralen und gegen Krebszellen gerichteten Wirkungen. Verschiedene Extrakte aus Algen hemmen nachweislich die Vermehrung

krankheitserregender Viren. Besonders gut funktioniert diese Gegenwehr beim Humanen Immunschwächevirus HIV und einigen Herpes Simplex-Viren. Wichtig ist nun, herauszufinden, welche einzelnen Moleküle aus dem „Wirkstoffcocktail“ bestimmte Funktionen übernehmen. Durch Aufklärung von Struktur und Wirkung der isolierten Komponenten sollen Erkenntnisse über den Infektionsvorgang gewonnen werden. Solche Informationen sind generell hilfreich, können also zusätzlich zur Bekämpfung anderer krankheitserregender Viren beitragen.

Um einzelne Komponenten herauslösen und bestimmen zu können, sind entsprechende Mengen an Extrakten erforderlich. Diesem Bedarf steht die Schwierigkeit der Kultivierung entgegen. Manche Mikroalgen sind in Kultur nur schwer mit ausreichend Licht zu versorgen. Sie gedeihen schlecht, sterben ab oder vermehren sich nur spärlich, so dass die Zelldichte gering bleibt. Deshalb muss oft vergleichsweise viel Biomasse bereitgestellt werden, um so viel Wirkstoff zu extrahieren, dass sich der Einsatz in Testverfahren lohnt. Dazu kommen die Anforderungen an eine reproduzierbare, monoseptische, d.h. sterile Kulturführung. Herkömmliche Produktionsanlagen sind thermisch nicht sterilisierbar; die Gefahr von Verunreinigungen ist hoch.

Erst seit kurzem gibt es Photobioreaktoren, welche die hohen steriltechnischen Anforderungen für die Entwicklung von pharmakologisch relevanten Wirkstoffen erfüllen. In der Arbeitsgruppe „Phototrophe Mikroorganismen“ sind derartige thermisch sterilisierbare Reaktoren - wie beispielsweise „Medusa“ - entwickelt worden. So steht der intensiven Erforschung der Wirkstoffe, die den Mikroalgen abzugewinnen sind, nichts mehr im Weg.



Im Reaktor „Medusa“ wachsen winzige, aber leistungsfähige Meeresalgen heran. Sie produzieren Wirkstoffe, die auf neuartige Medikamente gegen Viren hoffen lassen.

Foto: Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik



Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik  
Dr. Christian Walter  
Tel.: 09131/85 -23004  
Christian.Walter@bvt.cbi.uni-erlangen.de  
Dipl.-Ing. Tanja König  
Tel.: 09131/85 -23022  
Tanja.Koenig@bvt.cbi.uni-erlangen.de

Forschungsimpulse aus dem Paprika-Inhaltsstoff Capsaicin

# Wenn die Hitzeschwelle sinkt

Eigentlich wird die Zentrale falsch informiert. „Verbrennungsgefahr!“, besagt die Meldung. „Hier ist es unerträglich heiß!“ Tatsächlich herrscht nicht mehr als normale Körperwärme, vielleicht sogar nur Raumtemperatur. Um Fehlalarm handelt es sich trotzdem nicht. Zwar bringt keine heiße Herdplatte oder offene Flamme den Organismus in Gefahr; dennoch ist er bedroht, und das Gehirn interpretiert das Signal korrekt als generelle Warnung. An der Universität Erlangen-Nürnberg verfolgen drei Arbeitsgruppen im Detail, wie Hitzeempfindlichkeit in der Schmerzwahrnehmung zum Vielzweck-Werkzeug wird. Ein Pharmakologe aus Ungarn hatte als Erster den Weg dazu gewiesen.

Hundert Jahre alt wäre Professor Nikolaus Jancso im April 2003 geworden. Auf dem Schreibtisch von Professor Peter Reeh vom Institut für Physiologie und Experimentelle Pathophysiologie liegt seither die Medaille, in die das Profil des Begründers der Capsaicin-Forschung eingeprägt ist. Capsaicin verleiht der Paprika ihre „typisch ungarisches“ Feuer. Jancso hatte den natürlichen Wirkstoff, der auch die Schärfe von Peperoni oder Chili-Schoten ausmacht, isoliert und damit experimentiert. „Er war verblüfft über dessen Selektivität“, berichtet Prof. Reeh. „Ausschließlich Nozizeptoren, schmerzleitende Nervenfasern, werden davon erregt. Sie degenerieren sogar, wenn sie der Substanz länger ausgesetzt werden, während andere Nerven völlig unberührt bleiben.“

Der Gedanke lag nahe, dass es einen eigenen Rezeptor geben müsse, in den sich ein Capsaicin-Molekül einfügt. Der Rezeptor wurde gefunden und führte zur nächsten Schlussfolgerung: dass körpereigene Botenstoffe vorhanden sein müssten, die den Nervenreiz auslösen sollen. Moderne molekularbiologische Methoden, die es erlauben, schnell und in großer Zahl identische Protein-Moleküle nach einem Muster herzustellen, halfen Ende der 90er Jahre, passende Substanzen zu entdecken. Für das Entstehen von Schmerz spielen sie jedoch keine große Rolle. Ein anderer Auslöser stellte sich als entscheidend heraus: die Temperatur.

„Der Capsaicin-Rezeptor wurde als hitzeaktivierter Ionenkanal entlarvt“, erklärt Prof. Reeh. Sobald die Wärme über die Schmerzgrenze steigt, öffnet sich der Kanal und lässt positiv geladene Ionen

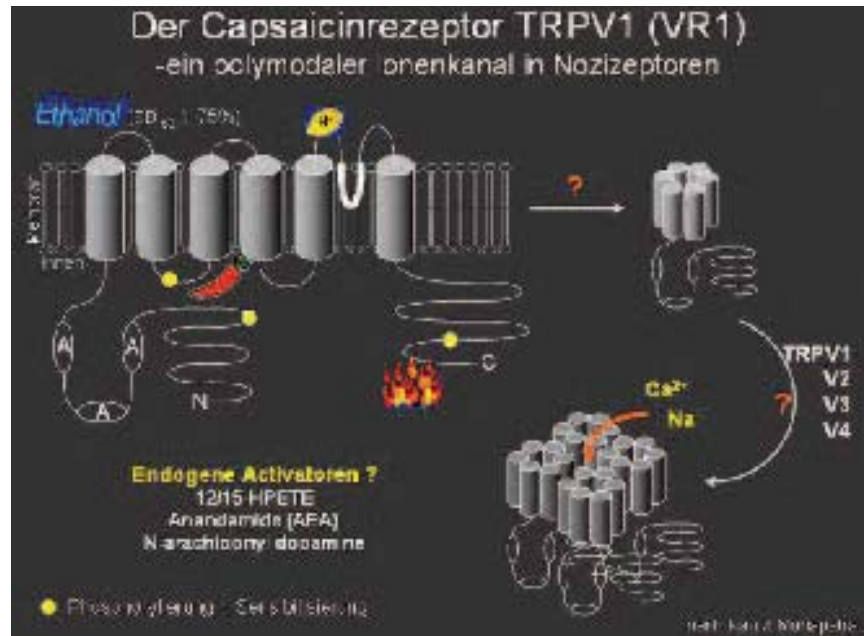


Abb. 1: Verschiedene Auslöser veranlassen den Capsaicin-Rezeptor, positive Ionen passieren zu lassen.

passieren, was die Nervenzelle veranlasst, ihr Warnsignal abzugeben. Dass in der Haut solche hitzeempfindlichen Zellen zu finden sind, ist leicht als sinnvoll zu begreifen. Aber welchen Nutzen haben Nozizeptoren in Brustfell und Hirnhaut, im Dickdarm und in der Bauchspeicheldrüse, wenn sie auf 46° Celsius reagieren, einem Punkt auf der Messlatte für Körpertemperaturen, an dem Mensch und Tier längst tot sind? In der Überkapazität liegt ein Hinweis auf die Reichweite des Wahrnehmungsmechanismus. Sie bildet eine Art Pufferzone, denn bei jeder Art von Entzündung sinkt die Reaktionsschwelle auf niedrigere Temperaturen, eventuell unter die Körpertemperatur. Dann meldet die Nervenzelle „Hitze“, und das Nervensystem übersetzt die Botschaft in „Schmerz“. Unter anderen Vorzeichen haben die meisten Menschen selbst schon erfahren, wie diese Kommunikationskette funktioniert: Entzündungsschmerz lässt sich durch Kühlung lindern, allerdings nur vorübergehend.

Die Alarmanlage des Körpers für Entzündungen hat sich inzwischen als recht vielseitig erwiesen. Capsaicin-Rezeptoren besitzen Regionen, die auf Hitze, Säure, Schärfe oder Alkohol reagieren (vgl. Abbildung). Die Sensibilitätsschwelle wird jeweils durch Phosphor-Bindung gesenkt. Dafür verantwortlich ist, wie Prof. Reeh es

nennt, eine „inflammatorische Suppe“, ein Cocktail von Mediatoren, also Botenstoffen, die bei Entzündungen ausgeschüttet werden. Von den beteiligten Substanzen und ihrem Ineinandergreifen ist mittlerweile manches bekannt, anderes noch ungeklärt. Darüber hinaus existieren vier Arten solcher Ionenkanäle, die auf verschiedenen Genen „festgeschrieben“ sind an der Schmerzentstehung auf unterschiedliche Weise beteiligt sein können. Auf dem scheinbar eng gefassten Arbeitsfeld gibt es für die drei Forscherteams in Erlangen reichlich zu tun.



Arbeitsgruppen in der Capsaicinrezeptor-Forschung:

Prof. Dr. Michaela Kress  
Dr. Otilia Obreja  
Parvinder Kaur Rathee, Doktorandin

PD Dr. Carla Nau,  
Emmy-Noether-Stipendiatin  
Durga P. Mohapatra, Doktorand

Prof. Dr. Peter Reeh  
Dr. Susanne Sauer, HWP-Stipendiatin  
Matma Gautam, PhD  
Dr. Gabor Pethö



Abb. 2: Prof. Peter Reeh an der Arbeit mit seinem Haut-Nervenpräparat.

Foto: Pressestelle

Organisatorisch sind die Untersuchungen im Sonderforschungsbereich „Pathogenese der Schmerzentstehung und Schmerzbehandlung“ angesiedelt. Bis zum Herbst 2003 leitete Prof. Dr. Michaela Kress eine Arbeitsgruppe, in welcher der so genannte Transduktionsmechanismus der Sensibilisierung analysiert wird. Damit ist der gesamte Ablauf von der Bindung an den Rezeptor über die dadurch ausgelöste Kaskade zellbiologischer Prozesse bis zum „Feuern“ der Nervenzelle gemeint. Ein Emmy-Noether-Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht Dr. Carla Nau die Erforschung der Feinstruktur des Rezeptorproteins. Gezielte Mutationen tauschen abwechselnd jede einzelne der eingebauten Aminosäuren aus, damit deren Funk-

tion bis ins kleinste nachvollziehbar wird. Prof. Reeh und seine Mitarbeiter, darunter eine HWP-Stipendiatin, studieren an Hand von Nervenzellpräparaten die Rolle des Capsaicin-Rezeptors als Auslöser von Schmerz.

Für sie alle gilt trotz unterschiedlicher Ansätze und Methoden dasselbe Fernziel: die Alarmglocke abzuschalten, die unentwegt weiter schrillt, obwohl der Schaden den Nutzen längst überwiegt; das bedeutet: herauszufinden, wie und wo die Kette zu unterbrechen ist, die den Mechanismus bei chronischen Schmerzen in Gang hält. Zwar gibt es Medikamente, die einige der beteiligten Botenstoffe hemmen. Gegen Prostaglandine beispielsweise helfen Acetylsalicylsäure, besser unter dem Markennamen Aspirin bekannt, und verwandte

Substanzen. Doch einen einzigen Mediator zu blockieren, nützt kaum etwas bei dauerhaften Entzündungsschmerzen, bei denen eine Unzahl verschiedenartiger Moleküle einander Botschaften weiterreichen, die die Nervenzellen immer wieder stimulieren.

Eine andere Möglichkeit wäre es, erst am Ende der Kette anzusetzen und den Ionen den Durchgang zu versperren, als ob der Kanal mit einem Pfropfen verschlossen würde. In ähnlicher Weise funktioniert eine Lokalanästhesie. Doch auf diesem Weg gibt es ebenfalls Hindernisse, etwa die Gefahr, ein oder mehrere Organe auf Dauer zu schädigen. Die bis zu 12 Jahre, die den Arbeitsgruppen in einem Sonderforschungsbereich an Zeit gegeben werden, sind bei der Langwierigkeit der Untersuchungen voll ausgefüllt. Sie werden in der Hoffnung investiert, dass es eines Tages gelingt, dafür zu sorgen, dass es schmerzempfindlichen Nervenzellen nicht mehr unnötig heiß wird.

Der SFB 353 ist mit dem Jahr 2003 ausgelaufen. Prof. Michaela Kress forscht jetzt an der Universität Innsbruck, Dr. Rathee ist an das MDC Berlin-Buch gewechselt, das Ehepaar Dr. Mohapatra/Dr. Gautam ist an die UC Davis, USA, weiter gezogen. Die Arbeitsgruppe um PD Carla Nau wurde durch den Capsaicinrezeptorforscher Dr. Andreas Leffler verstärkt.



Prof. Dr. Peter Reeh  
Institut für Physiologie  
und Experimentelle Pathophysiologie  
Tel.: 09131/85 - 22228  
reeh@physiologie1.uni-erlangen.de

## Umfassende Studie über Magnetfeld-Messungen in der Epilepsiediagnostik

# Präzise und schonend

Diagnostische Verfahren, die auf der Messung von Magnetfeldern im Gehirn und deren Veränderungen basieren, sind äußerst zuverlässig, wenn es um das präzise Auffinden epileptischer Herde geht. Dies hat sich bei einer Studie herausgestellt, die unter der Leitung von Prof. Dr. Hermann Stefan bei mehr als 450 Patienten am Zentrum Epilepsie Erlangen (ZEE) durchgeführt wurde. So konnte die spezifische epileptische Aktivität durch die Magnetenzehalographie im Durchschnitt zu 70 Prozent erfasst werden. Für die Pa-

tienten ist das erfreulich, denn diese Untersuchungsmethode erlegt ihnen kaum Belastungen auf.

Wo zwischen den Gehirnzellen Strom fließt, verändern sich die elektrischen Potentiale und damit die magnetischen Felder. Zahlreiche Methoden, die Abläufe im Gehirn nachbilden, basieren darauf. Die Elektroenzephalographie (EEG) beispielsweise misst die Hirnaktivität über die wechselnden Zustände der elektrischen Felder von Neuronen. Dazu werden an die Kopfhaut Elektroden angelegt.

Um Schwankungen bei den Magnetfeldern festzustellen, braucht es nicht einmal das: die Magnetenzehalographie (MEG), die Hirnfunktionen aufzeichnet, und die Magnetresonanztomographie (MRT), die Strukturen des Organs abbildet, laufen berührungsfrei ab. In der Diagnostik, die einer chirurgischen Behandlung von Epilepsien vorangeht, werden diese beiden Untersuchungsverfahren unter dem Begriff „Magnetische Quellenlokalisation“ zusammengefasst.



Abb. 1: Die Abschirmkammer des MEG-Systems.

Wenn epileptischen Anfällen durch Medikamente nicht beizukommen ist, kann eine Operation Erfolg versprechen, sofern als Auslöser klar abgrenzbare Areale im Gehirn zu finden sind. Ein solcher Störungsherd kann allerdings nur dann entfernt werden, wenn dabei keine Region bedroht ist, die wichtige Gehirnfunktionen beherbergt.

Entsprechendes Gewicht kommt den Verfahren zu, die einen epileptischen Fokus lokalisieren sollen. Das EEG liefert weiträumige, aber etwas „verwaschene“ Informationen über die Hirnaktivität. Ableitungen direkt von der Hirnrinde fördern sehr klare Details auch von tief gelegenen Herden zutage, doch nur aus eng begrenzten Gebieten. Zudem erfordert dies einen belastenden und nicht ungefährlichen Eingriff, der heute möglichst vermieden wird. In der modernen Epilepsiediagnostik werden viele Untersuchungsmethoden kombiniert. Absicht der Studie am ZEE war es, die Rolle von MEG und MRT in diesem diagnostischen Feld zu präzisieren. Ihre besondere Aussagekraft liegt in der hohen Fallzahl; in bisherigen Studien mit ähnlicher Thematik ging es um höchstens 50 Patienten.

Unter den hier einbezogenen 455 Fällen sind insbesondere die 131 Epilepsiepatienten von Interesse, die bereits einen chirurgischen Eingriff hinter sich haben. Hier stellte sich heraus, dass die in den Hirnlappen gelegenen Störungsquellen durch MEG zu 89% richtig geortet wurden. Bei Epilepsieherden außerhalb des Schläfenlappens war die Präzision sogar noch größer: In 35% der Fälle trugen MEG und MRT zusätzliche Informationen zu denen



Abb. 2: Messung mit dem Ganzkopfsystem.  
Fotos: ZEE

der anderen gebräuchlichen Diagnostikverfahren bei. 10% der Befunde hatten entscheidenden Einfluss auf die endgültige Auswahl der Therapiestrategie.



Prof. Dr. Hermann Stefan  
Zentrum Epilepsie Erlangen  
Tel.: 09131/85 -34541  
hermann.stefan@neuro.imed.uni-erlangen.de

Technologische Plattform für eine Medikament-Neuentwicklung

# In breiter Front gegen aggressive Herpesviren

Erst wenn viele Zellkerne zu Fabriken für die Massenproduktion von Viren geworden sind, die wiederum ausschwärmen, um neue Zellen zu befallen, können die in der Regel harmlosen Viren zu gefährlichen Krankheitserregern werden. Eine Gruppe von Enzymen, die bei Herpesviren diese rasante Vermehrung in Gang halten, nutzt das Institut für Virologie (Leitung: Prof. Dr. Bernhard Fleckenstein) umgekehrt als Ansatzpunkt zur Blockade. Die Zusammenarbeit von Prof. Dr. Thomas Stamminger und Priv.-Doz. Dr. Manfred Marschall mit der Axxima Pharmaceuticals AG in München ist so weit gediehen, dass die Untersuchungen auf eine breite Grundlage gestellt werden können. Eine Million Euro investiert die Bayerische Forschungsstiftung in das dreijährige Kooperationsprojekt.

Proteinkinasen sind Enzyme, die andere Proteine aktivieren oder auch deaktivieren können. In einer Kette ineinandergreifender Funktionen versetzen sie diese Proteine in einen bestimmten Aktivitätszustand, indem sie einen Phosphatrest anheften. Bei Herpesviren wurden Proteinkinasen entdeckt, die im Mechanismus der Vermehrung ein wichtiges Zwischenglied bilden. Werden sie daran gehindert, ihre Botschaft weiterzureichen, stockt das gesamte Räderwerk. Insbesondere ein Enzym, das die Bezeichnung pUL97 trägt, hat sich als lohnendes Angriffsziel für eine Chemotherapie erwiesen. Dieses Enzym kommt beim humanen Cytomegalovirus vor, einem Vertreter der Herpesviren. Die Hälfte der Bevölkerung Mitteleuropas ist mit diesem Erreger infiziert, doch merken die meisten Betroffenen davon nichts.

Bei einer Schwäche des Immunsystems wird die Virusinfektion jedoch zum Risiko. Dies trifft vor allem AIDS-Erkrankte und Transplantationspatienten. 60 Prozent aller klinischen Komplikationen beim Organersatz sind auf das Cytomegalovirus zurückzuführen. Gefährdet sind außerdem Neugeborene, vor allem dann, wenn die Mutter während der Schwangerschaft erstmals infiziert wird und das ungeborene Kind sich im Mutterleib ansteckt. In Extremfällen ist das Leben des Kindes bedroht. Gerade für solche Fälle gibt es keine befriedigende Therapie, da die zur Zeit ver-

fügbaren Medikamente erhebliche Nebenwirkungen verursachen.

Die Entwicklung eines neuen Medikamentes ist ein mehrstufiger Prozess. Ist ein mögliches Zielmolekül erkannt und beschrieben, werden Substanzen gesucht, die exakt an dieses Protein binden und es hindern, seine Funktion auszuführen. Parallel dazu läuft die Suche nach strukturellen Ähnlichkeiten zu Molekülen, für die bereits bindende Substanzen identifiziert wurden. Die Voraussetzungen für ein solches zweigleisiges Vorgehen sind durch die bisherigen Untersuchungen in Erlangen gegeben.

8.000 Substanzen, die in Frage kommen, sind in einem Screening bereits auf ihre Fähigkeit getestet worden, das Enzym pUL97 zu hemmen. Die Wirkstoffe ließen sich in deutlich unterscheidbare Klassen einteilen. Für jede Klasse kann damit eine charakteristische Leitsubstanz gewählt werden. Der zweite, ergänzende Ansatz, der Verfahren der Bioinformatik einsetzt, verspricht ebenfalls Erfolg. Über 30 Proteinkinasen sind in ihrer Struktur bekannt und stehen zum Vergleich mit dem Cytomegalovirus-Enzym zur Verfügung. Das bedeutet eine gute Ausgangslage für das Drug Design.

Da das humane Cytomegalovirus Tiere nicht befällt, waren Tests von Medikamenten bisher nur beschränkt aussagekräftig. In dem neuen Projekt soll dieses Hindernis durch einen Genaustausch zwischen Ratten- und Humancytomegalovi-

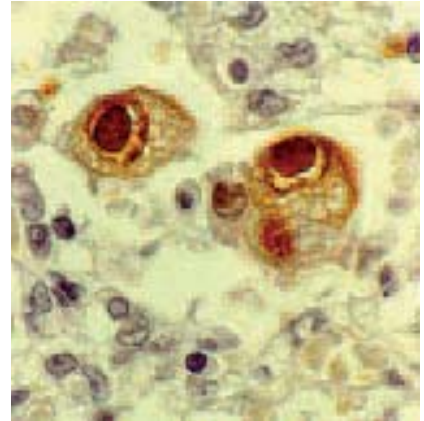


Abb. 1: Durch die Cytomegalovirus-Infektion veränderte Zellen (sogenannte Eulenaugenzellen) im Gewebsverband. Foto: Institut für Virologie

ren überwunden werden. Ersetzt wird der genetische Code für die Proteinkinasen, die bei den zwei Virus-Typen funktionell sehr ähnlich sind. Mit Hilfe dieses neuartigen Tiermodells sollte die Medikamententwicklung zielstrebig von statten gehen.

**i**

Prof. Dr. Thomas Stamminger  
 Tel.: 09131/85 - 26783  
 Thomas.Stamminger@viro.med.uni-erlangen.de

PD Dr. Manfred Marschall  
 Tel.: 09131/85 - 26089  
 Manfred.Marschall@viro.med.uni-erlangen.de



Abb. 2: Entwicklung von neuen Medikamenten für die Therapie von Herpesvirus-Infektionen (z. B. Cytomegalovirus).

Wilhelm-Sander-Stiftung fördert Projekt zur AIDS-Forschung

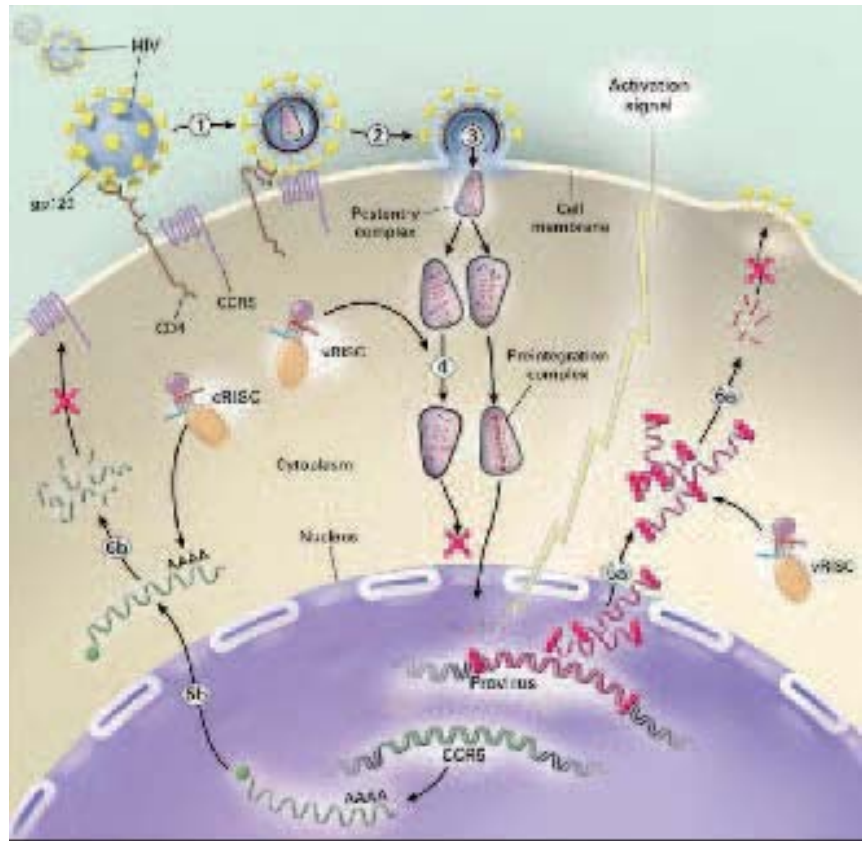
# RNA-Interferenz: Kurze Doppelstränge greifen ein

Als Kopie der Erbinformation liefert Ribonukleinsäure, kurz RNA, die Baupläne für Proteine, die im Zellplasma zusammengesetzt werden. Als kurzes doppelsträngiges Molekül dagegen kann die Kernsäure den Protein-Aufbau verhindern. Diese Fähigkeit, die RNA-Interferenz, die Pflanzen als Waffe gegen Viren einsetzen, weckt Hoffnung auf neue Vorteile im Kampf gegen Erkrankungen, speziell gegen das menschliche Immunschwächevirus HIV. Ein Projekt von Dr. Karin Metzner am Institut für Klinische und Molekulare Virologie der Universität Erlangen-Nürnberg, das entsprechende Möglichkeiten auslotet, ist in das Förderprogramm der Wilhelm-Sander-Stiftung aufgenommen worden.

Eine HIV-Infektion muss heute nicht mehr in die AIDS-Erkrankung münden. Es gibt eine äußerst wirksame Kombinationstherapie, die den Ausbruch der Krankheit stoppen oder zumindest deutlich hinauszögern kann. Doch die Therapie bringt keine Heilung: das Virus bleibt im Körper, und viele Patienten leiden unter starken Nebenwirkungen, die es nur schwer möglich machen, diese Medikamente ein Leben lang einzunehmen. Zudem entstehen immer mehr resistente Viren.

Auf der Suche nach neuen Behandlungsmethoden sind kurze doppelsträngige RNA-Moleküle ins Blickfeld der medizinischen Forschung geraten. Sie werden von Pflanzen und Insekten synthetisiert, um einzelne Gene gezielt auszuschalten. Dies geschieht, indem sich diese Moleküle an eine Ziel-RNA anlagern, die dann als Vorlage für die Protein-Fabrikation entfällt. Da jedes Gen und damit jede zugehörige RNA-Kopie eine einzigartige Abfolge von Bausteinen aufweist, bindet das baugleiche interferierende RNA-Molekül ausschließlich an einen ganz bestimmten RNA-Abschnitt.

Zwei Chancen gibt es, die Vermehrung von Immundefizienz-Viren mittels RNA-Interferenz zu unterbinden. In den potentiellen Wirtszellen könnte die Produktion von Proteinen gestoppt werden, die den Viren als Andockstellen auf der Zellmembran dienen. Sind die Angreifer jedoch schon eingedrungen, könnte die Virus-RNA im Zellplasma blockiert und aufgelöst werden, sobald sie die Außenhülle




Lebenszyklus des humanen Immundefizienz-Virus (HIV) und RNA Interferenz. Der Eintritt von HIV beginnt mit der Interaktion des Hüllproteins gp120 mit dem CD4 Rezeptor und einem Chemokinrezeptor, in dieser Abbildung CCR5 (1). Es folgen die Fusion und der Eintritt des postentry Komplexes in die Zelle (2 und 3). Virale RNA kann in diesem Stadium der Infektion ein Ziel von virus-spezifischer RNA Interferenz-induzierender Komplexe (vRISC) sein (4). Wird die reverse Transkription der viralen RNA nicht verhindert, kommt es zur Entstehung eines Präintegrations-Komplexes, der in den Zellkern geschleust wird (4). Dort wird das virale Genom integriert und kann wiederum transkribiert werden. Virale RNA wird aus dem Zellkern in das Zytoplasma geschleust (5a). vRISC kann sich an die virale RNA anlagern und somit die Proteinsynthese, den Viruszusammenbau und schließlich die Entstehung neuer Viren verhindern (6a). Solche RNA Interferenz-induzierende Komplexe können auch gegen zelluläre RNA gerichtet sein (cRISC) und somit zum Beispiel die Expression des Korezeptors CCR5 verhindern, wodurch der Eintritt von HIV verhindert würde (5b und 6b).  
Abbildung mit freundlicher Genehmigung von Kitabwalla & Ruprecht, N.Engl.J.Med. 2002.

der Zelle überwunden hat oder sobald neue Virus-Bauteile nach der Vermehrung den Zellkern verlassen. Nur im Zellkern selbst könnte HIV sich noch ungestört verbergen, aber ohne deshalb Schaden anzurichten.

Experimente in Zellkulturen lassen außerdem darauf hoffen, dass eine RNA-Interferenz-Therapie keine schweren Nebenwirkungen hätte. Bevor entschieden werden kann, ob dieser Ansatz tatsächlich für die medizinische Praxis geeignet ist, sind allerdings noch wichtige Probleme zu lösen, zum Beispiel, wie die Moleküle der „Eingreiftruppe“ verabreicht werden sol-

len, um sicher am Zielort anzukommen. Erweist sich der neue Weg als aussichtsreich, kann das für die Behandlung der HIV-Infektion wie vieler anderer Krankheiten einen großen Fortschritt bedeuten.



Dr. Karin Metzner  
 Institut für Klinische und Molekulare Virologie  
 Tel.: 09131/85 - 26483  
 karin.metzner@viro.med.uni-erlangen.de

Patentanmeldung in Deutschland und den USA

# Neue Therapien der spinalen Muskelatrophie

Nur an einem Typ von Eiweißstruktur mangelt es Patienten mit einer erblichen Erkrankung, die relativ häufig auftritt und schwere Muskelschäden bewirkt. Dieses Protein steht nicht in ausreichender Menge zur Verfügung, weil das zugehörige Gen, der Bauplan, in den meisten Fällen durch Mutationen beeinträchtigt ist oder sogar fehlt. Nun zeichnet sich erstmals ein Weg ab, der spinalen Muskelatrophie - einer Erbkrankheit, die tödlich verlaufen kann - zu begegnen. Die Stelle des defekten Gens könnte eine Kopie einnehmen, die zwar vorhanden, aber nicht ausreichend aktiv ist. Am Lehrstuhl für Neuropathologie der Universität Erlangen-Nürnberg hat die Arbeitsgruppe um Dr. Eric Hahnen, zum Teil in Zusammenarbeit mit der Humangenetikerin Prof. Dr. Brunhilde Wirth aus Köln, zwei Medikamente ausfindig gemacht, die dieses zweite Gen in Aktion setzt.

Vor allem eine fortschreitende Muskelschwäche und der unaufhaltsame Verlust an Muskelmasse sind Merkmale der spinalen Muskelatrophie (SMA). Verantwortlich für den Muskelschwund ist eine Degeneration bestimmter Zellen im Rückenmark. Wenn ein Neugeborenes mit dieser Krankheit, die zumeist durch Mutationen bedingt ist, zur Welt kommt, ist seine Lebenserwartung gering. Die SMA gilt bisher als unheilbar.

Nun jedoch zeichnen sich Chancen auf eine erfolgreiche Behandlung ab. Der

Mangel, der die Krankheitssymptome auslöst, betrifft das sogenannte SMN-Protein. Die Erlanger Gruppe am Lehrstuhl von Prof. Dr. Ingmar Blümcke und die Kölner Humangenetikerin stellten fest, dass das Medikament Valproinsäure in experimentellen Schnittkulturen des Gehirns die Menge dieses Proteins erhöht. Valproinsäure wird seit Jahrzehnten für die Behandlung von Epilepsien verwendet.

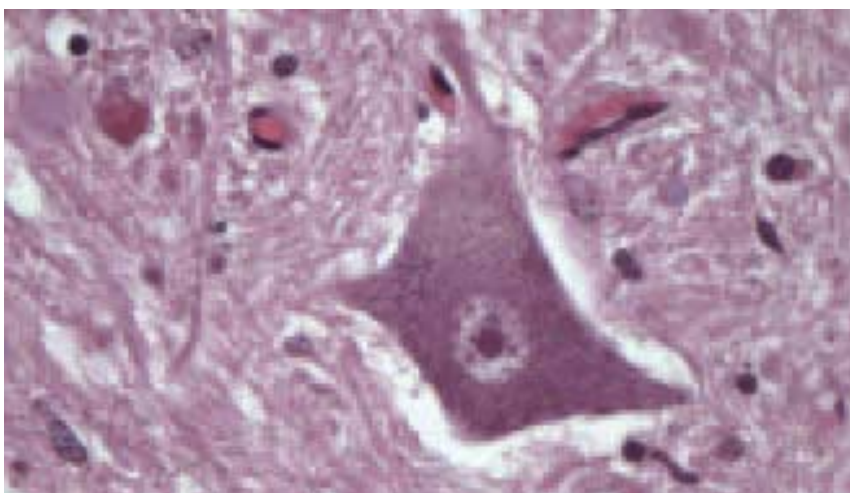
Das durch Mutationen ausgeschaltete, als SMN1 bezeichnete Gen, das eigentlich die Vorlage für die Proteinproduktion abgeben sollte, lässt sich durch dieses Medikament zwar nicht aktivieren. Eine zweite Kopie des Gens (SMN2) kann aber dessen Funktion in den Nervenzellen übernehmen. Genau auf den Mechanismus der Aktivierung dieses zweiten Gens zielt die neue Therapieoption mit Valproinsäure. So hat die Identifizierung des Gendefektes und die Aufklärung des molekularen Krankheitsmechanismus bei einer erblichen Erkrankung erstmals Ansatzpunkte für eine medikamentöse Therapie erbracht.

Um die Wirksamkeit von Valproinsäure bei SMA-Patienten zu überprüfen, wurden in verschiedenen Zentren bereits klinische Studien begonnen. Ein Bericht über die zugrundeliegenden Forschungen ist im Oktober 2003 in dem renommierten Fachjournal Human Molecular Genetics erschienen.

Ein weiterer potentieller Wirkstoff für die Behandlung der auch tödlichen verlaufenden Erbkrankheit ist bereits umfassend patentiert worden. „Besonders glücklich ist der Umstand, dass der von uns detektierte Wirkstoff für eine andere Indikation bereits in der klinischen Studienphase ist“, erklärt Dr. Eric Hahnen. Damit stehen in relativ kurzer Zeit zwei alternative Wirkstoffe zur Milderung des Krankheitsverlaufes zur Verfügung. Ein Hoffnungsschimmer für die rund 60.000 Patienten in Europa und den USA, denn in aller Regel ist die Entwicklung eines Medikamentes für eine verhältnismäßig selten auftretende Krankheit für die Pharmaindustrie von eher untergeordnetem Interesse.

„In diesem Fall konnten wir als Universitätseinrichtung gewissermaßen in die Bresche springen und dank der Verbindung von Grundlagen- und Anwendungsforschung auch für selteneren Krankheiten wie die spinale Muskelatrophie Therapie Wege aufzeigen“, macht Lehrstuhlinhaber Prof. Dr. Ingmar Blümcke auf die Bedeutung von universitärer Forschung aufmerksam. Durch die enge Zusammenarbeit mit Dr. Rolf Kapust, dem Erfinderberater und Patentmanager der Universität, wurde die Patentanmeldung ohne großen Aufwand und ressourcenschonend ohne die Einschaltung von Patentanwälten vorgenommen. Beim deutschen Patentamt wurde ein Patentantrag hinterlegt, beim amerikanischen Patent Office ein US-provisional. Damit sicherten sich die Erlanger Wissenschaftler die Priorität für einen weltweiten Patentschutz der Forschungsergebnisse.

Die patentierte Erfindung des Lehrstuhls für Neuropathologie resultiert nicht zuletzt aus dem starken Umfeld der Erlanger Mediziniforschung, wo molekulare Mechanismen der Pathogenese von Erkrankungen des zentralen Nervensystems seit vielen Jahren erforscht werden.



Mikroskopischer Querschnitt durch das gesunde Rückenmark des Menschen. In der Mitte ein Motoneuron, der Zelltyp, der bei SMA-Patienten zu Grunde geht und dadurch die Erkrankung auslöst. Foto: Lehrstuhl



Dr. Eric Hahnen  
Lehrstuhl für Neuropathologie  
Tel.: 09131/85 -22859  
hahnen@rocketmail.com

Untersuchungen der visuellen Aufmerksamkeit in der Stroop-Aufgabe

# Das Wort Blau in gelber Farbe

Um welche Farbe geht es? Wortbedeutung und Farbeindruck passen nicht zueinander. Die Wahl muss auf das eine oder das andere fallen. Dass die Übereinstimmung fehlt, stört die Bearbeitung der Aufgabe ein wenig - nicht so sehr, dass man häufig die falsche Antwort geben würde, aber trotzdem so deutlich, dass es sich messen lässt. Wahrnehmungspsychologen können so mehr darüber lernen, wie das Gehirn Informationen verarbeitet. Experimentelle Untersuchungen von Dr. Peter Wühr am Institut für Psychologie I führen auf die Spur des Ablaufs von Auswahlprozessen.

Oftmals verarbeiten wir Informationen ohne Absicht und Mühe. So springt uns der Schriftzug auf einen Werbeplakat förmlich „ins Auge“. In diesem Fall werden Verarbeitungsprozesse (Lesen) von außen angestoßen und laufen von alleine zu Ende. Einen solchen Vorgang beschreiben Wahrnehmungspsychologen als automatischen Prozess der Informationsverarbeitung. Demgegenüber kostet uns die Verarbeitung von Information oft auch viel Mühe. So fällt es einem Schüler oft schwer, ein Schulbuch und nicht das danebenliegende Comic-Heft zu lesen. In solchen Fällen sprechen Fachleute von einem kontrollierten Vorgang der Informationsverarbeitung. Hier müssen innere Kontrollprozesse dafür sorgen, dass wir eine bestimmte Informationsquelle (Schulbuch) privilegiert verarbeiten und andere Informationsquellen (Comic-Heft) vernachlässigen. Die inneren Kontrollprozesse bezeichnet man auch als selektive Aufmerksamkeit.

Wahrnehmungspsychologen unterscheiden zwei Mechanismen der selektiven Aufmerksamkeit: Ortsbasierte Selektion und objektbasierte Selektion. Die Idee der ortsbasierten Selektion setzt voraus, dass Menschen eine innere Repräsentation der räumlichen Umgebung besitzen. Des weiteren wird angenommen, dass die Aufmerksamkeit (wie eine Art Scheinwerfer) auf Orte innerhalb der mentalen Landkarte gerichtet werden kann. Die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf einen Ort führt zur bevorzugten Verarbeitung der Information am gewählten Ort. Damit löst der Schüler sein Selektionsproblem, in dem er seine Aufmerksamkeit auf die Position des Schulbuchs fokussiert und nicht auf die Position des Comic-Hefts.

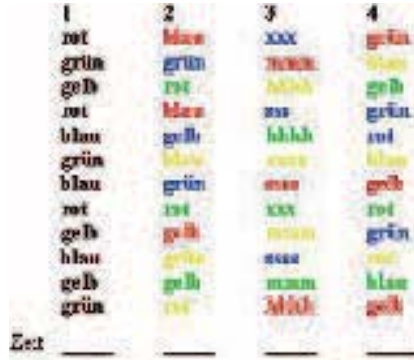


Abb.1: Machen Sie den Stroop-Test! Mit einer Stoppuhr und Abbildung 1 können Sie Stroops klassische Ergebnisse replizieren. Für die Spalten 1 und 2 besteht die Aufgabe darin, die Wörter in jeder Spalte so schnell wie möglich zu lesen und die Farben zu ignorieren. Für die Spalten 3 und 4 lautet die Aufgabe, die Farben der Wörter bzw. Buchstaben so schnell wie möglich zu benennen. Decken Sie immer alle übrigen Spalten ab! Starten Sie die Uhr mit der ersten Antwort in jeder Spalte; stoppen Sie die Uhr nach der letzten Antwort. Weitere Erläuterungen finden Sie im Text des Artikels.

Die Idee der objektbasierten Selektion geht davon aus, dass frühe Stufen der visuellen Informationsverarbeitung zwischen rudimentären Figuren und Hintergrund unterscheiden können. Auf der Basis dieser Unterscheidung kann die objektbasierte Aufmerksamkeit bestimmte Figuren zur weiteren Verarbeitung auswählen. So könnte der Schüler sein Selektionsproblem lösen, indem er das buchartige Objekt zur detaillierteren Verarbeitung auswählt und nicht das heftartige Objekt.

Zur Untersuchung der visuellen Aufmerksamkeit beim Menschen verwenden Psychologen Interferenz-Aufgaben. Diese Aufgaben verlangen von den Versuchspersonen, relevante Information zu berichten und irrelevante Information zu ignorieren. Die Frage ist, unter welchen Bedingungen die irrelevante Information die Verarbeitung der relevanten Information beeinflusst. Eine der bekanntesten Interferenz-Aufgaben stammt von John Ridley Stroop (1897-1973). In der Stroop-Aufgabe zeigt man den Probanden farbige Farbwörter,

wobei die Farbe des Wortes zur Wortbedeutung kongruent (z.B. das Wort „rot“ in roter Farbe), neutral (z.B. die sinnlose Buchstabenkette „xxx“ in roter Farbe, Abbildung 1 Spalte 3) oder inkongruent (z.B. das Wort „rot“ in grüner Farbe, Abbildung 1 Spalte 2) sein kann. Sollen die Probanden die Wortfarbe berichten, dann hat die irrelevante Wortbedeutung einen starken Einfluss auf die Antwortgeschwindigkeit. Das heißt, kongruente Reize führen zu deutlich schnelleren Antworten als neutrale Reize. Dagegen führen inkongruente Reize zu deutlich langsameren Antworten als neutrale Reize. Sollen die Probanden dagegen das Wort vorlesen, dann stört die irrelevante Wortfarbe kaum. Dieses Ergebnismuster wird üblicherweise durch den stärkeren Automatisierungsgrad des Wortlesens erklärt. Demnach ist Lesen ein so stark automatisierter Vorgang, dass es auch ohne Aufmerksamkeit ablaufen und die kontrollierte Verarbeitung der Wortfarbe stören kann.

### Der Test mit dem Kreuz

Untersuchungen der Erlanger Wahrnehmungspsychologen haben jedoch gezeigt, dass diese weit verbreitete Auffassung unvollständig ist (vgl. Wühr & Waszak, 2003). In diesen Experimenten berichteten die Versuchspersonen die Farbe eines von zwei kreuzförmig angeordneten Rechtecken - beispielsweise die Farbe des „vorderen“ Rechtecks (vgl. Abbildung 2). Um Stroop-Effekte zu provozieren, wurden kongruente oder inkongruente Farbwörter entweder im relevanten (vorderen) Objekt, im irrelevanten (hinteren) Objekt, oder im Hintergrund gezeigt. Das entscheidende Ergebnis bestand darin, dass Wörter im relevanten Objekt sehr viel größere Stroop-

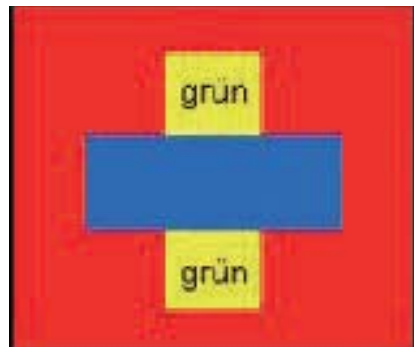


Abb. 2: Beispiel für eine Versuchsanordnung in der Studie von Wühr und Waszak (2003): Die Probanden berichten die Farbe des vorderen Rechtecks (blau). Das irrelevante Objekt enthält zwei inkongruente Farbwörter (grün).

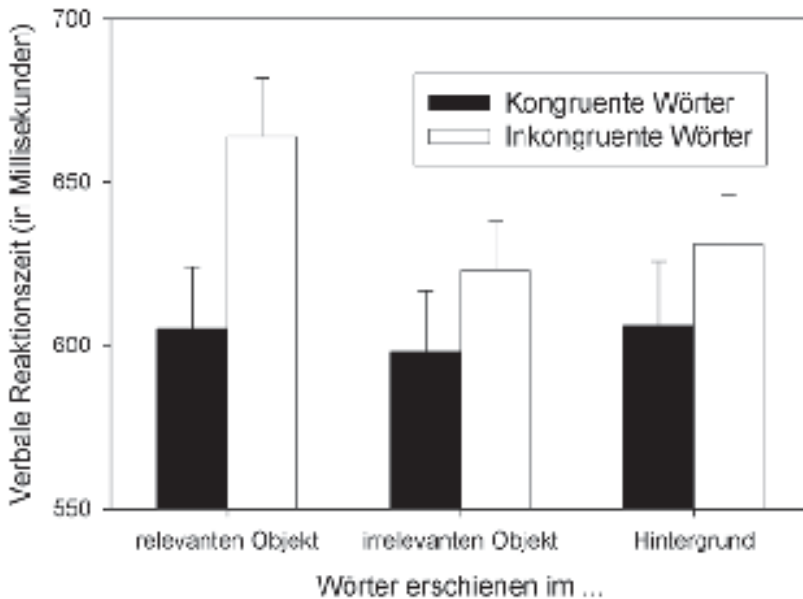


Abb. 3: Typische Ergebnisse: Wörter im relevanten Objekt erzeugten größere Stroop-Effekte (Differenz zwischen kongruenten und inkongruenten Bedingungen) als Wörter im irrelevanten Objekt oder Wörter im Hintergrund. Abbildungen: Institut für Psychologie

Effekte verursachten als in den übrigen Bedingungen (vgl. Abbildung 3). Dieses Ergebnis kann nicht durch orts-basierte Selektion erklärt werden, da die Wörter in allen drei Bedingungen gleich weit von der Bildschirmmitte entfernt waren. Richten

die Probanden nur einen „Scheinwerfer“ der Aufmerksamkeit auf die Bildschirmmitte, dann sollten die Stroop-Effekte in allen Bedingungen gleich groß sein.

Die Ergebnisse sind aber mit der Idee der objektbasierten Selektion vereinbar.

Demnach selegiert die Aufmerksamkeit das relevante Objekt, wodurch die Verarbeitung aller Merkmale dieses Objekts verstärkt wird. Gehören die Wörter zum relevanten Objekt, verstärkt die Selektion die Stroop-Effekte. Demnach scheint die Bedeutung eines Wortes die Verarbeitung der Farbe dieses Wortes - bzw. des Objekts zu dem es gehört - nicht nur deshalb zu beeinflussen, weil Lesen - da automatisch - keine Aufmerksamkeit benötigt, sondern weil das Wort Teil des durch die Aufmerksamkeit ausgewählten farbigen Objekts ist.

Somit bestätigen die Ergebnisse der Erlanger Wahrnehmungspsychologen die Annahme eines objekt-basierten Mechanismus der visuellen Aufmerksamkeit. Die Erlanger Variante der Stroop-Aufgabe erlaubt es darüber hinaus, diesen Mechanismus auf weitere Eigenschaften zu untersuchen.



Dr. Peter Wühr  
 Institut für Psychologie I  
 Kochstraße 4  
 91054 Erlangen  
 Telefon 09131/85 -22703  
 prwuehr@phil.uni-erlangen.de

## Neue Modelle zur Schulung von Älteren in der Computer- und Internetnutzung

# E-Learning mit Seniorenhotline

Kontakt mit Freunden und Gleichgesinnten halten, Wissenswertes erfahren, Formalitäten erledigen oder einkaufen, ohne sich aus dem Haus zu rühren: die moderne Kommunikationstechnik kann eine eingeschränkte Beweglichkeit im Alter zwar nicht ausgleichen, aber doch helfen, die Begrenzung zu verschmerzen. Wenn Ältere wenig mobil sind, finden sie jedoch schwerer als andere Seniorinnen und Senioren den Zugang zu Computer und Internet. Solchen Menschen die neue Technologie näher zu bringen, ist Teil eines Projekts, mit dem die Einrichtung FIM-NeuesLernen der Universität Erlangen-Nürnberg zusammen mit dem Senioren-Netz Erlangen (SNE) auf bisherige Erfolge aufbaut.

Altersgemäße Schulungen in der Nutzung der neuen Informationstechnologien kommen an, wie die bisherige Erfahrung unzweifelhaft bewiesen hat. Nun geht es darum, den Adressatenkreis auszuweiten und den Lernerfolg dauerhaft zu sichern. Ältere Menschen fühlen sich eher verunsich-

ert und geben schnell auf, wenn sie an minimalen Wissenslücken scheitern. Dieser vermeidbaren Resignation soll das Projekt ebenfalls entgegenreten.

Als sinnvoller Weg zu nachhaltigem Lernen und zur besseren Erreichbarkeit wird e-Learning getestet. Die Kursabsolventen können sich nach ihren Präferenzen in ein virtuelles Kommunikations- und Betreuungssystem einbringen. Eine Telefonhotline für Problemfälle, mit ehrenamtlich tätigen, fachkundigen Senioren als Ansprechpartnern, ergänzt das Angebot. Ob Effektivität und Dauerhaftigkeit von Schulungen dadurch erhöht werden und was in Technik und Betreuung zu verbessern sein könnte, wird sich in der Studie erweisen.

Zahlreiche neue Initiativen beweisen, dass das Interesse an der Computer- und Internetnutzung im höheren Lebensalter nach wie vor wächst. Internetcafés, selbstorganisierte Kurse, Neigungsgruppen der verschiedensten Art, Betreuung und Beratung werden von älteren Mitbürgern ausgiebig genutzt. Ein eigener Bereich inner-

halb des Projekts befasst sich damit, bestehende Initiativen stärker zu vernetzen, Kontakte zu intensivieren, für Übersichtbarkeit zu sorgen und den Aufbau neuer Aktivitäten und Strukturen anzuregen und zu unterstützen. Ein Bündel verschiedener Maßnahmen steht dafür im Programm.

Die bewährte Partnerschaft von FIM, SNE und Freenet Erlangen-Nürnberg Fürth wird in dem Projekt fortgesetzt. Die Trägerschaft für das Projekt liegt beim Kreisverband Erlangen-Höchststadt des Bayerischen Roten Kreuzes. Das bayerische Familienministerium fördert die Studie seit September 2002 für zwei Jahre.



Marcel Plechaty M.A.  
 FIM-NeuesLernen  
 Institut für Psychologie I  
 Tel.: 09131/507292  
 Marcel.Plechaty@fim.uni-erlangen.de

Europäisches Forschungsprojekt zur Mobilität im Alter

# Zu Hause bleiben muss nicht sein

Bedürfnisse und Probleme älterer Menschen gewinnen in Europa an Bedeutung. Zur Lebensqualität im Alter gehört es, so lang wie möglich ohne Hindernisse mobil zu sein und am Straßenverkehr teilnehmen zu können, denn reduzierte Mobilität erschwert es älteren Menschen, am sozialen Leben teilzunehmen, und dies kann zu Immobilität führen - ein Teufelskreis. Um Probleme in diesem Bereich zu identifizieren und auszuschalten, hat die Europäische Union das Forschungsprojekt SIZE (Life Quality of Senior Citizens in Relation to Mobility Conditions) eingerichtet, an dem acht Länder beteiligt sind. Für Deutschland arbeitet das Institut für Psychogerontologie unter Leitung von Prof. Dr. Heinz Jürgen Kaiser und Dipl. Päd. Bertram Kraus mit an den Untersuchungen. Die Ergebnisse von qualitativen Interviews aus einer ersten Projektphase liegen nun vor.

Genauso unterschiedlich wie Lebensumstände, Gesundheitsstatus, Wohnsituation oder finanzielle Mittel sind die Erfahrungen von Seniorinnen und Senioren mit Mobilität und Verkehrsbedingungen. Menschen, die gesund und mit einem ausreichenden finanziellen Polster alt geworden sind, haben meist keine oder geringe Schwierigkeiten, mobil zu bleiben. Betroffene und Experten sind sich darin einig.

Dennoch gibt es aus beider Sicht eine Reihe von Kritikpunkten. Technische Mängel werden dabei ebenso genannt wie Verkehrsabläufe, die für ältere Menschen schwer zu meistern sind, oder ungünstige infrastrukturelle Bedingungen. Geklagt wird vor allem über negative Erfahrungen im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Linienführung und Fahrpläne sind hauptsächlich auf die Bedürfnisse von Berufstätigen und Schülern zugeschnitten. Auch die technische Ausstattung der Fahrzeuge wird in vieler Hinsicht als verbesserungsfähig angesehen.

In Bezug auf die Verkehrsinfrastruktur wurden die städtischen Ballungszentren relativ gut bewertet, Randlagen oder ländliche Gebiete eher schlecht. Überraschenderweise beurteilen aber die Interviewpartner, die auf dem Land leben, die dortigen Mobilitätsbedingungen besser als erwartet. Mängel der Infrastruktur würden kompensiert durch nachbarschaftliche Unterstützung, wie etwa durch Fahrgemeinschaften. Überhaupt erscheinen



Fahrkartenautomaten sind nicht nur für ältere Menschen oft unübersichtlich. Foto: Pressestelle/M. Schübel

den Senioren die Lebensbedingungen auf dem Land in einem besseren Licht als vermutet. Dort sind Verwahrlosungssignale (schmutzige Straße und Plätze, Graffiti, herumlungende Jugendliche etc.) weniger verbreitet als in den Großstädten. Solche Signale wirken auf ältere Menschen bedrohlich und bewegen sie dazu, sich seltener aus dem Haus zu wagen.

Generell betonten die Gesprächspartner die Bedeutung von sozialen Bedingungen auf die Mobilität älterer Menschen. Das diskriminierende, unter Umständen bedrohlich wirkende Sozialverhalten vieler Verkehrsteilnehmer, insbesondere der jüngeren, wird hier ebenso genannt wie mangelnde Hilfsbereitschaft und Freundlichkeit. An Dienstleistung fehlt es ebenfalls. Personal im ÖPNV wurde abgebaut, und Apparate können kompetente Ansprechpartner nicht ersetzen. Besonders die Fahrkartenautomaten schneiden schlecht ab, die oft auch Jüngere verwirren. Auf Bahnhöfen befremdet die Computer-Ansage, und unverständliches „Denglisch“ erschwert die Orientierung der Senioren.

Etwa die Hälfte der Befragten verfügt über einen Führerschein und eigenen PKW. Allerdings nutzen einige die Fahrerlaubnis kaum oder gar nicht. Behalten wollen sie die meisten dennoch so lange wie möglich. Das Auto ist für sie nicht nur Fortbewegungsmittel, sondern Ausdruck ihrer Individualität und bis zu einem gewissen

Grad Schutz vor enger Tuchfühlung mit anderen Verkehrsteilnehmern. Nach Meinung der Experten spricht nichts dagegen, „auto-mobil“ zu bleiben, solange Gesundheitszustand und Leistungsfähigkeit selbstkritisch beurteilt werden. Eine Sonderüberprüfung älterer Autofahrer lehnen die Fachleute ab.

Gefährlicher ist es dagegen für Senioren, als Fußgänger unterwegs zu sein, wie die Unfallstatistik belegt. Hier werden intensive Verkehrssicherheitsarbeit und bessere städtebauliche Bedingungen angefordert. Auch über alternative Mobilitätsformen müsse nachgedacht werden.

Grundsätzlich fordern Fachleute die Älteren auf, die bestehenden Möglichkeiten und Angebote flexibel für sich zu nutzen und zu kombinieren. Bis zu einem gewissen Grad könnten sie zudem ihr politisches Gewicht nutzen, um die Verkehrsinfrastruktur in ihrem Sinne zu verbessern.

Das Gesamtprojekt SIZE, das von Deutschland, Irland, Italien, Österreich, Polen, Schweden, Spanien und der Tschechischen Republik umgesetzt wird, läuft bis Ende 2005.



Prof. Dr. Heinz Jürgen Kaiser  
Institut für Psychogerontologie  
Tel.: 09131/85 -26526  
kaiser@geronto.uni-erlangen.de

Neu entdeckte Korallenriffe im Skagerrak

# Leben am ökologischen Limit

Unter ungewöhnlichen und ungemütlichen Bedingungen wachsen Kaltwasserriffe, die vor kurzem im norwegisch-schwedischen Grenzgebiet im Skagerrak neu entdeckt wurden. Als Teilnehmer einer Expedition mit dem Kieler Forschungsschiff Alkor fanden Prof. Dr. André Freiwald vom Institut für Paläontologie und seine Mitarbeiter Ansiedlungen der weißen Lophelia, die als Tiefseekoralle bekannt ist. Die Kolonien der Koralle, die noch in 1.000 Metern Meerestiefe gut gedeiht, liegen in einem Bereich von nur 80 bis 120 Metern unter der Meeresoberfläche, wo das Leben für diese Blumentiere nicht einfach ist.

Untersuchungsgebiet war die kaum erforschte Schärenlandschaft am Eingang des Oslo-Fjordes. Mit einem Fächerecho-



Das Expeditionsgebiet des Forschungsschiffes.

lot wurde der Meeresboden in der Hoffnung abgetastet, die für Korallenriffe typischen Strukturen abzubilden, denn Fischer hatten wiederholt von lebenden Korallen in ihren Netzen berichtet.

Tatsächlich fand ein mit Kamera ausgestatteter Tauchroboter drei Siedlungen von lebenden Korallen. Die Lophelia-Kolonien haben nur einen äußerst engen Lebensraum zur Verfügung. Brackwasser aus der Ostsee, das unverträglich für die Korallen ist, fließt als obere Strömung in Richtung Atlantik. Es wirkt wie ein Deckel an der Meeresoberfläche. Darunter ragt eine dünne Wasserzunge als Tiefenstrom vom atlantischen Ozean in das Skagerrak hinein. Nur in dieser schmalen Nische können die Kaltwasserkorallen siedeln.

Das Leben der Korallen am ökologischen Limit hat mit erdgeschichtlichen und klimatischen Veränderungen zu tun. Vor etwa 10.000 Jahren schmolz der skandinavische Eispanzer vergleichsweise rasch ab. Infolgedessen hob sich der Untergrund des Oslo-Region um fast einen Kilometer. Die lebenden Riffe stiegen mit dem Meeresboden nach oben. Wenn diese Tendenz anhält, bedeutet dies das Ende der Korallen im Oslo-Fjord - nicht durch menschliche Eingriffe bedingt, sondern durch eine geologische Entwicklung. Bereits abgestorbene Riffkomplexe, von rie-



Bizarre Geodia-Schwämme besiedeln tote Riffe, die durch die Bodenhebung in die Brackwasserzone geraten sind. Abbildungen: Inst.f. Paläontologie

sigen Schwämmen überzogen, zeigen, wie dieses Ende aussehen könnte.

André Freiwald und seine Mitarbeiter sind sicher, dass die Proben, die im Verlauf der Expedition genommen wurden, helfen werden, die spannende Geschichte eines Riffgebiets vom Ausgang der letzten Eiszeit bis zum natürlichen Vergehen zu entschlüsseln.



Prof. Dr. André Freiwald  
Institut für Paläontologie  
Tel.: 09131/85 -26959  
andre.freiwald@pal.uni-erlangen.de

Außen- und Innendarstellung von Unternehmen über das Internet

# Kommunikation mit AIDAR

Um Kunden zu erreichen, sich mit Lieferanten abzustimmen oder Anteilseigner über neue Entwicklungen zu informieren, ist das Internet als schnelles und flexibles Instrument unschlagbar. Gerade kleinen und mittleren Betrieben wäre es mit diesem Werkzeug möglich, ihre Anspruchsgruppen individuell und zielsicher anzusprechen. Die Unternehmenskommunikation über das Netz krankt jedoch vor allem daran, dass es an Filtersystemen fehlt, welche die Informationsflut in die richtigen Kanäle leiten und sich der rasch wechselnden Bedarfslage anpassen. Dies hat Martin Stößlein in seiner Forschungsarbeit bei Prof. Peter Mertens im Rahmen des Projekts AIDAR am Bayerischen Forschungs-

zentrum für Wissensbasierte Systeme (FORWISS) festgestellt. Er zeigt auf, wie Informationen dorthin gelangen, wo sie sinnvoll und erwünscht sind.

Gesetzlich festgelegte Pflichten zur Veröffentlichung müssen eingehalten werden. Alle Anspruchsgruppen oder „Stakeholder“, die in Beziehung zum Unternehmen stehen, haben Bedarf an Informationen, und zwar in sehr unterschiedlichem Maße. Kunden sind an anderen Details interessiert als Lieferanten oder Mitarbeiter. Anteilseigner und Fremdkapitalgeber brauchen Entscheidungsgrundlagen, und ein eigenes Informationsprofil für die gesellschaftliche Umwelt kann ebenfalls von Nutzen sein.

Alle diese Anforderungen lassen sich nach den Erkenntnissen im Projekt zur „Außen- und Innendarstellung von Unternehmen“, das im Kürzel AIDAR zusammengefasst ist, mit Hilfe sogenannter „Stakeholder Information Systems“ erfüllen. Sie beruhen auf eingehenden Analysen, wer welche Informationen zu welcher Zeit und auf welchem Weg erhalten sollte.



Dipl.-Ing. Martin Stößlein  
Tel.: 0911/5302 -264  
martin.stoesslein@wiso.uni-erlangen.de

Deutscher Antisemitismus

## Ausmaß rückläufig

Es wird besser, aber es ist noch nicht vorbei: Antisemitismus unter Deutschen. In Form eines Arbeits- und Diskussionspapiers haben Reinhard Wittenberg und Manuela Schmidt antisemitische Einstellungen in Ost und West und ihren Wandel verglichen. Die Wissenschaftler der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät arbeiteten mit zwei repräsentativen und relativ aussagekräftigen Bevölkerungsumfragen, die 1994 und 2002 von Emnid und Infratest durchgeführt worden waren. Im Mittelpunkt stand die Frage, ob und wenn ja, wie sich das Ausmaß antisemitischer Einstellungen in Deutschland seit 1994 geändert hat.

Grundsätzlich setzt sich der Trend zur Abschwächung antisemitischer Einstellungen fort. Der Anteil jener, die Juden „lieber nicht als Nachbarn haben wollen“, hat sich von 1994 bis 2002 von 23,4 auf 18,4 Prozent reduziert. Dass „die Vernichtung der Juden durch die Nazis niemals stattgefunden hat“, halten nur noch 1,9 statt früher 9 Prozent für möglich. Getrübt wird das Bild durch die Antworten auf die Fragen nach den „Einfluss von Juden auf das Weltgeschehen“ und der „Ausnutzung des Holocaust durch Juden“.



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



Tomaten aus Franken oder aus Spanien? Die Transportstrecke ist bei Regionalprodukten nicht das Entscheidende. Foto: Pressestelle/M. Schübel

Evaluation des Mädchen&Technik-Praktikums 2003

## Was macht Mädchen zu „Tekkies“?

Rund 83 Prozent aller Teilnehmerinnen am Mädchen&Technik-Praktikum 2003 sind prinzipiell an einem technischen Studium interessiert. Ein Viertel der Befragten entschied sich sogar mit einem klaren Ja für ein technisches Studium. Das ist eines der Ergebnisse einer Evaluationsstudie über das Mädchen&Technik-Praktikum an der Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg, die in diesem Jahr erstmals vom Institut für Soziologie unter der Leitung von Dr. Aida Bosch durchgeführt wurde. Die Studie beschäftigte sich mit der Bewertung des Praktikums durch die Teilnehmerinnen und versuchte zudem, den schulischen und familiären Hintergrund der Mädchen besser zu beschreiben.

93 Prozent der Teilnehmerinnen würden das Praktikum ihrer besten Freundin empfehlen. Besonders positiv wurden inhaltliche Aspekte bewertet. Von etwa 47 Prozent wurden vor allem die Versuche positiv hervorgehoben. Die Ergebnisse sprechen für die inhaltlich-aufgabenorientierte Motivation der Teilnehmerinnen, am Praktikum teilzunehmen und dort erste „Uni-Luft“ zu schnuppern. Negativ beurteilt wurden in erster Linie organisatorische Dinge, etwa die zeitliche Einteilung der Versuche, die Beschilderung und räumliche Aufteilung.

Einen starken Einfluss auf die Interessen der befragten Mädchen hat das Elternhaus. Technisch interessierte Mädchen



Begegnung mit der Technikwissenschaft.

Foto: I. Rein-Brandenburg

haben signifikant häufiger als andere Eltern mit technischem oder naturwissenschaftlichen Berufen. Die größere Gruppe orientiert sich dabei am Rollenbild des Vaters. Nur außergewöhnlich technisch interessierte Mädchen nehmen sich überdurchschnittlich oft einer Mutter mit technischem Beruf zum Vorbild.



Dr. Aida Bosch  
Insitut für Soziologie  
Tel.: 09131/85 -22386  
aabosch@phil.uni-erlangen.de

Debatte um Energieeffizienz regionaler Nahrungsmittel

## Nähe im sozialen Sinn

Wieviele Kilometer zwischen Herstellung und Verbrauch liegen, sagt nichts darüber aus, ob Produkte für die Umwelt besser oder schlechter sind. Diese Position vertritt Dr. Ulrich Ermann, Kulturgeograph an der Universität Erlangen-Nürnberg, in seiner Doktorarbeit zum Thema „Regionalprodukte“. Er beschreibt die Regionalisierung von Nahrungsmitteln als einen Ansatz, um persönliche Beziehungen der Verbraucher zur Nahrungsmittelerzeugung und ein Verantwortungsbewusstsein ge-

genüber den Produktionszusammenhängen zu fördern. Die aktuelle Diskussion über die Energieeffizienz regionaler Nahrungsmittel, so Ermann, gehe also an der eigentlichen Problematik vorbei.



Dr. Ulrich Ermann  
Institut für Geographie  
Tel.: 09131/85 -22006  
uermann@geographie.uni-erlangen.de

Sprachenzentrum an bayernweitem Projektverbund beteiligt

## Viele Sprachen, viele Chancen

Die Forderung nach praktisch verwertbaren Fremdsprachenkenntnissen in zumindest einer, möglichst aber mehreren Fremdsprachen für Studierende gleich welcher Fachrichtung ist zu einem allgemein akzeptierten Gemeinplatz geworden. Vor dem Hintergrund der zusammenwachsenden europäischen Gemeinschaft, von gemeinsamen Mobilitätsprogrammen, von einer stetigen Intensivierung internationaler wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Verflechtungen hat der Erwerb fremdsprachlicher Kompetenz in den letzten Jahren einen neuen

Stellenwert gewonnen. Gefördert durch den Freistaat Bayern, den Europäischen Sozialfonds (ESF) und die beteiligten Hochschulen haben sich acht bayerische Sprachzentren zum Projektverbund SprachChancen zusammengeschlossen, um durch die Erstellung von multimedialer Sprachlernsoftware den gestiegenen Anforderungen des Arbeitsmarktes an die Fremdsprachenkenntnisse zukünftiger Arbeitnehmer Rechnung zu tragen. Das Sprachenzentrum der Universität Erlangen-Nürnberg ist mit vier Projekten an diesem Programm beteiligt.

### Programme für Italienisch und Spanisch

Español online und Italiano online sind multimediale, internetbasierte Sprachlernprogramme, die, von Nullkenntnissen ausgehend, bis zum Niveau B2 des vom Europarat definierten Referenzrahmens führen und damit der Stufe II von UNICert® entsprechen. Beide Projekte werden zusammen mit den Universitäten Augsburg und Bayreuth entwickelt. Die Kursteilnehmer sollen auf ein Kompetenzniveau gebracht werden, das es ihnen ermöglicht, einen Studienaufenthalt in dem jeweiligen Land erfolgreich zu absolvieren.

Da das Erlernen einer Fremdsprache oft schon an den übervollen Stundenplänen des Fachstudiums scheitert, soll hier ein möglichst zeit- und ortsunabhängiges Angebot realisiert werden. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, verknüpfen die beiden Projekte in Anlehnung an

### UNICert®

Das Zertifikatssystem UNICert® basiert auf einer Rahmenvereinbarung deutscher Universitäten und Fachhochschulen mit der Zielsetzung, die Gleichwertigkeit der Sprachausbildung an den Hochschulen voranzutreiben. Auf diese Weise soll die Zertifizierungspraxis von Fremdsprachenkenntnissen im Hochschulbereich stärker vereinheitlicht werden, so dass Sprachdiplome aussagekräftiger und auch außerhalb der Hochschulen akzeptiert werden. Gleichzeitig dient UNICert® als Gütesiegel für die Qualität der Fremdsprachenausbildung an den akkreditierten Hochschulen.

das „Blended-Learning“-Konzept autonomes Fremdsprachenlernen am Computer mit Kontaktunterrichtsanteilen.

Im Mittelpunkt steht das autonome Lernen: Die Studierenden werden in virtuelle Klassen eingeteilt und erarbeiten die Lerneinheiten individuell, bestimmen Modus und Tempo selbst. Konzeption und Aufbau der Lernumgebung und des Lernprogramms fördern jedoch auch die kooperative Arbeit und die Entwicklung von eigenen Lernstrategien übers Internet; in jeder Lerneinheit sind Paar- oder Gruppenaufgaben vorgesehen. Das Selbstlernen wird online von einem Tutor begleitet. Er ist der Ansprechpartner bei allen aufkommenden Problemen und Schwierigkeiten, übernimmt Coaching, Fachberatung und die Korrektur der Übungen.

Abgerundet wird der Online-Sprachkurs durch einzelne Sitzungen im Präsenzunterricht, die besonders der kommunikativen Kompetenz gewidmet sind. Sie werden in Bezug auf Häufigkeit und Dauer auf die jeweilige geographische Zusammensetzung des virtuellen Kurses abgestimmt.

Mit diesem Konzept wollen Español und Italiano online die unbestrittenen Vorteile der Neuen Medien im Fremdsprachenunterricht mit einer modernen kommunikativen und handlungsorientierten Fremdsprachendidaktik verbinden. Im Lernprogramm werden alle sprachlichen Fertigkeiten berücksichtigt und anhand einer breiten Auswahl an Übungstypen abwechslungsreich und interaktiv trainiert. Auch der Förderung der interkulturellen Kompetenz und der kontinuierlichen Vermittlung von landeskundlichem Wissen ist eine große Bedeutung beigemessen.

### Beispiel Italiano Online: Die virtuelle Stadt

Der Italienisch-Kurs spielt in einer virtuellen Stadt. Diese Stadt, genannt CIVIS (Città Italiana Virtuale per l'Insegnamento a Stranieri), dient als Orientierungsrahmen. Alle Funktionen des Hauptmenüs werden durch Ortsmetaphern bezeichnet, damit der Standort klar und überschaubar wiedergegeben wird. So ist z.B. die Suchfunktion unter dem Button „Bibliothek“ abrufbar, und der Tutor kann in seinem Zimmer im Bereich „Universität“ erreicht werden.

Die Hauptnavigation erfolgt durch eine Navigationsleiste, die immer eingeblendet ist. Im öffentlichen Bereich sind alle Funktionen anklickbar, die für den Kurs notwendig sind, darunter die Einführungsseite, die Bibliothek, die Universität und die Foren. Im persönlichen Bereich werden alle Einstellungen der einzelnen Benutzer gespeichert und alle Dateien und Kursinhalte abgelegt, die der Lernende bewahren möchte. Darüber hinaus sind weitere Materialien abrufbar, die online verfügbar sind, wie Radio- bzw. Videosendungen, interessante Links usw.

Die computergestützten, internetbasierten Selbstlernkomponenten nehmen etwa zwei Drittel des Programms ein, wobei die Studierenden jederzeit die Online-Betreuung in Anspruch nehmen können. Der computergestützte Teil setzt sich aus den unterschiedlichen Übungstypen, einem virtuellen Campus, einem Forum für Diskussionen, Kommunikationswerkzeugen wie Chat, Video-Konferenz, E-Mail und weiteren Komponenten zusammen. Daneben steht der Präsenzunterricht, der den Studierenden die Möglichkeit bietet, mit Kommilitonen und ihrem Tutor verschiedene Übungen gemeinsam zu erarbeiten.

Beide Kurse bestehen aus insgesamt vier Modulen, die jeweils in weitere Teilein-



Abb. 1: CIVIS, die virtuelle Stadt des Kurses „Italiano Online“. Abbildungen: Sprachenzentrum



Abb. 2: Aspekte der Globalisierung werden im Kurs English for Economics behandelt.

heiten untergliedert sind. Für die Bearbeitung eines Moduls sind rund 80 Stunden zu veranschlagen, was einem Semester Präsenzunterricht entspricht. Jedes Modul wird mit einer Abschlussklausur vor Ort beendet, deren Bestehen Voraussetzung für das nächste Modul ist.

Eine wichtige Rolle kommt der Evaluation zu. Die von den Studierenden erworbenen Kenntnisse werden von den Tutoren während der Klausur und von den Studierenden selbst am Ende jeder Einheit bewertet. Daneben haben die Studierenden die Möglichkeit, ihre persönliche Meinung zu dem Programm, den verwendeten Materialien und den Tutoren zu äußern. Die Autoren des Programms berücksichtigen dies bei der Weiterentwicklung.

### Fachsprache Englisch

Die beiden fachsprachlichen Projekte English for Economics und Presentation Skills in English orientieren sich in ihrem didaktischen Ansatz ebenfalls am 'Blended Learning' Konzept und an den Vorgaben von UNiCert®, sind jedoch als einsemestrige Kurse konzipiert.

English for Economics wird speziell für Studierende von volks- und betriebswissenschaftlichen Studiengängen entwickelt. Anhand von fachbezogenen Materialien sollen „Soft Skills“ trainiert sowie fachsprachliche Kenntnisse erworben und vertieft werden. Ziel des Projekts ist es,

#### Der Europäische Sozialfonds (ESF)

Mit dem ESF hat sich die Europäische Union ein Finanzinstrument geschaffen, mit dem sie ihre beschäftigungspolitischen Ziele in konkrete Maßnahmen umzusetzen versucht. Es handelt sich hierbei um den ältesten Strukturfonds der EU, der bereits im Vertrag von Rom verankert ist und seit über 40 Jahren in Kooperation mit den Mitgliedstaaten in Programme investiert, die den Menschen helfen sollen, ihre beruflichen Qualifikationen zu verbessern und damit ihre Anpassungsfähigkeit auf dem Arbeitsmarkt zu steigern.

Unterrichtsformen und Unterrichtsmaterialien zu entwickeln, die das Verstehen von Vorlesungen und Fachvorträgen sowie das Leseverstehen von Fachliteratur fördern, das Verfassen von Berichten, Abstracts und Mitteilungen erleichtern und eine adäquate Sprechfertigkeit in beruflich relevanten kommunikativen Situationen bereitstellen. Darüber hinaus soll landesspezifisches Wissen über einschlägige Berufsfelder vermittelt werden.

In den Online Einheiten werden grundlegende volkswirtschaftliche Themen behandelt, beispielsweise Wirtschaftssysteme englischsprachiger Länder sowie Aspekte der Globalisierung. Sie werden ergänzt und abgerundet von drei Präsenzveranstaltungen in den Multimedia Labors des Sprachenzentrums. Um die kooperative Arbeit zu fördern, werden die Kursteilnehmer in Online-Lerngruppen aufgeteilt: Jede Gruppe arbeitet an einem Internet Recherche Projekt und präsentiert Ergebnisse während eines Workshops.

Auf Textanalysen basierende Übungen ermöglichen es den Teilnehmern, ihre fachsprachliche Lexik und Idiomatik zu erweitern. Dabei soll das entdeckende Lernen gefördert werden: Die Studierenden beobachten die Sprache im Gebrauch und leiten selbständig Regeln und Gebrauchsmuster ab. Wichtiger Bestandteil des Kurses sind verschiedene Tools, die der Organisation, der Kommunikation und der Motivation dienen. Außerdem können die Kursteilnehmer ihren Lernfortschritt anzeigen lassen und mit Hilfe von Online-Nachschlagewerken recherchieren.

Um den Kurs realistischer zu gestalten, ist er um ein fiktives Unternehmen namens „Econucopia“ angelegt. Der Student beginnt den Kurs als neuer Mitarbeiter mit einem festgelegten Gehalt und vorgegebenen Aufgaben für die erste Einheit und kann sich bis zum Geschäftsführer der Firma hocharbeiten.

#### Auftritt wie im Theater

Presentation Skills in English bietet eine Einführung in die Theorie der Präsentationstechniken, die mit Hilfe eines breiten Spektrums an interaktiven Übungstypen in die Praxis umgesetzt werden. Ziel ist es, Unterrichtsformen und Unterrichtsmaterialien zu entwickeln, die den Studierenden aufzeigen, wie man gesprochenes Englisch effektiv für einen informativen, kurzweiligen und überzeugenden Vortrag nutzt. Die Vor- bzw. Aufbereitung von Präsentationen spielt eine ebenso zentrale Rolle wie Strategien der Diskussionsleitung und der Gesprächsführung. Rollenspiele sollen die Fähigkeit vermitteln, an-



Abb. 3: Das Theater als Sinnbild für Präsentation.

gemessen Kritik zu üben und den Umgang mit positivem und negativem Feedback zu schulen. Beim handlungsorientierten Problemlösen in Gruppen wird das Sprechverhalten mittels Videoaufzeichnungen anschließend auf seine Wirkung und Effektivität hin analysiert und gegebenenfalls korrigiert.

In diesem 'blended learning' Konzept sind zwei Präsenzveranstaltungen vorgesehen: Ein Einführungsseminar sowie ein zweitägiger Workshop. Dazu kommen 25 Online-Stunden, anhand derer sich die Kursteilnehmer auf ihren eigenen Vortrag vorbereiten. Die Online Lernumgebung gleicht dem „Globe Theater“ in London: Teilnehmer und Teilnehmerinnen werden eingeladen, sich als Darsteller für einen Bühnenauftritt unter der Leitung des Theatermeisters William Shakespeare vorzubereiten. Durch die vier Module zu Analyse und Zielsetzung, zur Erstellung des Skripts, dem Einsatz visueller Hilfsmittel und dem bühnenreifen Auftritt werden sie von „Mini-Shakespeares“ geleitet, die als Produzent, Autor, Designer und Darsteller auftreten. Dem erfolgreichen Schauspielerschüler winkt nach Abschluss des Kurses ein Preis. Langfristig sollen Kurse entwickelt werden, die auf die Bedürfnisse der juristischen, wirtschaftswissenschaftlichen und technischen Fakultäten maßgerecht zugeschnitten sind.



Prof. Dr. Gerhard Koller  
Sprachenzentrum  
Tel.: 09131/85 -29342  
gerhard.koller@phil.uni-erlangen.de

Europäisierung regionaler Strukturen in Ungarn, Polen und Rumänien

# Stolperschwellen auf der neu formierten Landkarte

Wer sich anschließen will, muss sich anpassen. Von den Beitrittskandidaten der Europäischen Union wird erwartet, dass sie Wandlungsprozesse in Gang setzen, damit sie gleichrangig und gleich verantwortlich neben den derzeitigen Mitgliedern stehen können. Eingeschliffene Abläufe, gewachsene Institutionen und Gewohnheiten, die einer Modernisierung entgegenstehen, verschwinden jedoch nicht widerstandlos. Unter der Leitung von Prof. Dr. Roland Sturm vom Institut für Politische Wissenschaft der Universität Erlangen-Nürnberg wird am Beispiel von regionalen Strukturen in Ungarn, Polen und Rumänien nach voraussichtlichen Reibungsflächen und nach Möglichkeiten zu deren Entschärfung gesucht. Die Volkswagen Stiftung hat für das Forschungsvorhaben knapp eine Viertel Million Euro zur Verfügung gestellt.

Sechs Universitäten und Forschungsinstitute aus Deutschland und den drei Staaten, denen die Untersuchung gilt, wirken in dem Projekt zusammen. Die Koordination liegt bei Dr. Jürgen Dieringer vom Sozialwissenschaftlichen Forschungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg. Zsuzsanna Kicsi aus Rumänien und Monika Olewinska aus Polen sind als wissenschaftliche Mitarbeiterinnen dabei. Das Projekt ist stark praxisorientiert. Nach zwei Jahren, wenn die Studien abgeschlossen sind, sollen typische Problemlagen benannt und Lösungsstrategien aufgezeigt werden, die auf andere Beitrittsländer übertragbar sind.

## Regionen als Prüfsteine

Verbunden mit dem Beitritt zur EU haben mittel- und osteuropäische Länder damit zu rechnen, dass die Europäische Kommission, welche die Osterweiterung koordiniert und den Europäisierungsprozess insbesondere auf regionaler Ebene vorantreiben soll, darauf drängt, moderne Strukturen in Politik und Verwaltung aufzubauen. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass dies nicht ohne Spannungen zwischen den gewachsenen nationalen Mustern und der übergreifenden „neuen Ordnung“ geschehen kann.

Von besonderem Interesse ist die Vereinbarkeit von regionalen Verwaltungs-

strukturen und Institutionen in Mittel- und Osteuropa mit den Vorgaben der Gemeinschaft, da sich hier, wie die Forscher meinen, zu einem wesentlichen Teil entscheiden wird, inwiefern die EU-Erweiterung gelingt. Es wird vermutet, dass deutliche Unterschiede in Art und Ausmaß der Anpassung, dem zeitlichen Ablauf und den Argumentations- und Legitimationsmustern feststellbar sind. Entsprechend verschiedenartig könnten die Ergebnisse ausfallen, die die Realität in den Nationen und Regionen prägen werden. Vom Verlauf des Wechselspiels von Wandel und Beharrungsvermögen wird abhängen, ob die Regionen in den Beitrittsländern „europafit“ werden und es der EU gelingt, breite gesellschaftliche Akzeptanz zu finden.



Prof. Dr. Roland Sturm  
Projektleiter  
Institut für Politische Wissenschaft  
Tel.: 09131/85 -22370  
RDSTURM@phil.uni-erlangen.de

Dr. Jürgen Dieringer  
Koordination  
Sozialwissenschaftliches  
Forschungszentrum  
Juergen.Dieringer@wiso.uni-erlangen.de

Bericht des Hieronymus Münzer über seine Reise zum Ende des 15. Jahrhunderts

# Der Nürnberger Arzt im Luxus des Südens

Durch halb Europa zu reisen ist kein Privileg des modernen Tourismus. Zwar mussten im Spätmittelalter ein bis zwei Jahre dafür aufgewendet werden, doch wohlhabende Bürger, beispielsweise aus Nürnberg, konnten sich das leisten. Wie eine solche Reise verlief, schildert ein fünf-hundert Jahre alter Bericht, der heutige Leser sicher noch ansprechen, überraschen, belehren und mitreißen kann - sobald er aus dem Lateinischen übertragen ist, wie es in einem Editionsprojekt unter der Leitung von Prof. Dr. Klaus Herbers am Lehrstuhl für Mittelalterliche Geschichte derzeit geschieht.

„Ich glaube nicht, dass in Deutschland ein Freiherr oder Graf eine solche Ehre erweisen kann“. So fasste Ende des 15. Jahrhunderts der Nürnberger Arzt Hieronymus Münzer die Eindrücke zusammen, die ein außergewöhnliches Gastmahl in Spanien bei ihm hinterlassen hatte. Im September 1494 war er in Barcelona, als ihn Landsleute zum Essen einluden. Münzer vermerkt, er sei damals von deutschen Kaufleuten bei Musik und Tänzen „nach maurischer Art“ auf das Edelste mit katalanischen Speisen bewirtet worden. Der Nürnberger war beeindruckt. In Spanien auf Deutsche zu treffen war nicht so ungewöhnlich - viele hatten sich dort als Kaufleute oder Buchdrucker niedergelassen - ins Staunen jedoch versetzte ihn der luxuriöse Gebrauch, den seine Landsleute von der Kultur ihres Gastlandes zu machen wussten.

Der Aufenthalt in Barcelona war nur eine kurze Etappe in einem ereignisreichen Leben. Hieronymus Münzer wurde 1437 in Feldkirch (Vorarlberg) geboren. Nach einem Studium der artes liberales in Leipzig und der Promotion zum Doktor der Medizin in Pavia hatte er sich in Nürnberg niedergelassen. Als dort 1494 die Pest wütete, suchte Münzer sein Heil in der Flucht. Er ließ Frau und Kind in der Reichsstadt zurück und brach zu einer langen Reise auf, die ihn 1494/95 über die Schweiz nach Frankreich, Spanien und Portugal schließlich in die Niederlande führte.

Über die Stationen von Münzers Weg sind wir genau informiert: In seinem lateinischen Reisebericht (Itinerarium) beschreibt der Arzt, was er alles sah und er-



Auszug aus dem Vorwort zu Hieronymus Münzers Itinerarium. Bayerische Staatsbibliothek CLM 431

lebte. Erstaunlich ist die Vielfalt seiner Interessen, die den unterschiedlichsten Aspekten politischen, wirtschaftlichen und sozialen Lebens gelten. Der Nürnberger beschreibt fremde Völker und exotische Produkte aus fernen Ländern genauso, wie er minutiös arabische und spanische Wörter wiedergibt. Er verliert bei all dem seine Heimatstadt nicht aus dem Blick, deren Bürger ja auch Leser seines Reiseberichts waren. Vielleicht ist gerade deshalb der Vergleich für Münzer so wichtig, etwa wenn er spanischen Bauten Nürnberger Kirchen gegenüberstellt. Der literarische Niederschlag, den solche Beobachtungen fanden, ist eine hervorragende Quelle nicht nur für die Reisen Nürnberger Bürger Ende des 15. Jahrhunderts und die Geschichte der von Münzer bereisten Länder, sondern auch ein Zeugnis für regionale Ausgangspunkte und Wahrnehmungsperspektiven der sogenannten „europäischen Expansion“ um 1500.

Angesichts dieses Aussagewertes verwundert es, dass Münzers Reise bisher kaum Gegenstand umfangreicher Studien war. Das wird sich nun bald ändern. Denn dem Reisebericht des Hieronymus Münzer gilt ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft seit dem 1. Januar 2003 gefördertes Arbeitsvorhaben am Lehrstuhl für Mittelalterliche Geschichte. Ziel des Projekts, an dem Sofia Seeger und Dr. Randall Herz mitarbeiten, ist zunächst eine kritische Neuedition des lateinischen Itinera-

rium. Dieser Text soll durch eine deutsche Übersetzung zugleich einem größeren Leserkreis zugänglich gemacht werden.

Weiter ist beabsichtigt, den Autor des Reiseberichts in sein regionales und kulturelles Umfeld einzuordnen. Nürnberg erlebte um 1500 eine Zeit geistiger Blüte. Davon zeugt nicht zuletzt ein Kreis kosmographisch interessierter Humanisten, in dem Münzer verkehrte. An einigen der bedeutendsten Leistungen dieses Gelehrtenzirkels wirkte der Arzt aus Feldkirch mit, etwa an dem als „Erdapfel“ bezeichneten Globus Martin Behaims, der 1492 vollendet wurde, und an der ein Jahr später gedruckten Schedelschen Weltchronik.

Abgesehen von dieser Nürnberger Seite des Hieronymus Münzer verfolgt das neue DFG-Projekt das Ziel, den Reisebericht unter inhaltlichen Gesichtspunkten auszuwerten. Hierzu zählen etwa das Phänomen der Reisen und Reiseliteratur um 1500, die Geschichte der von Münzer besuchten Regionen und die vielfältigen Beziehungen zwischen Deutschland und der iberischen Halbinsel.



Prof. Dr. Klaus Herbers  
Tel.: 09131/85- 22356  
Klaus.Herbers@phil.uni-erlangen.de  
Sofia Seeger MA  
Miriam Montag  
Tel.: 09131/85- 25893

Einflüsse der Phönizier und Griechen auf die lokale Kunst und Architektur

# Die Königsgräber von Tamassos auf Zypern

Die 24 Gräber der Königsnekropole von Tamassos zählen zu den bedeutendsten Zeugnissen archaischer Kultur des 7. und 6. Jahrhunderts vor Christus auf der Insel Zypern. Bereits 1889 wurden die Gräber entdeckt; die Funde und Befunde wurden jedoch nie vollständig dokumentiert. Dies soll jetzt in einem von der DFG geförderten Projekt am Institut für Klassische Archäologie erfolgen. Die Wissenschaftler unter Leitung von Prof. Dr. Hartmut Matthäus erhoffen sich so Aufschluss über die Wirkung von phönikischen und griechischen Kultureinflüssen auf die lokale zyprische Kunst und Architektur. Das Projekt ist damit Teil des Schwerpunkts zur Altertumskunde der ostmittelmeerischen Kulturen und ihrer Beziehungen am Institut für Klassische Archäologie, der bislang in Deutschland einmalig ist.

Die Königsnekropole von Tamassos wurde 1889 von Max Ohnefalsch-Richter, einem der Pioniere der Periode vorwissenschaftlicher zyprische Archäologie, entdeckt und im Auftrag der Berliner Museen ausgegraben. Die wertvollen Funde unterlagen entsprechend dem damals noch geltenden osmanischen Recht der Teilung. Dadurch gelangten nur Teile des Materials nach Berlin, andere nach Nicosia und nach Cambridge. Ein Teil ist verschollen, ein weiterer im Zweiten Weltkrieg zerstört worden. Ohnefalsch-Richter hat keine systematische Publikation hinterlassen. Bis heute existiert nur ein von ihm verfasstes kursorisch beschreibendes Manuskript „Tamassos und Idalion“, das in Berlin verwahrt wird.

Darin spricht Ohnefalsch-Richter von vier Königsgräbern im engeren Sinn (Gräber 4, 5, 11, 12), die sich durch ihre aufwendige Architektur und durch reiche Grabbeigaben von den anderen Grablegen unterscheiden. Vermutlich wurden dort die Stadtkönige von Tamassos beigesetzt. In den Jahren 1971 bis 1974 untersuchte Hans-Günther Buchholz, inzwischen emeritierter Lehrstuhlinhaber für Archäologie in Gießen, der am aktuellen DFG-Projekt beteiligt ist, die Königsnekropole erneut. Dadurch kann das Projekt am Institut für Klassische Archäologie auf einen breiten Materialfundus mit Daten zu Grabarchitektur, Bestattungsformen, zu



Grab 5, Blick von der Vorkammer in die Sarkophagkammer.

Abb.: Institut für Klassische Archäologie

den Metallfunden und zur Keramik der Gräber zurückgreifen.

Tamassos bietet den Forschern einen interessanten Sonderfall zyprischer Grabarchitektur. Die beiden erhaltenen Gräber 5 (mit zwei hintereinander gestaffelten Kammern) und 12 (eine Kammer) wurden in einer Steinarchitektur erbaut, hölzerne Konstruktionselemente zitiert und perpetuiert, wie Balkennachahmungen in Fassade und Deckenkonstruktion anzeigen. Dieser Baustil ist im zyprischen Raum einmalig, lässt sich aber inzwischen auf phönikische Vorbilder zurückführen - ein Ergebnis des neuen Forschungsprojektes. Ebenso weisen auf östliche Einflüsse die in Tamassos im Eingangsbereich zu Seiten des Türdurchganges angebrachten Reliefpilaster. Sie haben Vorbilder in der Monumentalarchitektur Israels und sind auch aus phönikischer Kunst wohl bekannt.

Im Rahmen des DFG-Projektes ist die abschließende und umfassende Dokumentation dieser im 7. und 6. Jh. v. Chr. auf der Insel Zypern einzigartigen Nekropole vorgesehen. Im Zentrum der Forschungen steht dabei eine Analyse der Grabarchitektur sowie der Beigaben durch die Projektmitarbeiterinnen Katja Walcher M. A. und Dr. Friederike Bubenheimer Erhart. Dabei werden besonders die Metallfunde, die quantitativ und qualitativ herausragende

Gruppe der Grabbeigaben, kulturhistorisch ausgewertet. Schließlich darf die archaische Kultur Zyperns als Paradebeispiel einer Kultur gelten, die sich durch Außenkontakte kontinuierlich verändert und sich von der Vielfalt zu einer neuen Einheit wandelt. Die komplexen und differenzierten Prozesse von Kontakt und kulturellem Wandel innerhalb der zyprischen Kultur werden nun paradigmatisch an den Königsgräbern von Tamassos erforscht.

Erste Ergebnisse werden im Rahmen eines internationalen und interdisziplinären Zypern-Kolloquiums unter dem Titel „Religion and Society in Cyprus. From the Late Bronze Age to the End of the Archaic Period“ am 23. und 24. Juli 2004 vorgestellt. Das Kolloquium wird vom Institut für Klassische Archäologie gemeinsam mit der Foundation A.G. Leventis in Nicosia, und dem Institut für Interdisziplinäre Zypern-Studien veranstaltet und ist Teil der Aktivitäten des neu gegründeten Interdisziplinären Zentrums Alte Welt.



Prof. Dr. Hartmut Matthäus  
Tel.: 09131/85-22 392  
htmattha@phil.uni-erlangen.de

Sprachatlas von Mittelfranken rückt mit seinen Forschungsergebnissen Selbstbild zurecht

# Klöße waren nicht immer eine fränkische Leibspeise

Einige der Forschungsergebnisse des Sprachatlases von Mittelfranken an der Universität Erlangen-Nürnberg kommen einer kleinen Kulturrevolution gleich. „Rohe Klöße“, die fränkische Beilage zum Schweinebraten schlechthin, waren bis zum Ende der 1920er Jahre in Mittelfranken eher unbekannt. Erst nach 1945 eroberten sie flächendeckend die regionalen Schweinebratenteller.

Der Kartoffelkloß ersetzte Bratkartoffeln oder Kartoffelsalat auf der sonntäglichen Festtafel. Gewährspersonen aus dem Landkreis Roth hatten die Erlanger Sprachwissenschaftler bei ihren Interviews darauf aufmerksam gemacht. Eine Überprüfung mit volkskundlichen Forschungen bestätigte den Befund, mit dem die fränkische Kulturgeschichte in Teilen revidiert werden muss, egal ob von „Glais“ und „Glees“ (westlich von Nürnberg) oder „Gniedla“ und „Gniela“ (im östlichen Drittel Mittelfrankens) die Rede ist.

Die Kloß- und Knödelfrage verdeutlicht die kulturgeschichtliche Bedeutung eines der größten geisteswissenschaftlichen Forschungsprojekte in Bayern der letzten Jahrzehnte. Seit den 1980er Jahren wurde der Bayerische Sprachatlas je zur Hälfte vom bayerischen Wissenschaftsministerium und der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Der Sprachatlas von Mittelfranken unter Leitung des im September 2003 emeritierten Dialektforschers Prof. Dr. Horst Haider Munske ist Teil eines landesweiten Gemeinschaftsprojekts von fünf bayerischen Universitäten. In Augsburg, Würzburg, Bayreuth und Passau entstehen vergleichbare Kartenwerke, die die Dialekte der übrigen Regierungsbezirke des Freistaats behandeln. Ein gesamt-bayerischer Überblicksband faßt die wichtigsten Ergebnisse der Teillanten anschaulich zusammen. Der Sprachatlas von Mittelfranken selbst wird insgesamt sechs Bände umfassen. Der erste Band wurde im Dezember 2003 der Öffentlichkeit präsentiert.

Der Atlas ist ein umfangreiches Kartenwerk, in dem die ursprünglichste noch erfragbare Form der Mundarten dokumentiert werden soll. In 167 mittelfränkischen Orten stellten die Erlanger Forscher zwischen 1989 und 1997 den fast 800 Ge-



Beispielkarte aus dem Sprachatlas von Mittelfranken. Sie dokumentiert eine deutliche Differenz bei der Verwendung der Bezeichnungen für den rohen Kartoffelkloß. Abb: SMF

währleuten stets die 2.800 gleichen Fragen. Befragt wurden Personen, die vor 1935 geboren wurden und in ihrer Jugend noch die Arbeitsweise der traditionellen Landwirtschaft kennen gelernt hatten. In der Fachsprache der Landwirtschaft haben sich Sprachmerkmale und Bezeichnungen bewahrt, die dialektale Unterschiede markieren. In der regionalen Umgangssprache, insbesondere in den städtischen Ballungsräumen, sind diese längst ausgestorben.

Nur ein Teil des umfangreichen Tonmaterials wurde bislang für den Sprachatlas von Mittelfranken ausgewertet. Prof. Munske hat daher Zukunftspläne: „Das entstandene Tonarchiv hält noch ausreichend Stoff für weitere Forschungen bereit, etwa zur Fachsprache des Hopfenan-

baus. Die Arbeiten wären am besten in einem neu zu gründenden Dialektinstitut für Mittelfranken angesiedelt, das als dauerhafte Einrichtung für Beratung und Auskünfte zur Verfügung steht und mit dem schon bestehenden Interdisziplinären Zentrum für Dialektforschung (IZD) an der Universität Erlangen-Nürnberg zusammenarbeitet. Zur Zeit fehlen dafür leider die Mittel.“



Prof. Dr. Horst Haider Munske  
Dr. Steffen Arzberger  
Tel.: 09131/85 -24676  
snarzber@phil.uni-erlangen.de

Weshalb und wieviel entlohnen Betriebe über Tarif?

# Spielraum für den Verdienst

In Deutschland werden die Tarifverdienste von Gewerkschaften und Arbeitgeberverbänden meist auf Branchenebene ausgehandelt und haben quasi Mindestlohncharakter. Tarifgebundene Unternehmen dürfen bei der effektiven Entlohnung ihrer Mitarbeiter die Tarifverdienste zwar überschreiten, nicht jedoch unterschreiten. Ist der gezahlte Effektivverdienst höher als der im Tarifvertrag festgelegte Verdienst, so spricht man von einer übertariflichen Entlohnung.

Leider gibt es keine amtlichen Statistiken über die Verbreitung und das Ausmaß der übertariflichen Entlohnung. Zur Verringerung dieses Wissensdefizits wurden in einer gemeinsamen Studie des Lehrstuhls für Arbeitsmarkt- und Regionalpolitik der FAU (Prof. Dr. Claus Schnabel) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB) die repräsentativen Daten von rund 14.000 Betrieben des IAB-Betriebspanels ausgewertet. Dabei konnte man sich auf den privaten Sektor beschränken, da im öffentlichen Sektor praktisch nicht über Tarif entlohnt wird. Es zeigte sich, dass im Jahr 2002 hochgerechnet rund 43 Prozent der tarifgebundenen Betriebe in Deutschland über Tarif entlohnten (wobei davon nicht alle Mitarbeiter gleichermaßen betroffen sein mussten). In diesen Betrieben lagen die effektiven Löhne und Gehälter im Schnitt gut zehn Prozent über den Tarifverdiensten.

Diese Durchschnittswerte verbergen deutliche Unterschiede nach Branche und Region, die in der Tabelle sichtbar werden. Während in Westdeutschland fast jeder zweite Betrieb über Tarif bezahlt, ist es in Ostdeutschland nicht einmal jeder fünfte. Besonders häufig findet sich eine übertarifliche Entlohnung in der Industrie, relativ selten ist sie im Dienstleistungsbereich. Statistische Analysen zeigen ferner, dass Kleinbetriebe mit weniger als zehn Mitarbeitern und Betriebe mit vielen Teilzeitbeschäftigten seltener, solche mit einem besonders guten Stand der technischen Anlagen dagegen häufiger über Tarif zahlen. Im Zeitablauf weisen sowohl die Höhe als auch die Verbreitung der übertariflichen Entlohnung eine rückläufige Tendenz auf. Mehr und mehr Betriebe scheinen aus Kostengründen die übertariflichen Lohnbestandteile verringert oder ganz gestrichen zu haben.

Branche	Anteil übertariflich entlohrender Betriebe, in Prozent		Relative Lohnspanne zwischen Effektiv- und Tariflöhnen, in Prozent	
	West	Ost	West	Ost
Landwirtschaft u.a.	12,5	35,5	10,8	10,8
Bergbau/Energie	27,9	17,1	0,0	8,2
Chemie/Offverarbeit.	60,3	51,0	10,0	11,0
Investitionsgüter	73,0	25,9	12,4	11,2
Verbrauchsgüter	52,6	22,8	9,0	5,5
Baugewerbe	41,9	15,0	8,8	10,7
Handel/Reparatur	50,1	20,2	11,1	9,5
Verkehr/Maschinen	42,5	15,3	10,4	13,4
Kredit/Versicherung	40,7	14,3	8,9	10,5
Dienste für Unternehmen	35,7	5,3	12,2	10,8
sonstige Dienste	38,5	1,5	11,8	5,5
privater Sektor insgesamt	45,5	18,5	10,8	5,5

Übertarifliche Entlohnung nach Branchen 2002.  
Quelle: IAB-Betriebspanel 2002 (ohne Organisationen ohne Erwerbszweck und öffentlichen Dienst).

### Erklärungsansätze

Angesichts der häufigen Klagen von Unternehmen über überhöhte Tarifabschlüsse und Arbeitskosten mag es überraschen, dass viele Firmen die als zu hoch beklagten Tariflöhne auch noch freiwillig überschreiten. Allerdings gibt es eine Reihe von institutionellen und ökonomischen Faktoren, die eine übertarifliche Entlohnung erklären können.

Der institutionelle Hintergrund besteht darin, dass die branchenweit geführten Tarifverhandlungen die Situation einzelner Betriebe und Regionen kaum berücksichtigen können und dass Tarifverträge sich meist nur auf wenige Lohn- und Gehaltsgruppen konzentrieren. Wollen Betriebe stärker nach Qualifikation, Leistung und Erfolg differenzieren, können sie dies wegen des Mindestlohncharakters der Tarifverdienste oft nur auf dem Wege übertariflicher Lohnzuschläge.


Eine übertarifliche Entlohnung kann auch Ausdruck einer starken Machtposition der Arbeitnehmer im Betrieb sein. Bei guter Ertragslage des Betriebs und/oder guten Arbeitsmarktchancen der Mitarbeiter mag es diesen gelingen, die Leitung zur Zahlung übertariflicher Löhne zu veranlassen. Eine (freiwillige) übertarifliche Entlohnung wird dagegen in „Effizienzlohnansätzen“ als eigenständiges Instrument der Unternehmen zur Erhöhung der Produktivität interpretiert: Überdurchschnittlich

qualifizierte Arbeitskräfte werden ange- lockt, kostspielige Fluktuation verringert, die Arbeitsmotivation gestärkt und et- was Unzufriedenheiten der Belegschaft abgebaut. Indem sie leistungssteigernd und produktivitätserhöhend wirkt, kann die Entlohnung über Tarif für den Betrieb ökonomisch vorteilhaft sein.

### Mehr Flexibilität

Vor diesem Hintergrund und angesichts der im Zeitverlauf abnehmenden Entloh- nung über Tarif wäre es sinnvoll, durch eine moderate Tariflohnpolitik den Spielraum für übertarifliche Differenzierungen auszu- weiten. Dies dürfte die Flexibilität des oft kritisierten deutschen Lohnfindungsys- tems deutlich erhöhen und Beschäfti- gungsmöglichkeiten besser ausnutzen.

Der Volltext der Untersuchung findet sich auf der Homepage des Lehrstuhls: [www.arbeitsmarkt.wiso.uni-erlangen.de/df/Diskussionspapiere/dp23.pdf](http://www.arbeitsmarkt.wiso.uni-erlangen.de/df/Diskussionspapiere/dp23.pdf)



Prof. Dr. Claus Schnabel  
Lehrstuhl für Arbeitsmarkt- und Regionalpolitik  
Tel. 0911/5302-481  
[claus.schnabel@wiso.uni-erlangen.de](mailto:claus.schnabel@wiso.uni-erlangen.de)

Projekt Handbuch „Theologie und Literatur“

# Spannende Begegnung

„Schlechtes Stilprinzip, wenn man religiös wird, erweicht der Ausdruck“ - mit diesem Diktum von Gottfried Benn aus dem Jahre 1933 schien eine endgültige Absage formuliert: Religion und literarische Annäherung an die Gottesfrage wurden aus der ernstzunehmenden Literatur verabschiedet. Religiosität galt fortan weitgehend als Signum ästhetischer und intellektueller Minderwertigkeit. Gegen dieses Verdikt gab und gibt es jedoch zahlreiche Ausnahmen. Vor allem in der unmittelbaren Gegenwartsliteratur finden sich Spuren „neuer Unbefangenheit“ im Umgang mit religiösen Fragen. Seit etwa 30 Jahren gilt auch die wissenschaftliche Erforschung der spannungsreichen Beziehung von „Theologie und Literatur“ als eigenständige akademischer Disziplin. Prof. Dr. Georg Langenhorst vom Institut für Katholische Theologie an der Erziehungswissenschaftlichen Fakultät - ausgewiesen durch zahlreiche Publikationen in diesem Bereich - bereitet derzeit ein Handbuch vor, das die Forschungsarbeiten in diesem interdisziplinären Feld darstellen und auswerten wird. Die Publikation bei der Wissenschaftlichen Buchgesellschaft in Darmstadt ist für Frühjahr 2005 vorgesehen.

## Elegie

Das alles gab es einmal:

Das Süßholz; die Riesenbockwurst;  
Die Waldmeisterlimonade;  
verbilligte Knickeier;  
Gott!

Ein kleines unscheinbares Gedicht, 1999 im Band „Der Pudding der Apokalypse“ (Rowohlt) publiziert. Der Verfasser, Adolf Endler, wurde 1930 in Düsseldorf geboren, siedelte jedoch als überzeugter Antifaschist 1955 in die DDR über, wo er fortan als Lyriker und Prosaautor vom Westen weitgehend unbeachtet lebte. 1979 wurde er aus dem DDR-Schriftstellerverband ausgeschlossen, so dass er auch dort bis zur Wende in den Untergrund vertrieben wurde. Erst nach 1989 wurde er als führender Kopf der literarischen Szene am Prenzlauer Berg wiederentdeckt. Was für ein lapidarer Abgesang: In dieser Elegie schaut der Dichter bedauernd auf das zurück, was es „einmal gab“, und dessen Verschwinden nun offenbar beklagt wird. „Süßholz“ - einen Strauch aus der Familie

der Schmetterlingsblüter, aus dessen süßen Wurzeln man den Grundstoff für Lakritze gewann; uns bestenfalls noch durch das sprichwörtliche „Süßholz raspeln“ vertraut; „Riesenbockwurst“, „Waldmeisterlimonade“, „Knickeier“, deren schadhafte Schale zur Möglichkeit eines verbilligten Erwerbs führte. Bis hierher liest sich die elegische Verlustlitanei wie eine halb ernste, halb ironische Erinnerung an die sinnlichen Verlockungen der Kindheit. Die aufgezählten kulinarischen Genüsse waren die typischen Höhepunkte einer kargen Vorkriegs- und Kriegskindheit.

Dass dieser Litanei „Gott“ als überraschender abschließender Verlustpunkt hinzugefügt wird - rhetorisch zugespitzt durch den Abklang im harten Einsilber - bestätigt den halb ernsten, halb ironischen Ton: Zu den Höhepunkten der Kindheit mögen auch Erfahrungen mit „Gott“ gehört haben, doch auch sie gehören der Vergangenheit an. Einerseits blickt Endler hier so auf die eigene Lebensgeschichte zurück, andererseits spiegelt sich in dieser individuellen Erfahrung gesellschaftliche Entwicklung. „Gott“ ist in dieser Gesellschaft wie der Geschmack von Waldmeisterlimonade - süße Erinnerung, aber unwiderbringlich verloren. Zentrale Frage jedoch: Welche Bedeutung hat der Titel für die Bestimmung des Tons dieses Gedichts? Ist dies eine „Elegie“ im Sinne der „klagend-entsagenden subjektiven Gefühlslyrik“, also ein Sehnsuchtstext? Oder ironischer Abgesang? Oder schließen sich beide Lesarten gerade nicht aus, sondern bedingen einander? Der Text selbst gibt die Antworten auf diese Fragen an die Lesenden weiter.

An solchen Texten (vgl. G. Langenhorst: Gedichte zur Gottesfrage. Texte - Interpretationen - Methoden, München 2003) kann die Grundherausforderung im interdisziplinären Spannungsfeld von „Theologie und Literatur“ deutlich werden: Theologen werden dazu provoziert, die Selbstverständlichkeiten ihrer Deutungen und Sprachspiele zu überprüfen. Literaturwissenschaftler werden dazu angeregt, ihre Selbstverständlichkeiten in der Tabuisierung von Religion zu hinterfragen. Schriftstellerinnen und Schriftsteller ihrerseits finden in den jeweiligen Deutungen ein vielschichtiges Echo auf ihre Texte. Die akademische Disziplin „Theologie und Literatur“ - in den englischsprachigen Ländern als ei-

## Konfessionsübergreifende Kooperation

Der literarisch-theologische Ansatz ist dem Handbuch-Projekt am Lehrstuhl für Katholische Religionslehre und dem Datenbank-Projekt „Bibel und Lyrik“ am Institut für Praktische Theologie (vgl. nebenstehenden Artikel) gemeinsam. Zwischen den Projektleitern, Prof. Dr. Georg Langenhorst und Prof. Dr. Martin Nicol, besteht eine enge Zusammenarbeit, die im Wintersemester 2003/04 Ausdruck in der als „Dialogvorlesung“ geführten Veranstaltungsreihe „Bibel poetisch“ gefunden hat.

genständiger Studiengang etabliert - bezieht so ihre Dynamik aus den Diskursen zwischen drei völlig verschiedenen Gesprächsteilnehmern. Dass dieser Diskurs weitreichende literatur- und religionsdidaktische Chancen eröffnet, sei hier nur angedeutet.

Im Handbuch soll versucht werden, den Forschungsstand zu bündeln und auszuwerten, um Perspektiven für die Zukunft zu setzen. Wie und wo finden sich sprachliche, motivische, thematische Auseinandersetzungen mit Religion in der modernen Literatur? Wo finden sich theologische Entwürfe, die sich mit literarischen Entwürfen auseinandersetzen? Welche Forschungsansätze mit welchen hermeneutischen Prinzipien arbeiten das Begegnungsfeld auf? Diesen Zielen ist auch der interdisziplinäre Forschungskongress „Theologie und Literatur 2004“ verpflichtet, den Prof. Langenhorst im Oktober 2004 in Würzburg zusammen mit einem dortigen Kollegen organisiert. Hier soll vor allem der Anschluss an das internationale Netzwerk von Forschungen in diesem Gebiet vorangetrieben werden. „Schlechtes Stilprinzip, wenn man religiös wird?“ - Spannende Herausforderung, wenn Religion und Literatur sich begegnen!



Prof. Dr. Georg Langenhorst  
Lehrstuhl für Didaktik  
des Katholischen Religionsunterrichts  
Tel: 0911/5302 -511  
gglangen@ewf.uni-erlangen.de

Datenbank-Projekt zu Spuren der Bibel in der deutschsprachigen Lyrik nach 1945

# Poetische Spurensuche

Für viele Menschen klingt die Sprache der Bibel poetisch, auch wenn sie sich weder der Religion noch der Lyrik besonders verbunden fühlen. Für Poeten hat das Buch der Bücher eine Anziehungskraft, die in seiner Sonderstellung innerhalb unseres Kulturkreises begründet ist. Die Bibel findet in der Literatur ein Medium, das ihre Worte aufgreift, umformt, deutet oder auch parodiert. Am Institut für Praktische Theologie der Universität Erlangen-Nürnberg hat Prof. Dr. Martin Nicol ein Datenbank-Projekt initiiert, das als Leitfaden beim Spurensuchen im Wechselspiel von Bibel und deutschsprachiger Gegenwartslyrik gedacht ist. Im Jahr der Bibel, das nun zu Ende geht, wurden die bisher gesammelten Daten für das Internet aufbereitet.

Wenn in der Literatur von der Sintflut oder vom Hohen Lied der Liebe die Rede ist, wenn in einem Gedicht von Thomas Rosenlöcher das Kamel endlich den Weg durchs Nadelöhr findet oder Hans Magnus Enzensberger vom Besuch eines Engels berichtet, der ihn unverblümt provoziert, liegt die Anleihe bei biblischen Texten auf der Hand. Nicht immer jedoch treten Anspielungen so offen zu Tage, und mitbekommen kann sie nur, wer mit den Formulierungen des Buchs, auf das Christen und Juden ihre Religion begründen, vertraut ist. Da diese Vertrautheit schwindet, soll die Datenbank die Wahrnehmung schärfen und helfen, die Aufmerksamkeit auf biblische Spuren in der Literatur zu lenken.

Eine andere Denkrichtung entspricht mehr dem theologischen Interesse: Bibeltexte aus ihrer Wirkungs- und Rezeptionsgeschichte zu begreifen. Nach einer neuerdings vielfach vertretenen Auffassung erschöpft sich das Auslegen der Schrift nicht darin, dem nachzuforschen, was die Autoren ausdrücken wollten. Was davon ankommt und wie dies weiterverwendet wird, ist ebenfalls bedeutsam. Die Literatur und andere Richtungen der Kunst geben hier reichhaltiges Material an die Hand. Literarische Texte mit biblischen Bezügen gelten Theologen teils sogar als „externe Bibelauslegung“, also Deutungen außerhalb von Kirche oder Theologie.

Zahlreiche Fragestellungen für wissenschaftliche Projekte, für Dissertationen, Magister- oder Zulassungsarbeiten lassen sich hier anknüpfen. Eine große Arbeit über biblische Spuren in der Lyrik von Erich Fried wurde bereits abgeschlossen.



Die Homepage des Lyrik-Projekts.

Die Internet-Datenbank liefert für solche Recherchen die Grundlagen. Ebenso gut kann die Sammlung von Beispielen einen Fundus abgeben, der Lehrenden an Schulen oder Hochschulen, Pfarrerinnen und Pfarrern in ihrer Berufspraxis nützlich ist. Freien Zugang zum gesamten Bestand erlaubt zwar das Verlagsrecht nicht, doch mittels Passwort, das für ein zeitlich begrenztes Projekt zugeteilt wird, können die Informationen abgerufen werden.

Wer Literaturwissenschaften studiert oder im Bildungssektor tätig ist, könnte an biblischen Anklängen in einzelnen Gedichten interessiert sein oder das Werk bestimmter Autoren auf den Gehalt an Bezügen zur Bibel prüfen wollen. Dafür ist wichtig zu wissen, dass bereits beim Erstellen der Datenbank Deutungen von Texten zugrunde liegen. Nur Zitate zu sammeln und Begriffe abzugleichen, wie es ein Computerprogramm ermöglichen würde, ist nicht das Anliegen des Projektteams. Die Identifikation biblischer Spuren beruht immer schon auf Interpretation.

Die Auswahl der Datenbank ist auf exemplarische Beispiele angelegt, die möglichst viele Facetten des Wechselspiels von Literatur und Bibel widerspiegeln sollen. Insgesamt sind etwa 50 Autorinnen und Autoren zur Bearbeitung vorgesehen. Knapp die Hälfte wird mit einem Teil ihres Werks vertreten sein, bei anderen sollen alle lyrischen Veröffentlichungen seit 1945 durchsucht werden. Gläubigkeit ist kein Kriterium für die Aufnahme in den Katalog, jedoch wird Wert darauf gelegt, dass

Lyriker aus christlichem wie aus jüdischem Umfeld in gleicher Weise zur Geltung kommen. Neben Repräsentativität für die literarischen Strömungen und Traditionen des letzten halben Jahrhunderts ist die breite Rezeption in Schulen und Universitäten, in Feuilletons und Literaturgeschichten ausschlaggebend. Dass bei der Auswahl subjektive Faktoren mitspielen, ist den Teammitgliedern bewusst.

Über 700 Gedichte sind derzeit nach ihren biblischen Spuren erfasst. Eine ältere Version der Datenbank war für den internen Gebrauch erstellt; die neue Internet-Datenbank ist speziell für die Anforderungen des Projekts programmiert und seit August 2003 auch von außerhalb nutzbar. Einblicke in das bisher Erreichte bietet die Homepage unter [www.lyrik-projekt.de](http://www.lyrik-projekt.de). Auf 2.000 Gedichte soll der Bestand aufgestockt werden, um den eigenen Anspruch zu erfüllen. Bisher schon leisteten Sponsoren gelegentliche Zuschüsse. Darüber hinaus wären dem Projektleiter Martin Nicol, der die Arbeit gerne auf eine solide wissenschaftliche und personelle Basis stellen möchte, Gelder willkommen, mit denen die Fortführung des Projekts für die nächsten drei Jahre gewährleistet würde.



Prof. Dr. Martin Nicol  
Institut für Praktische Theologie  
Tel.: 09131/85 -22221  
[martin.nicol@theologie.uni-erlangen.de](mailto:martin.nicol@theologie.uni-erlangen.de)

Abschluss eines dreijährigen Bundes-Forschungsprojektes

# Mathematikdidaktik im Internet

Ein mathematisch-didaktisches Vorzeigeprojekt schafft mehr Klarheit zum Nutzen des Internets im Mathematikunterricht. Das zum 1. Februar 2004 ausgelaufene Forschungsprojekt MaDiN hat zahlreiche wichtige Ergebnisse für den internetbasierten Mathematikunterricht erzielt. Das seit Beginn des Jahres 2000 laufende Projekt unter Leitung von Prof. Dr. Thomas Weth, Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik an der Erziehungswissenschaftlichen Fakultät, war für die Dauer von drei Jahren vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mit rund 1,75 Mio. Euro gefördert worden. Ziel des Projekts: Die gesamte Didaktik der Mathematik, die in der Lehrerbildung der Primarstufe und den Sekundarstufen I und II gelehrt wird, unter sinnvoller Nutzung multimedialer Komponenten im Internet anzubieten.

Realisiert wurde das Projekt von den Lehrstühlen für Didaktik der Mathematik an den Universitäten Braunschweig, Erlangen-Nürnberg, Münster und Würzburg. Die Themen, die im Projekt für die Nutzung im Internet aufbereitet wurden, umfassen Grundschuldidaktik, Zahlssysteme, Geometrie, Algebra, Analysis, Stochastik und Computereinsatz im Mathematikunterricht.

Die Zielgruppen für die Anwendung von MaDiN sind Studierende, Dozenten und Lehrer. Studierenden dient das Material zum einen zur Nachbereitung des Vorlesungsstoffs. Hierfür sind die Inhalte so ausgearbeitet, dass sie sich zur selbstständigen Erarbeitung von Lerninhalten eignen. Darüber hinaus versteht sich MaDiN als Nachschlagewerk und Aufgabensammlung zu zentralen didaktischen Themen. Dozenten bietet MaDiN eine Medien- und Quellensammlung zur Didaktik der Mathematik und zum Mathematikunterricht. Während universitärer Veranstaltungen lassen sich professionell erstellte Grafiken, Animationen und Lehrfilme zur Veranschaulichung und Unterstützung einsetzen. Vergleichbaren Nutzen bietet MaDiN Lehrern als Medien-, Aufgaben- und Ideensammlung.

Um diesen Nutzergruppen ein möglichst vollständiges Angebot zur Didaktik der Mathematik anbieten zu können, war ein wesentlicher konzeptioneller Aspekt bei der Entwicklung, dass Standardthemen und nicht nur ausgewählte Aspekte aufbereitet werden sollten. Die Projekt-

partner wollten sich bewusst der Herausforderung stellen, keine „Perlen“-Didaktik im Netz anzubieten, sondern möglichst nutzerorientiert diejenigen Themen zu bearbeiten, welche in der Standardausbildung von Bedeutung sind. Gerade die Fokussierung auf Standardinhalte stellt das anspruchsvollste Element von MaDiN dar. Denn das Abwägen des sinnvollen Einsatzes und das Einbeziehen multimedialer Elemente in Lehrtexte fällt für trockene Themen wie etwa „Schriftliche Addition“ wesentlich schwerer, als die Konzeptionierung ergiebiger Themen wie der „Goldene Schnitt“ oder die „Satzgruppe des Pythagoras“.

## Schreibtisch voller Inhalte

MaDiN präsentiert die mathematik-didaktischen Inhalte über einen Schreibtisch als Navigations- bzw. Auswahlinstrument, der den größten Teil des Bildschirms einnimmt und das Hauptfenster bildet. Das Lehrmaterial ist zu jedem einzelnen Thema in abgebildeten Schreibtischschubladen in die Gruppen Theorie, Beispiele, Übungen, Literatur, Links und Medien eingeordnet. Wählt man eine dieser Schubladen per Mausklick an, werden die Inhalte im Hauptfenster eingeblendet. Eine Navigationsleiste mit denselben Elementen wird zusätzlich über dem Schreibtisch angezeigt, da es sich aus mediendidaktischer Sicht als günstig erweist, dem Benutzer Steuerelemente redundant anzubieten. Beim Einsatz von MaDiN ließ sich beobachten, dass ein Teil der Benutzer ausschließlich über den Schreibtisch zugriff. Andere navigierten ausschließlich über die Navigationsleiste im System.

Zentrale Fragen des Projektes waren: Wird MaDiN von den Studierenden beim Lernen von Mathematikdidaktik als hilfreich akzeptiert? Führt das Einbeziehen von MaDiN in die Ausbildung zu einem höheren Lernerfolg? Da die zweite Frage langfristiger Natur ist, kann sie demgemäß in der Entwicklungsphase noch nicht beantwortet werden.

Zur Klärung der ersten Frage konnte im Sommersemester 2003 eine erste Evaluation durchgeführt werden. Bei der zur Verfügung stehenden Testpopulation von etwa 14 Hauptschullehramtstudierenden verstehen sich die folgenden Ergebnisse in keiner Weise als empirisch abgesichert, sondern stellen nur ein erstes Meinungs-

bild dar, das durch eine größer angelegte empirische Untersuchung zu verifizieren ist.

Einer der Fragenkomplexe bezog sich auf die Akzeptanz und Nutzung von MaDiN auch außerhalb der Vorlesung, beispielsweise zur Nachbereitung des Vorlesungsstoffes. Die überwiegend positiven Antworten bilden einen ersten Hinweis darauf, dass die Inhalte von den Studierenden genutzt und akzeptiert werden. Diese Tendenz zeigt sich auch in der positiven Antwort auf das Statement, dass MaDiN für Studierende eine Hilfe war, den Lernstoff besser zu verstehen. Die allgemeine Akzeptanz der multimedialen Elemente sprach auch in dieser Hinsicht für die neue Lernsoftware.

Eine weitere Frage war, ob die multimedialen Elemente seitens der Studierenden als passend anerkannt wurden. Die Fragen nach der Verständlichkeit von Lehrtexten, Schulbuchseiten, Grafiken, Interaktionen und Beweisfilmen (Pop-up-Ikonogrammen) wurden gleichermaßen durchweg positiv beantwortet.

## Medien sind hilfreich

Das Resümee der Studie: Die Lehre für die künftigen Lehrer kann und sollte - eine gut entwickelte Gesamtkonzeption vorausgesetzt - durch multimediale Elemente, welche durch das Internet verfügbar gemacht werden, unterstützt und verbessert werden. „Dafür ist die weitere Entwicklung von Lehrmaterial im Internet und entsprechender Evaluationen sinnvoll“, konstatiert Prof. Weth abschließend.



Prof. Dr. Thomas Weth  
Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik  
Tel.: 0911/5302-535  
tsweth@ewf.uni-erlangen.de