



RT

# 9

### Katastrophentforschung

#### Bittprozessionen, Säulenheilige und Wasserdampf

Mentale Bewältigung von Erdbeben in der Antike

### Theoriekonflikte

#### Quantisch oder klassisch?

Die Händigkeit von Molekülen als Testfall

### Blickpunkt

#### Diatomeen – Architekten des Mikrokosmos

Kieselalgen bilden artspezifische Strukturen aus anorganischem Material

### Festvortrag

#### Recht sprechen in Deutschland

Zum Richterstandort Deutschland

### Psoriasis

#### Schuppen auf der kranken Haut

Entwicklung neuer Wirkstoffe

### Standpunkt

#### Klinische Forschung

Notwendigkeit und Probleme

### Fürsorgebedürftigkeit

#### Vertrauen ohne Kontrolle?

Über Chancen und Risiken von Vorsorgevollmachten

### Mikroorganismen

#### Aus der Welt der »kleinen Grünen«

Zur Biologie der Cyanobakterien

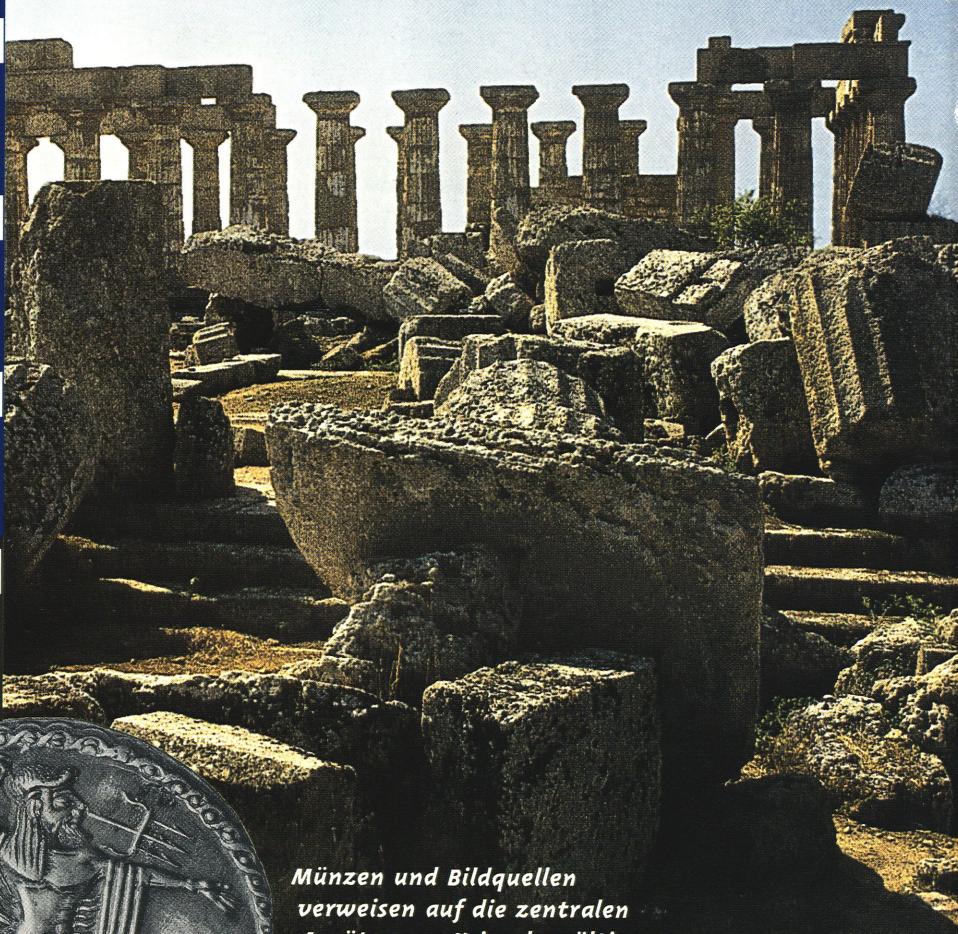
### Werkstattbericht

#### Gansjung, Kletzenbrot, Zwetschgendatschi ...

Ein Wörterbuch der deutschen Sprache in Altbayern

Ein Erdbeben  
zerstörte  
den Tempel von  
Selinunt –  
Althistoriker  
erforschen, wie  
solche Natur-  
katastrophen

in antiken Quellen  
dokumentiert  
und interpretiert  
wurden.



Münzen und Bildquellen  
verweisen auf die zentralen  
Ansätze zur Krisenbewältigung.



# Nicht alle gleichzeitig, bitte



## Mobilität ist Leben

Alles bewegt sich: der Kosmos, die Natur, wir Menschen. Unser Lebensstil: individuelle Mobilität. Es ist unsere Aufgabe, sie verantwortlich zu sichern – eine technische und organisatorische, eine ökonomische und ökologische Herausforderung.

## Unternehmen Mobilität

Nicht drängeln, bitte. Breiter ist die Straße nicht. Sie haben es eilig? Ich auch.

Zugegeben: Wenn wir uns nicht abstimmen können, wenn alle gleichzeitig in derselben Richtung unterwegs sind, fahren wir in den Stau. Im Berufsverkehr, bei Ferienbeginn kennen wir das zur Genüge. Was tun wir dagegen?

Wir bei BMW nehmen uns in die Pflicht und fahren eben nicht alle gleichzeitig los. Und wir helfen mit, den Verkehr besser zu organisieren. Denn mittlerweile sind wir nicht mehr nur Experten fürs Automobil, sondern auch fürs Verkehrs-Management:

15.000 BMW Mitarbeiter arbeiten statt im gewöhnlichen Fünf-Tage-Rhythmus viermal neun Stunden pro Woche – am fünften Tag brauchen sie nicht zur Arbeit zu fahren. Ergebnis: entsprechend weniger Berufsverkehr, weniger Staus für alle.

Am Beispiel München haben wir Projekte entwickelt, wie man den Verkehr mit Autos, Bussen und Bahnen besser aufeinander abstimmen kann.

Motto: Je näher ans Zentrum, desto wichtiger wird der öffentliche Verkehr.

Der Grund dafür ist einfach: Freude am Fahren gilt nicht im Stau. Wenn Sie mehr wissen wollen über das BMW Verkehrs-Management, schreiben Sie bitte oder rufen Sie an: BMW AG, Abt. Information, Postfach 50 02 44, 80972 München

**BMW AG**

**Blick in die Wissenschaft**  
Forschungsmagazin der  
Universität Regensburg

ISSN 0942-928-X

Heft 9/6. Jahrgang

**Herausgeber**  
Prof. Dr. Helmut Altner  
Rektor der Universität Regensburg

**Redaktionsbeirat**

Dr. rer. nat. Susanne Alban  
Prof. Dr. rer. nat. Henri Brunner  
Prof. Dr. phil. Bernhard Gajek  
Prof. Dr. med. Michael Landthaler  
Prof. Dr. rer. nat. Christoph Meinel  
Prof. Dr. jur. Dieter Schwab  
Prof. Dr. rer. nat. Karl F. Renk  
Prof. Dr. phil. Jörg Traeger

Universität Regensburg  
93040 Regensburg  
Telefon (0941) 943-23 00  
Telefax (0941) 943-33 10

**Verlag**  
Universitätsverlag  
Regensburg GmbH  
93042 Regensburg  
Telefon (0941) 207-433  
Telefax (0941) 207-199

Geschäftsleitung:  
Peter Esser  
Verlagsleitung:  
Dr. Konrad M. Färber  
(verantw. für Inhalt und Anzeigen)  
Lektorat:  
Dr. Gerd Burger

**Vertrieb und  
Abonnementverwaltung**  
Zeitungs-Zustellung GmbH  
93042 Regensburg  
Telefon (0941) 207-234  
Telefax (0941) 207-430

**Anzeigenverwaltung**  
Anzeigengesellschaft  
Raum Regensburg mbH  
93042 Regensburg  
Telefon (0941) 207-943  
Telefax (0941) 207-122  
Gerdine Hübl  
(Anzeigenpreisliste Nr. 1/94)

**Herstellung**  
DONAU DRUCK  
Regensburg GmbH

**Druckvorstufe**  
Datagraph, München

**Gestaltung**  
Irmgard Voigt, München

Recyclingpapier  
ohne optische Aufheller

Auflage 5 000

Erscheint jährlich  
Mitte November.

Einzelpreis DM 12

**Jahresabonnement DM 10**  
ermäßigt DM 7  
für Schüler, Studenten und  
Akademiker im Vorbereitungsdienst  
(inkl. 7% MwSt) zzgl. Versand;  
Bestellungen beim Verlag

Für Mitglieder des Vereins der  
ehemaligen Studierenden der  
Universität Regensburg e.V.  
und des Vereins der Freunde der  
Universität Regensburg e.V. ist  
der Bezug des Forschungsmagazins  
im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Autorenportraits  
Uwe Moosburger, Regensburg

### Zur Titelseite

Naturkatastrophen und ihre  
mentale Bewältigung  
sind ein lohnendes Feld für  
die historische Forschung:  
u.a. zeigt sich hier wie  
in einem Spiegel die  
Haltung der Gesellschaft  
zum Übernatürlichen.

*Die griechische Münze  
zeigt den Meeresgott Poseidon,  
der als „Erderschütterer“ galt.*

*Erdbeben, Blutregen, Sonnen-  
finsternis, Mondfinsternis:  
Der bestürzte Pilger  
aus einer Handschrift  
des 13. Jahrhunderts erblickt  
Wunderzeichen, die seit  
der Antike über Generationen  
hinweg als Hinweise auf  
drohendes Unheil, göttliches  
Strafgericht galten.*

### Editorial

**Helmut  
Altner**

**Auf dünnem Eis.** »Das Ansehen der deutschen Krebsforschung ist in Gefahr«, fürchtete ein deutsches Magazin angesichts eines von ihm aufgedeckten Falles massiver Fälschung experimenteller Daten in diesem Gebiet. Zweifellos handelt es sich hier um eine üble Affäre! Aber gefährdet ein Fall von Betrug die Reputation eines ganzen Forschungsgebiets in einem Land? Bringt ein trunksüchtiger Flugkapitän eine ganze Fluggesellschaft in Mißkredit, ein betrügerischer Bankangestellter eine ganze Bank zum Zusammenbruch? Nun, für beides gibt es ein aktuelles Beispiel! Entscheidend ist, ob wirksame Kontrollen vorhanden sind, die Verfehlungen weitgehend verhindern und – im Notfall – den Schaden begrenzen.

In der Forschung gibt es durchaus funktionierende Sicherungen. So sind berechtigte Fälschungsvorwürfe bislang zumeist relativ bald nach der Tat erhoben worden. In einem System, das so stark auf individuellen Leistungsvergleich und Wettbewerb hin angelegt ist wie das der modernen Wissenschaften, wacht das Argusauge des Konkurrenten über jede Bewegung! Daher bleiben im schlimmen Einzelfall die Folgen begrenzt. Freilich, das, was die Kontrolle bewirkt, der scharfe Wettbewerb, vermag wohl auch den Sündenfall auszulösen. Internationale Anerkennung für Spitzenleistungen und finanzielle Zuwendungen, mit deren Hilfe sich große »Forschungsorchester« aufbauen lassen, können durchaus zur Versuchung werden. Wer wäre nicht gern Stardirigent?

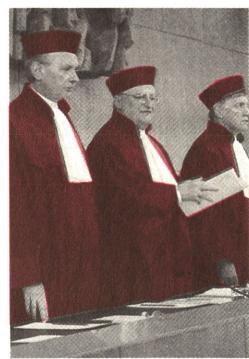
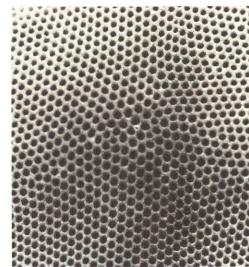
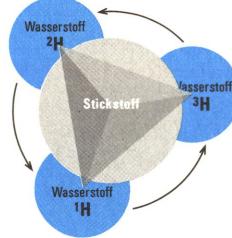
Forscher – beiderlei Geschlechts – sind auch nur fehlbare Menschen. Die Wissenschaften streben nach zuverlässiger Erkenntnis der Wirklichkeit, und sie sind dabei überraschend erfolgreich. Wer würde das bestreiten wollen? Genauso offenkundig ist aber, daß Wissenschaftler bei ihrer Arbeit gleichsam auf dünnem Eis wandeln. Doch ist es weniger die *Verführung zur Unredlichkeit* als ein *Verfallen in Irrtum*, eine zuweilen schwer aufhebbare Verengung des Blicks, eine Fixierung auf Nebensächlichkeiten, was den Erkenntnisfortschritt behindert.

In der Geschichte der Wissenschaften hat es immer wieder Forscher, ja Forschergemeinschaften gegeben, die sich in plausibel erscheinenden, aber letztlich abwegigen Erklärungsversuchen verfangen haben. Kein Mensch betreibt heute noch die Phrenologie. Ihr Begründer, Franz Josef Gall (1758–1828), war der Meinung, daß charakterliche Eigenschaften des Menschen an dessen Schädelform ablesbar seien. Und die Vertreter dieser »Schädellehre« legten ein ausgeprägtes Selbstbewußtsein an den Tag: »... so wird auch ein logisch denkender Mensch die sehr einfache Wahrheit nicht von der Hand weisen können, daß die Anschauungen, Begierden, Wünsche und Neigungen, sowie die Leidenschaften und Fähigkeiten durch die Verschiedenartigkeit der Gehirn-(Kopf-)Formen bedingt werden«. Das war im übrigen nicht nur eine skurrile Episode; erinnern wir uns der Pervertierung dieses Ansatzes durch eine ebenso verantwortungslose wie unmenschliche Anthropologie im Nationalsozialismus.

Zweifellos muß wissenschaftliches Nachdenken über die Wissenschaften als eine stete Herausforderung begriffen werden. Heft 9 von *Blick in die Wissenschaft* enthält drei Beiträge, die dem Rechnung tragen. Wie Naturkatastrophen in einer Welt gesehen wurden, in der Wissenschaft noch kein umfassendes Repertoire für die Lösung existenzbedrohender Probleme bereitstellte, erläuterte ein Historiker. Der scheinbare Gegensatz zwischen »quantisch und klassisch« in der Physik verdeutlicht die Schwierigkeit, stets eindeutige Aussagen machen zu können, und weist darauf hin, daß es der Annäherung aus unterschiedlichen Richtungen bedarf, um einem tieferen Verständnis von Wirklichkeit näherzukommen. Daß über Ziele und Bedingungen klinischer Forschung besonders intensiv nachgedacht werden sollte, muß kaum näher begründet werden.

Prof. Dr. Helmut Altner  
Rektor  
der Universität Regensburg  
Herausgeber





**9**

**1997**



**Katastrophentforschung**

**Bitteprozessionen, Säulen-heilige und Wasserdampf**  
 Mentale Bewältigung  
 von Erdbeben in der Antike

[Seite 4](#)

Im Falle des Falles halfen alle Seher, Tieropfer, Gebete und speziellen Liturgien wenig. Ob Naturkatastrophen allerdings als Zeichen für Götterzorn, Strafgericht des Himmels, mahnendes Vor-Zeichen gelten oder aber als natürlicher, ohne Einfluß transzenter Kräfte erklärlicher Vorgang enttheologisiert werden, ermöglicht der historischen Forschung neue Rückschlüsse auf den inneren Zustand von Gesellschaften.

**Theoriekonflikte**

**Quantisch oder klassisch?**  
 Die Händigkeit von Molekülen als Testfall

[Seite 14](#)

Quantenphysik (die Theorie des „Kleinen“) und Klassische Physik (die Theorie des „Großen“) sind nicht kompatibel; zum Glück aber liegen ihre Geltungsbereiche meist weit getrennt. Die Eigenschaft Händigkeit, die schon bei sehr kleinen Objekten, nämlich ziemlich einfachen Molekülen auftritt, ist rein klassisch und widerspricht somit der hier eigentlich zuständigen Quantentheorie: ein Paradox und einige Lösungsversuche.

**Blickpunkt**

**Diatomeen – Architekten des Mikrokosmos**  
 Kieselalgen bilden artspezifische Strukturen aus anorganischem Material

[Seite 26](#)

Die Ausprägung der Formenvielfalt in der Natur ist ebenso faszinierend wie unverstanden. Am Beispiel der Kieselalgen wird erforscht, welche Moleküle die Bildung von Zellstrukturen steuern. Die Nachahmung dieser natürlichen Prozesse könnte die Synthese neuer Werkstoffe ermöglichen.

**Recht sprechen in Deutschland**  
 Zum Richterstandort Deutschland

[Seite 28](#)

Dem Richter ist laut Grundgesetz die rechtsprechende Gewalt anvertraut; mittlerweile gibt es hierzulande fast 22 000 Richter. Und das nicht ohne gute (manchmal auch weniger gute) Gründe: Nach wie vor gibt dieser Berufsstand eine sachgerechte Antwort auf die Rechtsschutzanliegen der Bürger im demokratischen Rechtsstaat.

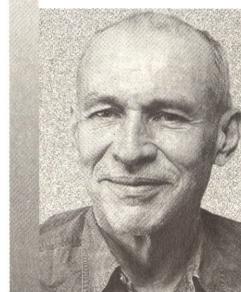
**Manfred Sumper**  
 Professor für  
 Biochemie



**Gerhard H. Waldherr**  
 Privatdozent für  
 Alte Geschichte



**Gustav M. Obermair**  
 Professor für  
 Physik



**Nils Kröger**  
 Wiss. Assistant  
 Biochemie



**Udo Steiner**  
 Professor für  
 Öffentliches Recht





## Psoriasis

### Schuppen auf der kranken Haut Entwicklung neuer Wirkstoffe

Seite 34

Bei der Schuppenflechte muß in der Forschung vieles nach wie vor mit Fragezeichen versehen werden. Auch wenn das sprichwörtliche Kraut gegen die Psoriasis noch nicht gefunden ist, gibt es jetzt eine Reihe neuer Arzneistoffe und Therapien, mit denen man die Beschwerden der Patienten lindern kann.

### Klaus Müller

Professor für  
Pharmazeutische Chemie



### Wolfgang Wiegrebé

Professor für  
Pharmazeutische Chemie



## Standpunkt

### Klinische Forschung Notwendigkeit und Probleme

Seite 42

Medizinische Forschung steht immer wieder im Kreuzfeuer öffentlicher Kritik – und doch liegt sie in unserer aller Interesse. Hier wird dies im einzelnen ausgeführt, folgt Punkt für Punkt die Analyse aktueller Mißstände, wird konkrete Abhilfe vorgeschlagen.

## Fürsorgebedürftigkeit

### Vertrauen ohne Kontrolle? Über Chancen und Risiken von Vorsorgevollmachten

Seite 50

Wer der Fürsorge bedarf, bekam früher von Amts wegen einen Vormund bzw. Gebrechlichkeitspfleger bestellt. Neuerlich gibt es anstelle der Entmündigung das Rechtsinstitut der Betreuung. Doch auch hier mischt sich der Staat in die Privatsphäre. – Eröffnet die Erteilung einer Vorsorgevollmacht an eine Person, der man vertraut, eine echte Alternative zur staatlich kontrollierten Fürsorge?

## Mikroorganismen

### Aus der Welt der »kleinen Grünen« Zur Biologie der Cyanobakterien

Seite 58

Rund 2000 Arten von Cyanobakterien sind uns heute bekannt – einige von ihnen erweisen sich als ungemein nützlich: Sie reinigen Gülle und Abwasser, bauen Pestizide und Industrieabfälle ab, sammeln Schwermetalle an, ergeben proteinreiches Tierfutter und sorgen in der Landwirtschaft beinahe zum Nulltarif für Stickstoffdüngung.

**Mass** [mäss], die (!), -en (!) /- <nach Zahlangaben im Plural endunglos>:  
a) Flüssigkeitsmaß, 1 Liter, meist Bier. *Es werden nur -en, keine Halben ausgeschenkt. 5 M. sind genug.* b) <ugs.> (beim Eisstockschießen) Schub möglichst nah

## Werkstattbericht

### Gansjung, Kletzenbrot, Zwetschgendatschi ... Ein Wörterbuch der deutschen Sprache in Altbayern

Seite 68

In Regensburg wurde 1689 die erste Sammlung bairischer Dialektausdrücke veröffentlicht; auch die zahlreichen seither erschienenen Mundartwörterbücher dokumentieren vorrangig den mündlichen Gebrauch. In Regensburg ist jetzt ein neuartiges Wörterbuch entstanden mit Schwerpunkt auf der Hoch- und Schriftsprache, es weist nach, daß deren regionale Ausprägung in hohem Maße von den Mundarten geprägt ist: daß es ein „bairisches Deutsch“ gibt.

### Manfred Liefländer

Professor für  
Biochemie



### Ludwig Zehetner

Lehrbeauftragter für  
Dialektgeographie des  
Bairischen



Foto: Werner Wuttel, Frankfurt

# Bittprozessionen, Säulenheilige und Wasserdampf

## Mentale Bewältigung von Erdbeben in der römischen Antike

### Katastrophentheorie

**Erdbeben und andere Naturkatastrophen sind nicht nur für die Naturwissenschaften interessant. Da die Naturereignisse auf die Lebenswelt der Menschen häufig gewaltig einwirken, sie verändern und dadurch vielfältige politische, ökonomische, soziale und mentale Reaktionen hervorrufen, gewinnen sie auch für die historische Forschung Bedeutung. Verstärkt gehen die Geschichtswissenschaften dabei heute der Frage nach, wie die Menschen im Laufe der Geschichte derartige Vorfälle geistig verarbeiteten, welche Bewältigungsmechanismen sie entwickelten, wie und warum sich diese Mechanismen veränderten.**

**1** Selinunt (Sizilien), Tempel D.  
Durch ein nachtürliches Erdbeben wurden die griechischen Tempel in Selinunt soweit zerstört, daß sich dem heutigen Betrachter weitgehend das Bild chaotischer Steinhaufen bietet.

Häufig führt das abrupte, unvorhergesehene Hereinbrechen von Naturphänomenen wie Erdbeben, Fluten, Tornados usw. in den Lebensraum der Menschen zu Störungen oder sogar existenz-bedrohenden Unterbrechungen der vielfältigen Beziehungen innerhalb von Gesellschaften. Diesen Zusammenstoß des Systems ›Umwelt mit dem System ›Mensch‹ bezeichnen wir dann als (Natur-)Katastrophe. Dabei handelt es sich nicht nur um ein punktuelleres Ereignis, sondern

immer um sehr komplexe Vorgänge, an deren wissenschaftlicher Untersuchung heute viele Forschungszweige beteiligt sind. Ein wichtiger Ertrag der multidisziplinären Katastrophentheorie (Disaster Research) liegt in der Erkenntnis, daß die Mechanismen, die Gesellschaften und ihre Subsysteme zur Bewältigung von Katastrophen entwickeln, keineswegs naturgegeben und damit immer gleich und unveränderbar, sondern im Gegenteil Spezifika der jeweiligen gesellschaftlichen Verhältnisse sind. Daß somit dem Umgang mit Naturkatastrophen auch eine historische Dimension innewohnt, ist offensichtlich. Es liegt also nahe, daß sich auch die historischen Wissenschaften mit diesen Phänomenen auseinandersetzen.

In der Alten Geschichte, der Disziplin, die sich vor allem mit der griechisch-römischen Antike beschäftigt, bilden Erdbeben und damit zusammenhängende Phänomene wie Bodenrutschungen, Schlammfluten, Flutwellen (Tsunamis) einen Schwerpunkt bei der Erforschung von Naturkatastrophen. Der Grund dafür ist einfach. Schließlich weist der Kernraum der betrachteten Kulturen, das Mittelmeergebiet, eine recht hohe Erdbebenfrequenz auf **1**. Etwa 15–20 % aller weltweit registrierten Beben werden im sogenannten





mediterran-transasiatischen Gürtel gemessen. Geowissenschaftler errechneten, daß allein die Stadt Konstantinopel mit ihrem Vorgänger Byzantion in der Zeit zwischen 500 v. Chr. und dem Jahre 1890 von etwa 600 – oftmals katastrophalen – Erdbeben erschüttert wurde.

Bereits in der Antike setzten sich die Menschen häufig und in facettenreicher Form mit seismischen Erschütterungen auseinander, wie ein Blick vor allem in die schriftliche Überlieferung deutlich macht. Manches, was sich in den Quellen findet, mag dem ersten Anschein nach ungewöhnlich und vielleicht skurril anmuten; allerdings zeigt sich bei näherer Betrachtung, daß hinter vielen Erzählungen mehr steckt als nur anekdotische Seltsamkeit.

#### **Erdbeben in Rom – ein Zeichen des Götterzorns**

Aufgrund ihrer Unkalkulierbarkeit sowie der Schwierigkeit einer rationalen Erklärung waren Erdbeben wie auch andere Naturereignisse für die Menschen der Antike in erster Linie *Zeichen*. Man erkannte in ihnen ein Mittel der Kommunikation übernatürlicher Mächte mit der irdischen Sphäre. Diese Einschätzung beinhaltet zunächst weder eine positive noch eine negative Wertung. Allerdings liegt bei Naturphänomenen mit meist zerstörerischer Wirkung wie eben seismischen Erschütterungen die negative Deutung nahe.

Daher wertete man im republikanischen Rom seismische Erschütterungen zusammen mit einer ganzen Anzahl anderer unerklärlicher Vorfälle und Wunderzeichen vorrangig negativ, nämlich als Hinweis auf die *ira deorum* (häufiger in der altlateinischen Genitivform: *ira deum*), den Zorn der Götter. Man nannte diese Zeichen *prodigia*, wobei die Etymologie dieses Wortes bis heute nicht eindeutig geklärt ist. »In diesem Jahr sah man den Himmel glühen, und die Erde wurde von einem ungeheuren Beben erschüttert.« – so berichtet uns Titus Livius in seinem Geschichtswerk »ab urbe condita« zum Jahre 462 v. Chr., und er fährt fort: »Was im Jahr zuvor noch keinen Glauben gefunden

hatte, nämlich daß eine Kuh geredet habe, wurde jetzt geglaubt. Neben anderen Zeichen vom Himmel regnete es auch Fleisch, und diesen Regen soll eine gewaltige Menge Vögel, die da hinein flog, aufgeschnappt haben. Was auf die Erde fiel, habe hingestreut eine Reihe von Tagen dagelegen, ohne daß der Geruch sich auch nur etwas änderte.« Ohne Unterschied werden hier seismische Anomalien – heute also durchaus erklärbare Naturerscheinungen – mit anderen, auch in unseren Augen »wundersamen« Vorfällen in eine Reihe gestellt 2.

#### **Wie »heilt« man das gestörte Verhältnis zwischen Menschen und Göttern?**

All diese *prodigia* galten den Römern mehr oder weniger gleichrangig als Zeichen, die eine Störung des positiven Verhältnisses zu den Göttern ausdrückten. Da das ausgewogene Verhältnis zu den Überirdischen, die *pax deum*, von existentieller Bedeutung für das Wohl des römischen Staates war, galt nach dem Auftreten eines derartigen Zeichens das Hauptaugenmerk der Frage, wie das gestörte Verhältnis zu den Göttern wieder in Ordnung zu bringen sei. In Rom war für diese dem religiös-sakralen Bereich zuzuordnende Problemlösung ein in unseren Augen sehr mechanistisch wirkendes Ablaufschema entwickelt worden, das man als *procuratio prodigiorum* bezeichnet: War ein *prodigium*, in unserem Falle etwa ein Erdstoß, den Konsuln – also den obersten Beamten des römischen Staates – gemeldet worden, so informierten diese den Senat. Dieses Gremium wiederum beauftragte die Mitglieder einer bestimmten Priesterschaft, der auch die Bewahrung und Befragung der Sibyllinischen Bücher, einer Sammlung geheimnisvoller Spruchweisheiten, vorbehalten war, das weitere Vorgehen zu bestimmen. Traditionell bestanden die bei Erdbeben in Gang gesetzten Sühnemaßnahmen in der Regel aus einer dreitägigen Bittprozession der Stadtbevölkerung, der Verrichtung bestimmter

2 Die Szene aus einer Apokalypse des 13. Jahrhunderts zeigt einen Pilger, der bestürzt verschiedene Wunderzeichen wahrnimmt. Die Komposition von Erdbeben (zusammengestürzte Architektur, liegende Menschenköpfe), Blutregen, Sonnen- und Mondfinsternis kennen wir bereits aus der Antike. Sie wurde über Jahrhunderte hinweg als Topos für die Ankündigung von Unheil sowie als Strafe Gottes tradiert.

3 Die beiden Marmorreliefs aus dem Hause des Lucius Caecilius Iucundus in Pompeji sind die einzigen aus der Antike erhaltenen Zeugnisse, die Erdbebenbeschäden im Bild festhalten.

Umschwer sind auf dem unteren Relief einstürzende Bauten aus dem Forumsbereich Pompejis sowie ein Altar zu erkennen, auf dem im Zuge der *procuratio prodigiorum* ein Stier geopfert werden soll. Auf dem oberen Relief sieht man die Flucht eines Stadtbewohners durch ein zusammenfallendes Stadttor.

Die Reliefs entstanden wahrscheinlich nach einem starken Erdbeben, das im Jahre 62 n. Chr. Teile Pompejis schwer in Mitleidenschaft zog. Auch in den Folgejahren kam es im Umkreis der Stadt immer wieder zu Erdstößen, bis schließlich 79 n. Chr. der katastrophale Ausbruch des Vesuv Pompeji endgültig vernichtete.



Gebete und Opfer, z.B. einer Götterspeisung (*lectisternium*) oder der Schlachtung eines größeren Tieres 3.

Deutlich erkennt man hier das Schema der mentalen Bewältigung einer Erdbebenkatastrophe, wie es sich in Rom infolge relativ häufiger Erschütterungen entwickelt hatte. Erdbeben wurden ausschließlich und eindeutig als Zeichen der Götter interpretiert, die eine Störung des Verhältnisses zwischen irdischer und überirdischer Sphäre zum Ausdruck brachten. Komponenten, wie etwa Stärke der Erderschütterung, reales Schadensausmaß usw., die uns heute interessieren, spielten bei dieser Einschätzung kaum eine Rolle und fanden daher auch in der Überlieferung wenig Raum. Die eigentliche Katastrophe lag nicht im Erdbeben, sondern im Zorn der Götter. Da davon die Grundfesten des gesamten römischen Staates betroffen waren, handelte es sich um Belange der Öffentlichkeit, um die sich öffentliche, d.h. staatliche Institutionen – Konsuln, römischer Senat – zu kümmern hatten. Spezialisten lenkten und leiteten einen geradezu stereotyp ablaufenden Prozeß der Heilung in Form festgelegter sakraler Riten. Durch die den zuständigen Priestern zuerkannte Kompetenz galt der Erfolg der Bemühungen in der Regel als gewährleistet.

Gerade durch das uns so formelhaft erscheinende Vorgehen ließ sich die Furcht, die durch die katastrophalen Ereignisse in der Bevölkerung entstanden war, begrenzen, bevor sie zur Panik entartete. Zwar war der Zeitpunkt eines Bebens nicht vorhersehbar, das Eintreten der Katastrophe nicht zu vermeiden, aber die Bedeutung des Ereignisses war klar, so klar wie das, was nachher folgte. Da man bei der Ausführung der notwendigen Sühnenriten, Bittprozessionen und Opfer die Gemeinschaft der Bürger einbezog, konnte das Entsetzen des einzelnen aktiv und kollektiv gefaßt, kanalisiert und abgebaut werden. Eine formgerechte Durchführung der Riten, wofür die Spezialisten bürgten, gewährleistete, daß das Übel beseitigt wurde und die *pax deum* wiederhergestellt war. Jeglicher Grund für Angst und Schrecken war damit hinfällig.

#### Poseidon, der Erderschütterer

Die Griechen – Lehrmeister der Römer in vielen Dingen – brachten bereits seit der Frühzeit eine bestimmte Gottheit mit Erdbeben in Verbindung, nämlich Poseidon. Ihrer Meinung nach wühlte »der mächtige Herr der Ägäis« mit seinem Dreizack nicht nur das Meer auf, sondern erschütterte damit auch das Festland 4. Poseidon

galt unter den Göttern vorrangig als derjenige, der Erdbeben verursachte. Gleichzeitig wies man ihm auch die Macht zu, Beben zu verhindern. Im gesamten östlichen Mittelmeerraum wurde er an Orten, die häufig von Erdbeben betroffen waren, mit den Beinamen *seisichthon*, *ennosigaios*, »Erderschütterer«, aber auch euphemistisch als Poseidon *aspaleios*, der »sicher Gegründete«, verehrt und gefürchtet.

»Mag Poseidon mit einem Erdstoß die Häuser allen auf die Köpfe schmettern«, so flucht der attische Bauer Dikaiopolis in der Aristophanes-Komödie »Die Acharner« gegen die Spartaner, während man andererseits die Grundmauern eines Gebäudes prophylaktisch Poseidon weihte, um damit deren Standfestigkeit zu sichern.

#### »Sive deo – sive deae«

Obwohl auch die Religion der Römer wie viele andere ihrer Lebensbereiche im Laufe der Zeit einen nicht zu übersehenden Prozeß der Hellenisierung durchlief, der viele römische Götter den griechischen annähernde, blieben augenfällige Unterschiede bestehen. So ordnete man in Rom seismische Erschütterungen niemals einer bestimmten Gottheit zu. Entsprechende Kulte für das römische Pendant zu Poseidon, den Gott Neptun, existierten nicht. Vielmehr richteten sich die Sühneriten nach Erdbeben mit einer allgemeinen Formel an *sive deo sive deae*, also sei es an einen Gott oder eine Göttin, die jedoch nicht näher spezifiziert wurden. Da man Beben ja als Zeichen einer allgemeinen, d.h. nicht mit einer bestimmten Gottheit verbundenen Störung der Beziehung zu den überirdischen Mächten einschätzte, braucht dieser Umstand nicht zu verwundern.

Die Angst wurde also anders als bei den Griechen nicht dadurch bewältigt, daß man die Frage nach dem Verursacher stellte, den man sich anschließend wieder geneigt zu machen versuchte. Man suchte auch nicht im vergangenen Geschehen nach dem Grund der göttlichen Verärgerung. Vielmehr war das Augenmerk der Römer darauf gerichtet, durch die Bereitstellung und Anwendung adäquater Mittel die Kontaktstörung zwischen irdischem und überirdischem Bereich zu heilen.

Da man nicht nach der Ursache der *ira deum* fragte, fehlte dem Erdbebenprodigium jegliche vorausweisende, die Zukunft ankündigende Komponente. Das Beben war »Zeichen«, aber nicht »Vor-Zeichen«.

#### Vom »Zeichen« zum »Vor-Zeichen«

Vor allem mit dem Zweiten Punischen Krieg (218–201 v.Chr.) scheint sich gerade in dieser Hinsicht eine entscheidende Veränderung angebahnt zu haben. Immer mehr maß man nämlich von jetzt an den Erdbeben eine bestimmbare, auf die Zukunft bezogene Bedeutung bei; sie wurden damit zu Vor-Zeichen im eigentlichen Sinn des Wortes. Die Frage, die mehr und mehr in den Vordergrund trat, hieß demgemäß: Wie kann ich eine seismische Erschütterung deuten? Eine wichtige Folge dieser neuartigen Einschätzung war es, daß die Erdbebenzeichen ihren bislang eindeutigen, nämlich negativen Charakter verloren. Denn be-

reits die Möglichkeit der Auslegung mußte ja beinhalten, Erdbeben auch als positive Vorzeichen einschätzen zu können. Viel mehr als vorher kam es jetzt auf die inhaltliche Füllung eines Prodigiuns und damit auf die Interessen derjenigen an, denen man diese Fähigkeit zuerkannte.

Für Rom stellte die Möglichkeit der alternativen Interpretation allem Anschein nach eine Innovation dar. Im griechischen Kulturkreis dagegen gab es eine lange Tradition, durch Erdbeben ausgelöste Ängste mittels positiver Umdeutung des Geschehens zu bewältigen. Als im Verlauf der kriegerischen Auseinandersetzungen mit den Puniern Rom und mit ihm ganz Italien in eine existentielle Krise gerieten (»Hannibal ante portas«), kam es zu deutlichen Anzeichen von Massenhysterie in der römischen Gesellschaft. Dies ergab einen günstigen Nährboden für die Übernahme der oben genannten Möglichkeiten der positiven Bewertung von *prodigia*, die eine optimistischen Zukunftsdeutung versprachen.

#### Deutung und Vorhersage von Erdbeben

Notwendige Voraussetzung für die jetzt gefragte Ausdeutung waren Fachleute, denen man diese Kompetenz zuwies, nämlich Seher, Wahrsager, Zeichendeuter. In Rom übernahmen vor allem etruskische *haruspices* dieses Geschäft, und zwar sozusagen in staatlichem Auftrag. Allerdings tummelten sich im Laufe der Zeit in zunehmendem Maße auch immer mehr »freischaffende« Zukunftsdeuter auf diesem neuentstandenen Markt.

Die anwachsende Präsenz und Popularität derartiger Gruppen, deren Wissen vor allem orientalischen Geheimlehren entsprang, weist deutlich auf eine mentale Veränderung der römischen Gesellschaft, die durch den Zweiten Punischen Krieg entscheidende Impulse erhalten hatte. Die kollektive Erinnerung an eine existenzbedrohende

4 Poseidon mit gefaltetem Gewand (Chlamys) über Rücken und Oberarmen und gewaltigem Dreizack in der Linken auf einer griechischen Silbermünze aus Paestum. Die Stadt in Lukanien (Italien) war mit dem Namen Poseidonia um 700 v.Chr. von Griechen gegründet worden und zeigte bis zum 4. Jahrhundert v.Chr. den namengebenden Gott auf ihren Münzen.



Krisensituation hatte den Glauben an Orakel, Prophetie und Weissagungen zunehmen lassen.

Bereits seit dem 1. Jahrhundert n. Chr., vor allem aber dann im Laufe des 2. und 3. Jahrhunderts, entstand im Römischen Reich geradezu eine Flut laienastrologischer Literatur. Die einschlägigen Werke behandelten in zunehmendem Maße verschiedenartige Zusammenhänge zwischen Erdbeben und bestimmten astronomisch-astrologischen Konstellationen. Immer größere Teile der Bevölkerung waren der Überzeugung, daß die geheimnisvollen, aus Babylon stammenden Kenntnisse der Chaldäer und anderer Zeichenkundiger, vor allem Ägypter, die Ausdeutung wie auch die Vorhersage von seismischen Erschütterungen ermöglichten.

Bestimmte stellare Kombinationen sowie astronomische und atmosphärische Erscheinungen, z.B. Kometen oder die Verfärbung der Sonne in Rötliche bis Schwarze, galten als Erdbebenvorzeichen. Aus der engen Verbindung zwischen Astrologie und der in der Regel zu den Phänomenen der Atmosphäre gezählten Erderschütterungen entstanden eigene Erdbebenbücher, sogenannte Seismologien, in denen seismische Erscheinungen nach astrologischen Richtlinien interpretiert wurden.

Das astrologische Hauptwerk (»*Tetrabiblos*«) des Claudius Ptolemaeus (2. Jahrhundert n. Chr.) beschreibt verschiedene vorausberechenbare Sternenkonstellationen, die Erdbeben verursachen.

Über die Interpretation hinaus schienen jetzt sogar die Voraussage wie auch Vorausberechenbarkeit von Beben durchaus möglich. Diese Überzeugung machte die Naturereignisse für die Menschen eher fassbar und schuf einen neuen Rahmen für die Angstbewältigung, eine Aufgabe, die die offizielle römische Staatsreligion nicht länger zu erfüllen imstande war.

### **Philosophen, Magier und heilige Männer**

Legendenhafte Erzählungen, nach denen griechische Philosophen bereits Jahrhunderte vorher Erdbeben aus der Verfärbung von Brunnenwasser vorhergesagt hätten, gewannen weite Verbreitung. Namentlich schrieb man diese Fähigkeit Pythagoras aus Samos (6. Jahrhundert v. Chr.) und dem Athener Pherekydes (5. Jahrhundert v. Chr.) zu. Auch aufgrund des Verhaltens verschiedener Tiere glaubte man, Beben voraussagen zu können. So erzählt der im ausgehenden 2. und in der ersten Hälfte des 3. Jahrhunderts n. Chr. lebende, aus Praeneste (heute Palestrina, Italien) stammende Claudius Aelianus in seinem Werk »Über das Wesen der Tiere«, fünf Tage bevor im Jahre 373 v. Chr. eine Erdbebenkatastrophe mit Flutwelle die griechischen Städte Bura und Helike vernichtete, habe alles Kleingetier – Mäuse, Wiesel, Schlangen u.ä. – die Stadt landeinwärts verlassen.

Diese Behauptungen entspringen nun keineswegs nur der Phantasie. Vielmehr scheinen Tiere im Gegensatz zu den Menschen für bestimmte elektromagnetische Phänomene, wie sie im Vorfeld von Erdbeben auftreten können, sensibel zu sein. Auch liegen heute durchaus ernstzunehmende Berichte über die Wahrnehmung von Veränderungen der Farbe oder des Geruchs von Brunnen- oder Quellwasser vor Erdstößen vor,

nicht zuletzt aus China, das über eine jahrtausendealte »Erdbeben-Kultur« und ein sehr komplexes System von Beobachtungsposten im ganzen Land verfügt.

Aber nicht nur kosmische Erscheinungen, Naturphänomene und Tierverhalten sagten nach antikem Verständnis Erdbeben vorher, auch Träume konnten diese Funktion übernehmen. Im wohl wichtigsten Traumbuch der Antike (»*Oneirokritika*«) des Artemidor von Daldis aus dem 2. Jahrhundert n. Chr. werden nicht nur Träume, in denen Erdbeben vorkommen, ausgedeutet, sondern auch das Auftauchen bestimmter Personen, etwa Poseidons oder Amphitrites, im Traum wird als Vorzeichen für Erschütterungen gewertet.

Neben der Vorhersage- und Deutungskompetenz von Erdbeben schrieb man bestimmten Menschen sogar die Fähigkeit zu, Erdbeben auszulösen. So soll ein bekannter Magier namens Cyprianus als Zauberlehrling in Ägypten nicht nur den Unterschied von natürlichen und künstlichen Beben, sondern auch die Erzeugung von Erderschütterungen gelernt haben.

Mit zunehmendem Glauben an verschiedene Formen der Magie wuchs auch die Überzeugung, man könne nicht nur das durch ein Beben angekündigte Unheil, sondern auch das Vorzeichen selbst beherrschen, abwenden oder vermeiden. Immer häufiger traten jetzt überall im Mittelmeerraum Wahrsager, Zauberer, Hexen und/oder sogenannte heilige Männer auf, die vorgaben, alles über Erdbeben zu wissen. Darüber hinaus besaßen diese Leute angeblich die Fähigkeit, Beben zu verhindern, sodaß sie den Menschen ihre Ängste vor den drohenden Erderschütterungen nehmen konnten.

Da sich mit der Angst vor Erdbeben gute Geschäfte machen ließen, herrschte rasch erbitterte Konkurrenz zwischen verschiedenen »Wunderätern« und man belegte sich gegenseitig mit dem Vorwurf der Unredlichkeit. Exemplarisch wird dies in einer Episode deutlich, die der griechische Schriftsteller Philostratos erzählt.

Philostrat stammte von der Insel Lemnos. Er verfaßte um 200 n. Chr. im Auftrag der Kaiserin Iulia Domna, der Frau des Septimius Severus, eine Lebensbeschreibung des Neupythagoreers Apollonios. Der Held dieser Vita kam aus dem kilikischen Tyana und durchreiste im 1. Jahrhundert n. Chr. als asketischer Wanderprediger und Wahrsager, der als heilig galt und Wunder wirkte, weite Teile des Imperium Romanum. Während seiner Reisen, auf denen er sowohl Tote erweckt wie eben auch Erdbeben vorhergesagt haben soll, kam es anscheinend zum Konflikt mit anderen Wunderätern, also seiner Konkurrenz. Einige dieser »weisen Männer« hatten damals mehreren Städten am Hellespont, die von einer Serie von Erdstößen heimgesucht worden waren, ein Eindämmen der Erschütterungen versprochen. Als Voraussetzung dafür verlangten sie allerdings eine enorme Geldsumme. Nach ihren Aussagen war das Geld dazu gedacht, um Sühneopfer an die Gottheiten der Erde und des Meeres darzubringen und so weiteren Erdbeben vorzubeugen.

In Wirklichkeit wollten sich, so unterstellt Philostrat, die »Schwindler« mit ihren Schätzen aus dem Staub machen. Apollonios vertrieb die Frevler, die das Unglück anderer schamlos zur eigenen Bereicherung auszunutzen suchten. Dann besänftigte er die überirdischen Mächte durch ein kleineres, angemessenes Opfer; prompt bebt die Erde nicht mehr. Nach den späteren Berichten mehrerer christlicher Schriftsteller habe Apollonios zur Erdbebenprävention Säulen aufstellen lassen – gleichsam als talismanartige Beschwörung der Festigkeit der Erde.

### **Der Umgang mit Erdbeben – ein Spiegel des Verhältnisses zum Überirdischen**

Bei all den hier angeführten, manchmal anekdotenhaft klingenden Begebenheiten handelt es sich um Versuche, das unkalkulierbare wie unerklärliche und deswegen schreckliche Ereignis der Erderschütterung für die Menschen faßbar, kontrollierbar zu machen.

Hatte lange Zeit die griechisch/römische Religion Verhaltensweisen vorgegeben, wie man mit Erdbeben umgehen mußte und wie die aus ihnen erwachsende Angst gezähmt und bewältigt werden konnte, so scheinen die offiziellen Kulte und sakralen Verrichtungen – soweit sie überhaupt noch beachtet und ausgeübt wurden – den Bedürfnissen der Menschen ab einer bestimmten Zeit nicht mehr genügt zu haben. Ersatz dafür fand sich in magisch-rituellen Handlungen, in Amuletten und Talismanen, in Astrologie und Zauberei. Die Kontaktaufnahme mit den – Erdbeben bewirkenden – überirdischen Kräften erfolgte somit immer mehr über das Medium der Magie.

In der Art und Weise, wie man mit Erdbeben umging, können wir wie in einem Spiegel das Verhältnis einer Gesellschaft zum Übernatürlichen erkennen. Der in Princeton lehrende Althistoriker Peter Brown sieht in dieser Beziehung eine »getreue, in der subtilen und häufig indirekten Weise eines Codes funktionierende Wiedergabe der Einstellung eben dieser Menschen zu ihren zwischenmenschlichen Beziehungen in ihrem jeweiligen gesellschaftlichen Umfeld«; folgt man Brown, so handelt es sich bei der Zunahme von Zauberei und Hexerei um ein deutliches Symptom der beginnenden umfassenden Krise des Römischen Reiches im 2. und 3. Jahrhundert.

### **Erdbeben und christliche Heilige**

Die Kontrolle wie die Vorhersage und Vermeidung der Beben und damit auch die Beherrschung der Ängste gehörten zum üblichen Instrumentarium von antiken ›Weisen‹ und heiligen Männern. Zumindest in den Augen ihrer Anhänger galten solche Künste als Beweise für die Wirkkräftigkeit der Experten. Der Glaube daran, daß bestimmte Menschen die Elemente mit Hilfe eigener Kräfte bezwingen konnten, griff immer mehr um sich und setzte sich in die Spätantike hinein fort, in eine Zeit also, in der sich die religiösen Verhältnisse verändert hatten und das Christentum eine immer bedeutendere, ja schließlich die führende Rolle spielte.

In der im ausgehenden 4. Jahrhundert n. Chr. verfaßten Lebensbeschreibung des hl. Hilario schil-

dert der Kirchenvater Hieronymus, wie der Mönch Hilario eine Flutwelle von der Stadt Epidauros in Dalmatien abhielt. Aufgewühlt durch ein gewaltiges Erdbeben, das den ganzen Erdkreis erschütterte, hatte das Meer seine Grenzen verlassen; es schien, als wollte Gott wieder eine Sintflut ankündigen und alles ins Chaos stürzen. Hilario, von den Bewohnern von Epidauros in dieser kritischen Situation um Hilfe gebeten, malte – nachdem er kurz vorher einen riesigen Drachen getötet hatte – drei Kreuzzeichen in den Sandstrand vor der Stadt und streckte seine Hände gegen das Meer aus. Das Unglaubliche geschah, die hoch aufgetürmten Fluten machten vor ihm halt und wichen brüllend in ihre alten Grenzen zurück.

Hilario stellte mit seinem Wirken keineswegs eine Ausnahme dar. Immer wieder lesen wir davon, daß man gerade bei Erdbeben die Hilfe von Männern suchte, die den Glauben an den Christengott in einer exzentrischen Art und Weise lebten, seien es Bischöfe, Mönche oder Asketen. Ihnen gestand man die Fähigkeit zu, sowohl durch ihre spezielle Verbindung zu Gott den Grund für die Heimsuchung mit Erdbeben feststellen und benennen als auch durch Gebete und wundertägiges Wirken ein Ende der Erschütterungen erreichen zu können.

Wie sehr man auf sie vertraute und Welch wichtige Rolle ihnen bei der Bewältigung von Erdbebenängsten zukam, zeigt etwa die Tatsache, daß Kaiser Theodosius II. (408–450 n. Chr.) den Mönch Dalmatius, der nach 48 Jahren seine klösterliche Abgeschiedenheit verlassen hatte, bei seinem Auftreten in Konstantinopel fragen ließ, warum Dalmatius denn nicht ein einziges Mal dann in die Stadt gekommen sei, als die Bürger die Unterstützung des Heiligen beim gemeinsamen Gebet am notwendigsten gebraucht hätten – nämlich als die Erde gebebt habe.

Bereits der Vater Theodosius' II., Kaiser Arcadius, suchte bei einem katastrophalen Beben, das im Jahre 407 die »Secunda Roma«, die Stadt Konstantinopel, erschüttert und die Bevölkerung in Angst und Schrecken gestürzt hatte, um die Gebete des als heilig angesehenen Nilus von Ancyra nach. Dieser war zwar durchaus davon überzeugt, daß ihm besondere Fähigkeiten zu kämen, verweigerte dem Kaiser jedoch seine Hilfe mit dem Hinweis, Arcadius könne nicht erwarten, daß er, Nilus, ihn unterstütze, solange der Kaiser die Verbannung seines Lehrers Johannes Chrysostomus, des ehemaligen Bischofs von Konstantinopel, aufrechterhalte.

In der ältesten erhaltenen byzantinischen Weltchronik, die der Syrer Johannes Malalias im 6. Jahrhundert verfaßte, wird erzählt, wie die Volksmenge von Antiochia nach schweren Erdstößen in den Jahren 551 und 557 den »Säulenheiligen« Simeon Stylites d. J. (521–592) geradezu dazu drängte, weitere Erschütterungen durch wunderbare Intervention zu unterbinden und die bereits geschehenen Beben durch Weissagungen auszudeuten. Simeon schien prädestiniert dafür, bei Erdbeben helfen zu können – er war nämlich, wie es heißt, »im Zeichen des Erdbebens« geboren, da man ihn den Erzählungen nach im Alter von fünf Jahren im Schutt seiner Heimatstadt gefunden hatte, die

durch ein Erdbeben Zerstörungen erlitten hatte. Außerdem lebte er seit 541 am Mons Mirabilis nahe Antiochia auf einer Säule, bekanntermaßen ja ein Symbol der Festigkeit.

### **Strafe für die sündige Welt – Aufforderung zur Besserung**

Erdbeben markieren in der Geschichte der jüdischen wie der christlichen Religion herausragende Momente. Bei der Übergabe der Gesetzestafeln an Moses erschütterten mächtige Stöße den Berg Sinai (Exodus Kap. 19, Vers 18), und im Matthäus-Evangelium (Kap. 27, Vers 50–54) wird berichtet, daß zum Zeitpunkt der Kreuzigung Christi neben einer weltweiten Finsternis auch ein Beben die Menschen erschreckte.

Gott hat die Fundamente der Erde gegründet, also kann er sie auch bewegen; diese Ansicht finden wir im Werk des Kirchenvaters Augustinus genauso wie beim etwas älteren Bischof von Brescia, Philastrius. Auch den frühen Christen galten – ganz wie ihren heidnischen Zeitgenossen – Beben vorrangig als Zeichen des göttlichen Zorns. Explizit nennt etwa der christliche Schriftsteller und Bischof Hilarius aus Poitiers (4. Jahrhundert n. Chr.) Erdbeben »den sichtbaren Zorn Gottes«. Dieser Zorn ist bei Hilarius weder durch konkrete Verfehlungen begründet noch individuell ausgerichtet, er richtet sich vielmehr gegen die gesamte sündige Menschheit, Heiden wie Christen. Sicherlich rief die hier zugrunde gelegte Annahme einer Kollektivschuld und die daraus erwachsende Unmöglichkeit, der Katastrophe zu entrinnen, ein Gefühl der Hoffnungslosigkeit und Verlorenheit hervor.

Dieses Gefühl wurde von anderen christlichen Autoren dadurch gemildert, daß man Erdstöße

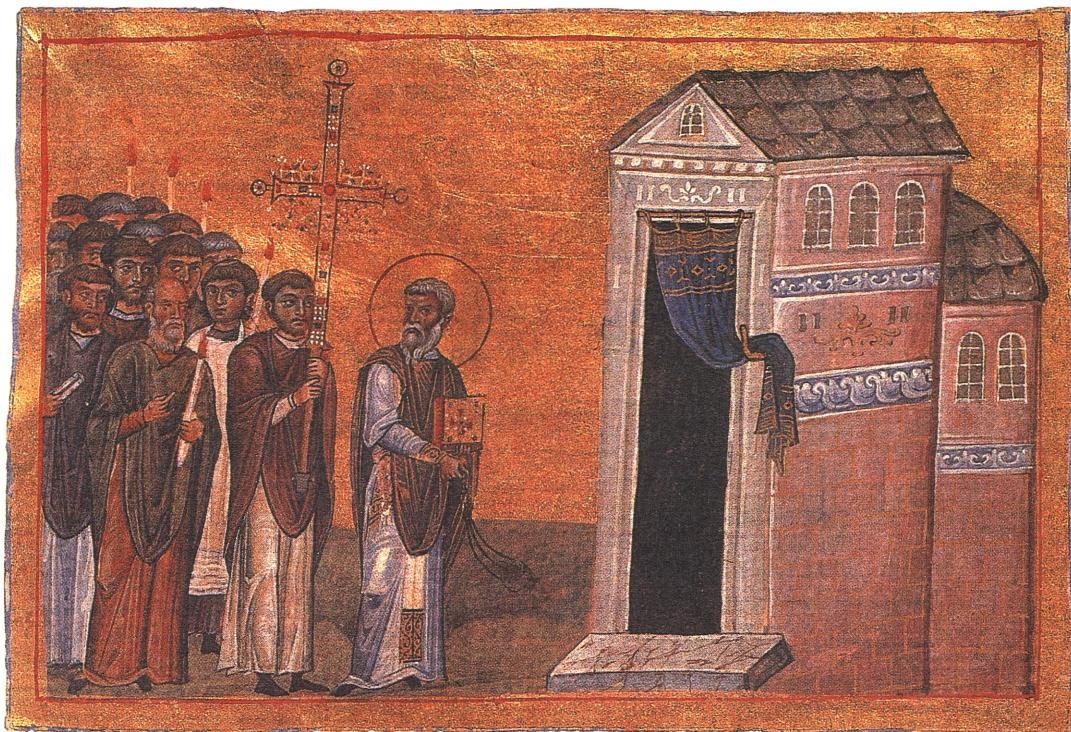
als göttliche Antwort auf konkrete Verfehlungen interpretierte, wie dies etwa in einem Gebet, das man Gregor von Nazianz (ca. 330–390 n. Chr.) zuschreibt, geschieht. Darin wird die Züchtigung von Grabschändern durch Erdbeben angesprochen. Der Erdstoß ist hier nicht in erster Linie Zeichen des göttlichen Zorns, sondern vorrangig die Strafe, die dem Vergehen bestimmter Menschen auf dem Fuß folgt. In eine ähnliche Richtung zielt auch die etwas kurios klingende Geschichte, die uns der einstige Rechtsanwalt und spätere Bischof von Mytilene, Zacharias Scholastikus (Ende 5. bis Anfang 6. Jahrhundert n. Chr.), in seiner Lebensbeschreibung des hl. Severus von Antiochia berichtet. Demnach habe sich 494 in Beirut ein Erdbeben ereignet. Anlaß für die Erdstöße seien Studenten der angesehenen dortigen Rechtshochschule gewesen, die sich anschickten, aus einer Kirche christliche Reliquien zu entwenden, entweder um sie für Zwecke der Magie zu missbrauchen, wie Zacharias angibt, oder, was wahrscheinlicher ist, um mit dem Verkauf ihr mageres Auskommen aufzubessern. Kurz vor dem Ziel ihres nächtlichen Raubzugs ließ jedoch ein mächtiger Erdstoß das gesamte Gebäude erzittern. Durch diesen Fingerzeig Gottes wurden die Kirchenschänder nicht nur aufs äußerste erschreckt, sie konnten auch nur mit Mühe und Not fliehen, da die Erderschütterung die in der Kirche schlafenden Armen geweckt hatte, die nun durch ihr Geschrei die Bewohner der umliegenden Häuser alarmierten. Das Beben wirkte somit zweifach: die geplante Übeltat wurde verhindert, und gleichzeitig wurden die Räuber durch den Schrecken und die Furcht, die die Erdstöße bei ihnen auslösten, für ihre verbrecherischen Absichten bestraft. Deutlich kommt hier die Straffunktion zum Ausdruck, die man vor allem in christlicher Sicht den Erdbeben zuwies. Nach Gregor von Nazianz, Zacharias und anderen frühchristlichen Theologen brauchen jedoch diejenigen, die sich nichts haben zuschulden kommen lassen, auch nichts zu befürchten. So erschraken bei einem Beben im norischen Commagenis (Tulln/Österreich) laut der Lebensbeschreibung des hl. Severin († 482) folgerichtig nur die Barbaren, die Heiden, während die rechtgläubige, christliche Bevölkerung, die sich zudem unter dem Schutz des Heiligen wußte, ruhig blieb.

Der bereits erwähnte Johannes Chrysostomus formuliert schließlich in einer Homilie (Predigt), die er »post terrae motum« (Nach dem Erdbeben) betitelt und die sich wohl auf ein Beben im Jahre 358 in Antiochia bezieht, sogar positive Erdbebenfolgen: Das Beben habe zwar äußerlich die Stadt erschüttert, innerlich aber die Menschen gefestigt. Er nennt das Beben ein »Gotteswort«, das ihm – persönlich – Heilung brachte. Damit sind Erdbeben keine Katastrophen mehr, die nur Furcht und Panik auslösen, sondern sie sind Ermahnung zur Ehrfurcht gegenüber Gott. In ähnlichem Sinne ist auch Augustinus zu verstehen, wenn er ein Erdbeben im Jahre 419 als Impuls dafür sieht, daß sich im Orient und in Afrika viele Menschen haben taufen lassen.

Das sind neue Aspekte, die von der christlichen Lehre in die Bebedeutung eingebracht werden; die mentale Bewältigung des Schreckens wird sol-

**5** Das Diorama aus dem 18. Jahrhundert zeigt die Auswirkungen eines gewaltigen Erdbebens. Gebäude stürzen in sich zusammen, und die Menschen flüchten panikartig aus ihren Häusern.





6 Byzantinische Liturgie zum 26. Oktober:  
Die Abbildung aus einer byzantinischen Handschrift zeigt eine Prozession, die zur Theotokos-Kirche (»Gottesgebäerin«) in Blachernai (Konstantinopel) führt, zum Dank und zur Erinnerung an die Errettung aus der Gefahr bei einem Erdbeben in Konstantinopel im Jahre 740.

cherart erleichtert. Die Kirchenväter erkennen in den Beben demnach den strafenden Finger Gottes, der die Menschen wegen ihrer Sündhaftigkeit züchtigt, sie aber auch warnt. Und gerade in der Warnung offenbart sich dann eine neue Perspektive, nämlich die Hoffnung gebende Möglichkeit der Besserung. Nicht den seismischen Erschütterungen an sich kommt eine erschreckende Wirkung zu; der eigentliche Grund für Furcht liegt in den Verfehlungen der Menschen. Die Erdstöße sollen uns ermahnen, ein gottgefälliges Leben zu führen. Gerade hierin liegt aber auch die Gewissheit, daß sich der Mensch bessern kann.

### Erdbebenbewältigung in der christlichen Liturgie

Der mentalen Bewältigung der Angst dienten auch die von Priestern wie Gläubigen ergriffenen Sofortmaßnahmen. So hören wir immer wieder davon, daß alle Mitglieder der christlichen Gemeinde eines Ortes zusammenkamen, wenn Erdstöße auftraten. Sie verließen dann unter der Führung des jeweiligen Ortsbischofs die Stadt in einer Prozession und riefen im gemeinsamen Gebet Gott um Verzeihung an.

Einerseits verhinderte diese Flucht aus der Stadt weitere Opfer etwa durch zusammenstürzende Bauten oder Brände. Andererseits trugen sowohl das Gefühl der Gemeinsamkeit in der Prozession als auch das Sprechen kurzer Gebetsformeln, wie z.B. »Herr erbarme Dich«, die entweder von allen gemeinsam oder im Wechsel zwischen Priestern und Gläubigen oftmals wiederholt wurden, entscheidend zur Beruhigung der Massen bei. Im Laufe der Zeit entwickelte sich eine regelrechte »Erdbebenliturgie« mit bestimmten Gebeten. Eine besondere Verbindung mit Erderschütterungen weist z. B. das sogenannte Trishagion (»Dreimalheilig«) auf. Als sich nämlich der Bischof und die gesamte Christengemeinde von Konstantinopel während einer angeblich

vier Monate dauernden Erdbebenserie zur Zeit des Patriarchen Patroklos (434–446) auf das offene Gelände außerhalb der Stadt geflüchtet hatten und dort gemeinsam beteten, soll Gott der Menge auf wundersame Weise offenbart haben, daß diese Akklamation »Heiliger Gott, heiliger Starker, heiliger Unsterblicher« das für diese Situation richtige Gebet sei. Nachdem der Bischof und die Gläubigen die Gebetsformel gesungen hatten, hörten die Erdstöße auf. Deutlich können wir hier erkennen, wie der durch die Beben ausgelöste Schrecken im Kollektiv durch rituell festgelegte Handlungen verarbeitet wird. Selbst aufkeimende Massenhysterie konnte dadurch aufgefangen und im Keim erstickt werden 5. In den Prozessionen und gemeinsamen Gebeten scheinen also Elemente der Katastrophenbewältigung auf, die wir schon im republikanischen Rom in durchaus vergleichbarer Form vorfinden.

Angstmindernd wirkte es sich wohl auch aus, daß die christliche Kirche katastrophale Bebenereignisse nicht zu verdrängen suchte, sondern man sich ihrer im Rahmen des Kirchenjahres durch die feierliche Begehung von Jahrtagen erinnerte. Damit wurde den Gläubigen immer wieder die Möglichkeit des Schreckens ins Bewußtsein gerufen; eine mentale Vorbereitung auf das Unkalkulierbare mit Hilfe von Gebeten, Fasten und anderen sakralen Riten war somit möglich 6.

### Die Enttheologisierung der Beben

Neben den Versuchen, die Beben als Zeichen überirdischer Mächte zu interpretieren und damit diese außergewöhnlichen-normalen Ereignisse in eine magisch-religiöse Sphäre einzubinden, um sie dann durch entsprechende Ritualhandlung zu bewältigen, gab es auch noch die Möglichkeit, sie zumindest eines ihrer furchtauslösenden Momente zu entkleiden, nämlich der Unerklärlichkeit. Entsprechende Bestrebungen setzten bereits sehr früh, nämlich zumindest im 7./6. Jahrhundert



7 Wandfresko von Giulio Romano (1499-1546) aus der Sala dei Gigante im Palazzo del Te in Mantua. In mythologischer Verbrämung werden hier katastrophale Auswirkungen seismischer Erschütterungen gezeigt, wobei in der Mitwirkung der Windkräfte die aristotelische Theorie der Erdbebenentstehung anklingt.

v. Chr. ein. Man suchte Erdbeben als Naturvorgänge zu erklären, spannte sie in eine natürliche Ursache-Wirkungs-Kette ein und formte entsprechende Theoriegebäude. Die Beben wurden als naturgegeben und natürlichen Gesetzmäßigkeiten folgend dargestellt und dadurch ohne *direktes* göttliches Einwirken erklärbar und verstehbar.

Damit nahm man den Beben ihre transzendenten Komponente, man enttheologisierte sie. Entwickelt und vertreten wurden derartige Interpretationsmodelle durch die sogenannten Ionischen Naturphilosophen – Anaxagoras von Klazomenai, Anaximenes von Milet, Demokrit von Abdera u. a. Sie stammten aus den kleinasiatischen Küstenbereichen, Gebieten, die eine sehr hohe Erdbebenfrequenz aufweisen. Auf der Basis ihrer Überlegungen erarbeitete dann Aristoteles in der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts v. Chr. seine durchaus eigenständigen Vorstellungen, wonach Erdbeben durch eine gasförmige Substanz (Wirkkraft) entstünden. Er nannte diesen Stoff *'pneuma'*. Nach aristotelisch verstand man darunter meist vereinfachend Luft bzw. die Kraft des Windes. In den theoretischen Vorstellungen des großen Philosophen aus der griechischen Stadt Stageira dringt das *pneuma* in das an sich hohle Erdinnere ein. Dort dehnt es sich aus oder zieht sich zusammen und verursacht durch die Druckänderungen Erschütterungen der Erdoberfläche.

Diese pneumatische Lehre des Aristoteles erfuhr in den folgenden Jahrhunderten zwar einige Veränderungen, sie blieb jedoch die Basis, auf der praktisch alle antiken theoretischen Studien

zu Erdbeben aufbauten. Wenngleich zwar die eigentlichen bebenauslösenden Prozesse im Erdinneren nicht erfaßt werden konnten, so wurde doch im Laufe der Zeit ein erstaunlich hohes Maß an Exaktheit und Differenzierung bei der Beschreibung beobachtbarer Erdbebenphänomene erreicht.

Sogar über das Altertum hinaus behielt die Theorie des Aristoteles ihre Wirkung. Bis in die Neuzeit hinein war sie die beherrschende theoretische Vorstellung hinsichtlich der Erdbebengenese. Noch in den Überlegungen Immanuel Kants und Alexander von Humboldts finden sich ihre Spuren wieder.

Trotz der anzunehmenden relativ weiten Verbreitung, die die sozusagen naturwissenschaftlichen Erklärungen von Erderschütterungen bereits während der Antike erfuhren, konnten sie jedoch niemals die mythisch-theologischen Deutungen verdrängen 7. Vielmehr – und das mag uns erstaunen – stehen bei vielen Schriftstellern (wie z. B. dem spätantiken Historiker Ammianus Marcellinus) beide Interpretationsmodelle – *'religiös'* – *'natürlich'* – durchaus gleichberechtigt nebeneinander.

### Wasserdampf contra göttliches Strafgericht

Erst vom 6. Jahrhundert n. Chr. an kam es in der frühbyzantinischen Kultur dann zu feindseligen Diskursen zwischen Vertretern der aristotelischen Wissenschaftstradition und denen einer christlich geprägten Weltdeutung. Faßbar wird diese Konfrontation etwa im Werk des alexandrinischen

Geographen und späteren Mönchs Kosmas Indikopleustes, der gegen die mechanistische Theorie der Aristoteliker mit einem dezidiert christlichen Vorstellungsmödell zu Felde zieht. Eine anonyme Streitschrift aus der Mitte des 6. Jahrhunderts lässt die zunehmende Härte der Auseinandersetzung bereits im Titel deutlich werden: »Gegen diejenigen, die sagen, daß Erdbeben entstünden, weil die Erde mit Luft vollgestopft ist.«

Zugespitzt findet sich die Kontroverse dann in einer detailreich erzählten Episode im Werk des byzantinischen Historikers Agathias (um 536–582 n. Chr.): Der Ingenieur und Erbauer der Hagia Sophia in Konstantinopel, Anthemios von Tralles, habe in seiner Wohnung ein künstliches Erdbeben erzeugt. Der einzige Grund für die Tat des Anthemios bestand in der Absicht, seinen Nachbarn, mit dem er im Streit lag, zu ärgern. Exakt beschreibt Agathias, wie Anthemios die aristotelische Lehre von der erderschütternden Kraft heißen Dampfes in die Realität umsetzte. Mit ledernen Schläuchen führte der Ingenieur Dampf, den er durch siedendes Wasser erzeugte, an die Decke seiner Behausung. Dort ließ dann der Druck des Dampfes die Balken und damit den gesamten Bau erbeben. Der Nachbar, Zenon, ein bekannter Rhetor in Konstantinopel, und seine Gäste wurden von Furcht und Schrecken – bekanntermaßen der üblichen Wirkung von Erdbeben – ergriffen und stürzten jammernd und schreiend auf die Straße.

Agathias betont nun, daß dieses technische Spielchen des Anthemios keineswegs ungeteilte Zustimmung fand. Viele sahen darin einen Frevel gegen Gott; eine Ansicht, die – so Agathias – durch ein kurz danach eingetretenes, schreckliches

Ereignis Unterstützung und Bestätigung fand: Im Jahre 557 ließ nämlich ein wirkliches Beben die Kuppel der Hagia Sophia zusammenstürzen. Das technische und architektonische Meisterwerk des Anthemios war zerstört. Mußte man das wirkliche Beben nicht als die Antwort auf das Experiment sehen, mit dem ein Mensch in anmaßender Art den überirdischen Kräften ins Handwerk gepfuscht hatte? Mit dieser Frage bringt Agathias eine bedeutende und folgenreiche Auseinandersetzung seiner Zeit auf den Punkt, nämlich den Streit zwischen Vertretern des Christentums und heidnischen Aristotelikern über die Beschaffenheit der Welt.

### **Mentale Katastrophenbewältigung als lohnendes Feld historischer Forschung**

Angst und Furcht, Gefühle, die die Erdbeben wegen ihrer zerstörerischen Wirkung und nicht zuletzt wegen ihrer Unkalkulierbarkeit beim Menschen evozierten, führten im Laufe der Geschichte zur Entwicklung verschiedenartiger, zeitbedingter mentaler Bewältigungsmechanismen.

Für den Historiker kann die Betrachtung der Art, wie Menschen zu bestimmten Zeiten mit Naturkatastrophen umgingen, ein wichtiges Hilfsmittel dafür sein, den jeweiligen Zustand einer Gesellschaft zu erfassen. Eine verstärkte Berücksichtigung von interdisziplinären Methoden und Fragestellungen, allerdings nur in Verbindung mit detaillierter und differenzierter Quellenarbeit, verspricht hier für die zukünftige Forschung reichen Gewinn.

Literatur zum Thema und Bildnachweis ► Seite 79

PD Dr. phil.

**Gerhard H. Waldherr**  
geb. 1956 in Regensburg.  
1977–1983 Studium der  
Geschichte, Germanistik und  
Geographie in Regensburg.  
1988 Promotion und  
1995 Habilitation in  
Alter Geschichte.

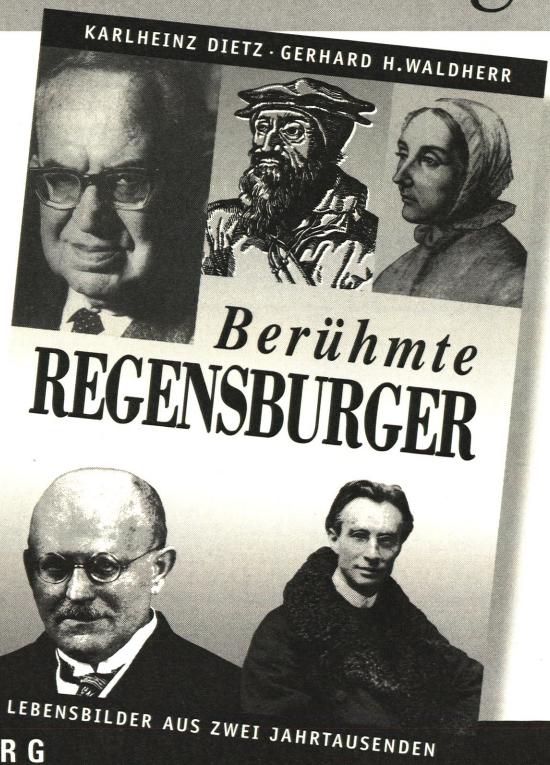
1989–1995 Wiss. Assistent,  
seit 1995 Wiss. Oberassistent  
am Lehrstuhl für Alte Geschichte  
der Universität Regensburg.  
Forschungsaufenthalte in  
Italien, England, Frankreich.

**Forschungsgebiete:**  
Römisches Nordafrika,  
Naturkatastrophen in der Antike,  
Epigraphik, Historische  
Geographie des Altertums,  
Römisches Regensburg.

# **Von Altdorfer bis Wartenberg**

Von Altdorfer bis Wartenberg, von der Römerzeit bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts – zwei Jahrtausende der Regensburger Geschichte werden in einer Auswahl berühmter Persönlichkeiten lebendig.  
Insgesamt 39 Kurzbiographien, spannend geschrieben und anschaulich dokumentiert.

Karlheinz Dietz u. Gerhard H. Waldherr (Hrsg.)  
Berühmte Regensburger. Lebensbilder aus zwei Jahrtausenden.  
336 Seiten. Gebunden. ISBN 3-930480-67-0. DM 39,80



**UNIVERSITÄTSVERLAG REGensburg**

# Quantisch oder klassisch?

## Die Händigkeit von Molekülen als Testfall

### Theoriekonflikte

**Quantenphysik – die Theorie des »Kleinen« – und Klassische Physik – die Theorie des »Großen« – sind nicht kompatibel; zum Glück aber liegen ihre Gültigkeitsbereiche meist weit getrennt. Doch es gibt Fälle, wo die beiden Bereiche sich überlappen: Die Eigenschaft »Händigkeit« (also das Vorhandensein zweier Formen, die sich wie ein rechter und ein linker Handschuh zueinander verhalten) tritt schon bei sehr kleinen Objekten, nämlich ziemlich einfachen Molekülen auf. Sie ist rein klassisch und widerspricht somit der hier eigentlich zuständigen Quantentheorie. Macht dies eine Erweiterung dieser so überaus erfolgreichen Theorie notwendig?**

#### Physikalische Theorien

Siebzig Jahre sind vergangen, seit die Quantenphysik ihren Siegeszug angetreten hat – sie ist die konkurrenzlos erfolgreiche Theorie des »Kleinen«, also der Eigenschaften von Atomen und Molekülen, von Atomkernen und Elementarteilchen; sie liefert die Bewegungsgesetze solcher kleinster Teilchen wie der Elektronen und beschreibt damit auch die sogenannten mikroskopischen Eigenschaften von makroskopischer Materie: So sind etwa die Halbleitertechnik, zu Recht auch »Elektronik« genannt, die aller Informationstechnologie zugrunde liegt, oder die Physik der Supraleiter, über die in Heft 2 von *Blick in die Wissenschaft* berichtet wurde, nur mit der Quantenphysik zu erklären.

Ebenso erfolgreich allerdings war und ist bis heute ihre Vorläuferin, die sogenannte Klassische Physik, die Theorie des »Großen«, die vor über 300 Jahren, allen voran von Galilei und Newton, formuliert wurde: Alle Bewegungen hinreichend großer Körper, das Sinken von feinsten Staubteilchen, das Steigen und Fallen von Steinen und Geschossen, aber auch die Bewegungen der Kolben und Räder von Maschinen und schließlich die Bahnen von Planeten, Monden und Satelliten lassen sich mit höchster Präzision aus den Gesetzen der Klassischen Mechanik berechnen; diese Newtonschen Gesetze galten daher mit gutem Grund für über zwei Jahrhunderte als Inbegriff und Modell jeder rationalen Welterfassung.

Das Erstaunliche: Die beiden fundamentalen Theorien der Physik sind nicht kompatibel. Weder ist die ältere durch die jüngere aufgehoben, wie dies bei anderen historischen Theoriekonflikten der Fall war, noch ist die eine in der anderen als Spezialfall enthalten; sie koexistieren also, wobei

ein gravierendes Problem sich daraus ergibt, daß die Anwendungs- oder Gültigkeitsbereiche von Quantenphysik und Klassischer Physik nicht streng voneinander getrennt sind. Zwischen der mikroskopischen und der makroskopischen Welt müssen offensichtlich »mesoskopische« Objekte existieren, an denen ein Übergang (oder ein Sprung?) von Quantenverhalten zu klassischem Verhalten beobachtbar sein sollte. Als Beispiel werden im folgenden Mikroobjekte diskutiert, die klassische Eigenschaften zeigen: Die Händigkeit (Chiralität) von Molekülen, über die Henri Brunner in Heft 1 von *Blick in die Wissenschaft* berichtet hat, ist ein typisch klassisches Phänomen und mit der Standard-Quantentheorie nicht erkläbar.

Zur Illustration des Verhältnisses von Theorien wird zuvor jene ältere Umwälzung skizziert, die kopernikanische Wende, also der Konflikt zwischen antik-scholastischer Kosmologie und der »nuova scienza« (Galilei), aus der die Klassische Physik – unter Aufhebung der sogenannten aristotelischen – erst hervorgegangen ist.

#### Wenn ein Reisender

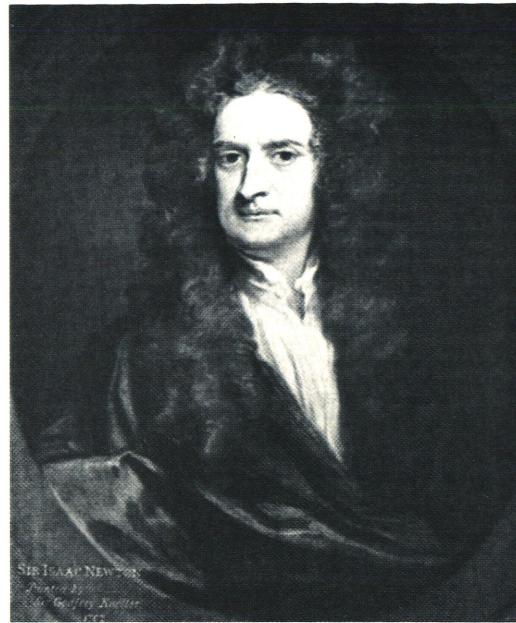
Wenn ein Reisender in einer Winternacht (mit 180 Stundenkilometern im ICE dahingleitend) ein Buch aus Versehen fallen läßt, so wird er es ohne jedes Zögern am Boden gleich neben seinem Sitz suchen und finden, nicht etwa um 20 Meter nach hinten versetzt, obwohl der Zug doch, während das Buch fiel, rund 20 Meter nach vorne zurückgelegt hat: Das Buch weiß nichts von der rasenden Fahrt.

Galilei stellt in seinem »Dialog über die beiden hauptsächlichen Weltsysteme« (1633) einen ähnlichen Fall zur Diskussion: Läßt man von der Spitze des Mastes eines Segelschiffes in voller Fahrt einen Stein herabfallen, wird er am Fuße des Mastes oder weit dahinter auf dem Deck aufschlagen? Unser Reisender mit seiner ICE-Erfahrung wird wohl der Antwort zustimmen: Von kleinen Störungen durch Fahrtwind, Rückenwind oder Seitenwind abgesehen, schlägt der Stein am Mastfuß auf, so wie sein Buch neben ihm auf dem Boden des Waggons. Dem Reisenden ist die Tragweite dieser Antwort wohl kaum bewußt – daß er nämlich, noch einmal, die Partei des Florentiners ergriffen hat, eine Parteinahme in einem Konflikt, der diesen vor 360 Jahren dem Scheiterhaufen nahe brachte. Galilei hatte gewagt, »da einzudringen, wo er nicht sollte, und zudem noch in die wichtigsten und gefährlichsten Materien,



»Eppur' si muove« – »Und sie bewegt sich doch«

Nach einer Legende soll Galilei dies gemurmelt haben, nachdem er der kopernikanischen (Irr)Lehre von der Eigenbewegung der Erde hatte abschwören müssen.



»Nature and nature's laws lay hid in night.  
God said: Let Newton be!  
And all was light.«

(Alexander Pope)

Galileo Galilei (1564–1642), wohl der erste Physiker im heutigen Sinne und einer der vielseitigsten in der Geschichte: Seine Begründung der Bewegungslehre, der beobachtenden Astronomie (Entdeckung der Jupitermonde, der Phasen der Venus, der Sonnenflecken usw.), der Festigkeitslehre, vor allem aber die Sammlung und brillante Darstellung der Argumente für das kopernikanische Weltbild machen ihn zu einem der Begründer von Naturwissenschaft.

Isaac Newton (1643–1727). Sein wichtigstes Werk, veröffentlicht im Jahre 1687: *Philosophiae naturalis principia mathematica*, vollendet die Wende, die Kopernikus, Kepler und Galilei eingeleitet hatten; es enthält die Grundlegung und die wichtigsten, von Newton selbst geschaffenen mathematischen Methoden der Klassischen Physik und Astronomie, bis hin zum heutigen Tag kann es als das Modell schlechthin für mathematische Theoriebildung in den Naturwissenschaften angesehen werden.

*die man zu dieser Zeit aufröhren kann*« – so referiert der florentinische Gesandte das Verdikt des empörten Urban VIII., nachdem der Skandal über den »Dialog« schon wenige Monate nach der (freilich mit päpstlichem Imprimatur versehenen) Drucklegung im Sommer 1633 von Galileis lebenslänglichen Feinden kräftig »aufgeröhrt« worden war.

Galilei benutzt sein Beispiel nämlich als Beleg in einer fundamentalen Auseinandersetzung mit den mächtigen Gegnern der kopernikanischen Lehre: Drehte sich die Erde tatsächlich, wie die Kopernikaner behaupten, in 24 Stunden in östlicher Richtung um sich selbst, so müßten doch Steine, die man von der Spitze eines hohen Turmes fallen läßt, Hunderte von Klaftern westlich des Turmfußes zu Boden fallen – so die Argumentation der damals herrschenden Lehre.

Diese herrschende Lehre, aus der Spätantike überkommen und in der Scholastik kanonisiert, hatte, unter Berufung auf Aristoteles, das Weltbild der Gelehrten und das Alltagsempfinden der Menschen für viele Jahrhunderte bestimmt. Die »aristotelische« Bewegungslehre läßt sich etwa wie folgt zusammenfassen: Der natürliche Zustand aller irdischen Körper ist die Ruhe; wenn die Einwirkungen, die Körper in Bewegung halten können, aufgehört haben, kehren sie zur Ruhe zurück. Nur jenseits der Erde, in der Welt der Gestirne, herrscht die unendlich kreisende Bewegung der kristallinen Sphären. Wenn also auf der Erde der Stein oder das Buch nicht mehr festgehalten werden, so müssen sie notwendig hinter dem bewegten Schiff oder Zug zurückbleiben.

Wenn aber, im Gegensatz zu dieser Behauptung, jedoch in guter Übereinstimmung mit Beobachtungen, der Stein am Fuße des Mastes, das Buch neben

unserem Reisenden zu Boden fällt und ein Körper, vom hohen Turm fallen gelassen, an dessen Sockel, so zeigt dies nach Galilei weder, daß Segelschiff oder Zug stillstehen, noch, daß die Erde ruht. Diese Beobachtungen zeigen vielmehr – in gänzlichem Kontrast zur Meinung der Aristoteliker –, daß ein jeglicher Bewegungszustand eines Körpers unverändert weiterbesteht, bis er durch eine Einwirkung geändert wird; für dieses sogenannte Trägheitsprinzip trägt der »Dialog« Evidenz zusammen. Mit diesem Prinzip, so Galileis Anspruch, lassen sich nunmehr einheitlich alle Erscheinungen von Bewegung, irdische und kosmische, in gleicher Weise behandeln. Mit florentinischem Stolz erklärt er diese Lehre zur »Neuen Wissenschaft«, seiner *scienza nuova*, die seither für 300 Jahre »die« Wissenschaft wurde.

### Zweimal Relativität

Das Trägheitsprinzip beinhaltet auch, daß man ausschließlich der relativen Bewegung eines Körpers (etwa Stein) gegenüber einem anderen (etwa Schiff oder Erde) Bedeutung zuschreiben kann. Absolute Bewegung und damit auch ein Zustand absoluter Ruhe ist unbeobachtbar und somit physikalisch bedeutungslos. Die Interpretation der Beobachtungen über fallende Körper ist dann die folgende: Der Stein an der Mastspitze teilt die horizontale Bewegung des Schiffes relativ zur Erde, deshalb fällt er relativ zum Schiff senkrecht nach unten; der Beobachter am Ufer sieht Stein und Schiff mit gleicher Geschwindigkeit voran sich bewegen; die Bahn des Steins, nachdem er losgelassen, erscheint ihm wie die Wurfbahn eines nach vorne geworfenen Körpers, und zwar in solcher Weise, daß diese Bahn stets direkt am

Mast in seiner momentanen Position verläuft und dort auf der Höhe des Decks landet, wo der Fuß des Mastes inzwischen angelangt ist. Ebenso teilt der Stein an der Turmspitze die horizontale Bewegung der rotierenden Erde und fällt deshalb ebenfalls senkrecht am Turm nach unten (kleine Korrekturen für die Drehbewegung vernachlässigt, die von Galilei wegerklärt werden, wie andere Diskrepanzen auch, um seinen großen Entwurf nicht zu gefährden).

Dieses Prinzip, alle Bewegung nur relativ zu einem (geeigneten) Bezugssystem zu erklären, ist später als Galileisches Relativitätsprinzip zu einem Kernstück der Newtonschen Mechanik (1. Newtonsches Axiom) geworden.

Daß Relativität von manchen auch in unserem Jahrhundert als »eine der gefährlichsten Materien« betrachtet wird, wurde in der absurden Polemik erneut sichtbar, die in den zwanziger Jahren seitens der »arischen Physiker« und ihrer faschistischen Marktschreier gegen Einstein geführt wurde. Die von diesem maßgeblich formulierte sogenannte Relativitätstheorie ist in der Tat eine direkte Erweiterung der *klassischen* des Galilei, allerdings unter Einbeziehung der Erfahrung der Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit als Bedingung der Möglichkeit von Erfahrung über Bewegungen, von Beobachtungen nämlich, die nur durch Signale, also höchstens mit Lichtgeschwindigkeit, den Beobachter erreichen können.

Was freilich die alte wie die neue »Theorie der Relativität« so wichtig und bedeutend macht, haben die Polemiker weder im 17. noch im 20. Jahrhundert verstanden: Zwar sind die **Erscheinungen relativ** – dem Beobachter am Ufer erscheint die Bewegung des Steins anders als dem Beobachter auf dem Schiff, doch die Gesetze der Bewegung sind **invariant**: Im Inneren jedes (nicht beschleunigten) Bezugssystems fällt der Stein senkrecht nach unten, und gerade dies gilt nicht in der geozentrisch-ariostelischen Weltsicht. Weit glücklicher wäre es denn auch, die Galileische wie die Einsteinsche Theorie als **Invarianztheorie** zu bezeichnen.

Halten wir fest:

- Die Absolutheit der Bewegung in der alten Kosmologie und die Relativität der Bewegung in der *scienza nuova* sind unvereinbar.
- Nur die neue Interpretation ist, nach Entkräftigung vieler denkbarer Hilfshypothesen, die zur Stützung der alten vorgebracht werden könnten, mit den geschilderten Beobachtungen über fallende Körper vereinbar.
- Sowohl Ort wie Geschwindigkeit, beides relativ zu einem Bezugssystem, sind die Eigenschaften von Körpern, von denen die Physik handeln kann.
- Die alte Theorie ist somit in der neuen nicht enthalten, sondern wird durch sie »aufgehoben«. (»Aufgehoben« – dieses Wort soll zumindest an das erinnern, was in dieser Skizze freilich nur angedeutet werden konnte: das komplexe Verhältnis von zwei ›Weltsystemen‹ mit einem gänzlich unterschiedlichen Gültigkeitsanspruch und Wahrheitsbegriff. Die vorurteilsfreie Analyse dieses Aufeinanderprallens von logischen und empiristischen Wahrheitsansprüchen ist erst in den letzten

Jahrzehnten, nicht zuletzt durch Paul Feyerabend, ein Stück vorangekommen; man vergleiche auch Fölsings Galilei-Biographie.)

■ Anders das Verhältnis der Einsteinschen zur »klassischen« Relativitätstheorie – die ältere ist in der neuen enthalten: Geht es um »langsame« Bewegungen (im Verhältnis zur Lichtgeschwindigkeit!), so geht die Einsteinsche Bewegungslehre stetig in die Galilei-Newtonsche über.

Gilt dies auch für das Verhältnis der Quantentheorie zur Galilei-Newtonschen Bewegungslehre?

### **Welt Nummer eins, die *klassische* Welt – Objekte und Objektivität**

Den Menschen der Gegenwart muß, wenn auch nur von wenigen reflektiert, die *Klassische Physik*, vor allem ihr Kernstück – die Lehre von den Bewegungen der Körper, also die Galilei-Newtonssche Mechanik – als der Inbegriff des Normalen, Vertrauten, Natürlichen erscheinen, als »Objektivität« schlechthin, handelt sie doch von den Objekten des Alltagslebens, und sammelt doch jeder, etwa als Automobil-Benutzer, von Kindheit an vorbewußt die Erfahrungen, die mit den wissenschaftlichen Begriffen von Trägheit und Masse, von Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung etc. beschrieben werden. Wenn im folgenden von *klassischen* Objekten die Rede ist, dann genau in dem Sinn, daß diesen Eigenschaften wie Masse, Ort und Geschwindigkeit »objektiv« zukommen: Diese Eigenschaften sind beobachtbar, oder, genauer, meßbar, ohne daß sie durch die Beobachtung verändert würden. (Dies ist offenbar eine sehr eingeschränkte, physikalische Deutung des Wortes objektiv, die jedoch für unsere Zwecke ausreicht; sie setzt freilich einen allgemeinen Rahmen, z.B. die Möglichkeit von Vorschriften und Verabredungen – intersubjektiv – darüber, was Beobachtung überhaupt sei, schon voraus.)

Dies beinhaltet zweierlei:

■ Ohne in Widerspruch mit der Erfahrung zu geraten, können bei *klassischen* Objekten (Staubteilchen, Steinen, Automobilen ...) Eigenschaften »für uns« – also solche, die einer beobachtet hat – zu Eigenschaften »an sich« erklärt werden, also nicht nur jederzeit und von jedem wieder beobachtbar, sondern unabhängig von der Beobachtung zutreffend.

Ein naiver Realismus, der all den Objekten der Welt mit ihren Eigenschaften, die wir beobachten könnten, eine Existenz an sich – ohne jede Beobachtung – zuschreibt, ist mit den *klassischen* Erfahrungen nicht unvereinbar.

■ Die Bedingungen der Beobachtung (also etwa die Eigenschaften des Signalträgers, der zwischen Objekt und Subjekt vermittelt, auch die Eigenschaften einer Meßapparatur) lassen sich vollständig von den beobachteten *klassischen* Objekten trennen; deren Eigenschaften sind objektiv auch gegenüber möglichen unterschiedlichen Beobachtungsmitteln.

In diesem Sinne ist die Einsteinsche Fassung der Relativitätstheorie *nicht-klassisch*: Sie bezieht in eine Theorie von Bewegungen mit hoher Relativgeschwindigkeit von vornehmesten notwendig die Eigenschaften der schnellstmöglichen

Meßsignale ein, also die Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit.

Aus der Objektivität *klassischer* Objekte folgt ihre Verlässlichkeit: zu fester Zeit sind sie genau an einem Ort. Ein *klassisches* Ereignis, etwa eine ganz bestimmte Konstellation der Bewegung wie das Exakt-in-einer-geraden-Linie-Stehen von Sonne, Mond und Erde (d. h. eine Sonnenfinsternis) tritt mit Sicherheit zu einer ganz bestimmten Zeit ein, die sich aus den beobachteten heutigen Bahn- daten auf Jahrtausende mit Sekundengenauigkeit berechnen läßt. In diesem Sinne spricht man auch vom vollständigen Determinismus der *Klassischen* Physik.

Der Begriff Wahrscheinlichkeit, etwa eine Aussage wie »mit 50% Wahrscheinlichkeit tritt in den nächsten 43 Tagen eine Sonnenfinsternis ein«, hat in der *Klassischen* Physik keinen Platz.

### **Welt Nummer zwei, die *Quantenwelt* – Wahrscheinlichkeiten und algebraische Beziehungen**

Gesellen wir uns zu dem bereits zitierten Reisenden in einer Winternacht und wechseln wir mit ihm in die *Quantenwelt*, so gelangen wir, wie in einer bekannten Karikatur gezeigt, an einen Schlagbaum, an dem folgende Warntafel angeschlagen ist: Achtung! Sie verlassen den *klassischen* Sektor. Diesseits die vertraute *klassische* Welt – Objekte, Bäume, Straßen, Pflastersteine oder Autos, durch scharfe Konturen voneinander abgegrenzt, real, verlässlich; jenseits der Grenze aber eine unscharfe Welt – wie durch die mattierte und geriffelte Glastüre eines Badezimmers betrachtet, alles in Nebel verschwimmend und die Konturen vielfach aufgespalten, so daß es zu merkwürdigen Überlagerungen der Bilder von Gegenständen kommt – auch

Schrödingers berüchtigte Katze, in einer Überlagerung von Lebendigkeit und Totsein, sitzt/liegt in dieser Welt.

Gibt dieses Bild tatsächlich die gespaltene Welt der heutigen Physiker wieder? Die Antwort, zu der wir gelangen und die wir hier schon geben wollen, lautet – ja und nein: Diesseits der Grenze, im *klassischen* Sektor, ist das Bild angemessen; jenseits des Schlagbaums kann jedes Bild eben nur eine fragwürdige Analogie sein, bleibt es bei dem Versuch, die durchaus präzise Theorie der *Quantenphysik* in Anschauung zu übersetzen. Die Crux des Unterfangens ist, daß den Objekten dieser präzisen Theorie, den »*Quantenobjekten*«, Eigenschaften zukommen, die jeder Anschauung widersprechen. Am besten, man spräche überhaupt nicht von Eigenschaften, sondern von Beziehungen zwischen Observablen, d. h. beobachtbaren Größen, die sich mathematisch als Algebren modellieren lassen. Physiker, die sich in der Welt der *Quantentheorie* bewegen, müssen lernen, auf vertraute Bilder zu verzichten; überschreiten sie die Grenze zur *Quantenwelt*, so sind sie gezwungen, sich gleichsam im Blindflug den Weg zu bahnen. Es war also sehr wohl mehr als vordergründige Koketterie, als Richard Feynman, der 1965 für seine Beiträge zur *Quantentheorie* den Nobelpreis erhielt, lapidar erklärte: »**Nobody understands quantum mechanics.**«

Natürlich hat es nicht an Versuchen gefehlt, Nicht-Physikern in einfachen Worten zu erklären, was das Wesentliche der *Quantenmechanik* ist; versucht wurde durchaus, die neue Theorie so einfach und nachvollziehbar darzustellen wie die Klassische Mechanik. Alle diese Versuche kommen – wie auch der hier unternommene – über die oft



»*Nobody  
understands quantum mechanics.*«

Richard P. Feynman

Nobelpreis für Physik 1965  
für entscheidende Beiträge zur Quantenmechanik



»... daß unter den  
für die Vererbung in Betracht kommenden  
Substanzen asymmetrisch gebaute  
Teilchen vorhanden sein müssen, die, solange  
die Menschheit existiert, stets dieselbe Art  
der beiden (an sich gleichwahrscheinlichen)  
Asymmetrien haben.«

Friedrich Hund, 1927

Richard P. Feynman (1918–1988), das Genie aus New York. Die von ihm um 1950 mitbegründete Quantenelektrodynamik verband erfolgreich die moderne Theorie der Materie – Quantenmechanik – und die Theorie des Lichts – Elektrodynamik.

Seine »Vorlesungen über Physik« sind bis heute eines der inspirierenden Lehrbücher, seine Selbstbiographie »Sie belieben wohl zu scherzen, Mr. Feynman« erzählt von seinen Abenteuern in der Physik, aber auch in der Halbwelt von Las Vegas.

Friedrich Hund (1896–1997), einer der Pioniere der »jüngeren« Quantentheorie, die 1925–1927 entstand. Als einer der ersten wandte er diese Theorie zur Erklärung des Aufbaus von komplizierten Atomen (»Übergangselemente«: Hundsche Regeln) und von Molekülen an. »Das Paradoxon der optischen Isomeren«, heute Hunds Paradoxon genannt, hat er 1927 in der nebenstehend zitierten Arbeit entwickelt. In seiner Geschichte der Quantentheorie (1967) bezeichnet er deren Entstehung zurecht als »eine der wesentlichen Epochen der Geistesgeschichte.«

eher hilflos wirkenden Analogien und Vergleiche mit *klassischen* Erfahrungen nicht hinaus und erwecken leicht den Eindruck, es handle sich bei der *Quantentheorie* um etwas reichlich Wolkiges oder Verschwommenes. Tatsächlich aber ist das Gegen teil der Fall, denn in mathematischer Sprache sind die Bewegungsgesetze für *Quantenobjekte*, also etwa für Atome und ihre Bestandteile, ebenso präzis zu fassen wie die Gesetze Newtons.

Die mathematische Sprache der *Quantentheorie* ist allerdings komplex (daß durchwegs mit »komplexen Größen« gerechnet wird, ist noch die geringste dieser Komplexitäten) – so sehr, daß der große Mathematiker Hilbert, der selbst viel zu diesen Theorien beitrug, vor siebzig Jahren meinte, die Physik sei für die Physiker zu schwierig geworden. Insoweit haben die Physiker inzwischen nachgelernt; doch ist es dieser Umstand, der es fast unmöglich macht, auch nur die Grundzüge der inneren Struktur der *Quantentheorie* darzustellen, ohne erhebliche Kenntnisse höherer Mathematik vorauszusetzen.

Diese formale Schwierigkeit meint Feynman aber offenbar nicht, wenn er von der Unverstehbarkeit der *Quantenmechanik* spricht; sein »nobody« schließt ja offenbar auch jemanden mit den besten mathematischen Kenntnissen, wie ihn selbst, mit ein.

Nein, »niemand versteht die *Quantenmechanik*« deutet auf etwas ganz anderes hin: Diese elegante, konsistente Theorie, deren Vorhersagen in ungezählten Experimenten mit höchster Genauigkeit bestätigt werden, zwingt uns, ihren Objekten, den »*Quantenobjekten*« (oft aus alter Gewohnheit mit dem vertrauenerweckenden Diminutiv »Teilchen« bezeichnet; hübsch auch französisch: *corpuscule*), ein Verhalten zuzu schreiben, das nichts, aber auch gar nichts mit den vertrauten objektiven Eigenschaften der *klassischen* Objekte zu tun hat. In einer Reihe von Negationen läßt sich dieses *nicht-klassische* Verhalten am ehesten beschreiben:

■ *Quantenobjekte* sind **nicht** objektiv – welche Eigenschaften sie überhaupt haben, ist kontext abhängig; bestimmte zueinander komplementäre Paare von Eigenschaften (wie z. B. Ort und Geschwindigkeit, d. h. die wichtigsten Bestimmungs stücke der Newton-Mechanik) schließen sich gegenseitig aus: Eine genaue Kenntnis des Ortes eines Teilchens, etwa durch Messung gewonnen, zerstört alle mögliche Kenntnis seiner Geschwindigkeit und umgekehrt. Nur eine der beiden Eigenschaften ist jeweils objektiv.

Soll man »etwas«, das nicht zugleich einen Ort und eine Geschwindigkeit haben kann, überhaupt als Objekt bezeichnen?

■ *Quantenereignisse* sind **nicht** deterministisch – ihr Eintreten ist vielmehr nur durch Wahrscheinlichkeiten angebbar. So läßt sich für radioaktive Kerne, etwa die des Caesium-Isotops  $^{134}\text{Cs}$ , die beim Tschernobyl-Unfall europaweit verbreitet wurden, angeben, daß sie mit 50% Wahrscheinlichkeit innerhalb der Halbwertszeit (beim  $^{134}\text{Cs}$  2,19 Jahre) zerfallen. Alle Versuche, den tatsächlichen Zerfall eines einzelnen Kerns, der ja eben

irgendwann (nach Tagen, Monaten oder Jahren) erfolgen und den man durch ein Aufblitzen eines von der Strahlung getroffenen Leuchtschirms durchaus individuell registrieren kann, auf eine zusätzliche, innere Ursache zurückzuführen, sind gescheitert. Es gibt keine »Verborgenen Parameter«: so heißt diese Aussage präzis.

Man vergleiche dies mit einer Bevölkerungs statistik: auch hier werden Wahrscheinlichkeiten eingeführt, etwa die mittlere Lebenserwartung, vergleichbar der Halbwertszeit. Die Kenntnis dieser Lebenserwartung, etwa 75 Jahre, schließt in diesem Fall jedoch keineswegs aus, daß für jeden einzelnen Sterbefall eine individuelle innere Ursache, eben die Todesursache dieser einen Person, angegeben werden kann. Für radioaktive Kerne aber schließt die (Standard-)Theorie dies aus.

Soll man »etwas«, dessen Verhalten nur durch eine Qualität eines Kollektivs (Halbwertszeit), nicht durch individuelle Ursachen bestimmt wird, ein Objekt nennen?

■ *Quantenwahrscheinlichkeiten* genügen **nicht** den Bewegungsgleichungen von Körpern, sondern denen von Wellen. Das Kernstück der *Quantendynamik*, Schrödingers Wellengleichung (1926), ist eine deterministische Gleichung für Wahrscheinlichkeitsamplituden, die sich somit zeitlich ähnlich ändern wie etwa Wellen, die auf einem gespannten Seil laufen oder Schwingungen auf einer gespannten Saite.

Soll man »etwas«, über dessen Bewegung man (Wahrscheinlichkeits-)Aussagen nur aus den Bewegungen einer Welle errechnen kann, ein Teilchen nennen?

■ **Nicht** objektiv sind die *Quantenobjekte* schließlich deshalb, weil sich die Bedingungen ihrer Beobachtung, die Eigenschaften einer Meßapparatur, nicht von den gemessenen Objekten trennen lassen. In folgendem Zitat von Peter Mittelstaedt wird dieses Dilemma angesprochen und erkenntnistheoretisch auf den Punkt gebracht:

»Die Beobachtung atomarer Systeme ist nur möglich mit Meßgeräten, die tatsächlich in der Natur vorkommen, d. h. aber selbst aus Elementarteilchen aufgebaut sind. (...) Der Einfluß, den die Meßgeräte von vornherein auf die Beobachtungsdaten haben, ist dabei durch die physikalischen Gesetze der Meßinstrumente, d. h. aber durch die Quantentheorie selbst bestimmt. (...) Die physikalischen Bedingungen der Erkenntnis atomarer Systeme haben zur Folge, daß dem jeweils beobachteten Gegenstand nicht alle messbaren Eigenschaften in der gleichen Weise zukommen. (...) Der Anwendbarkeit der Substanzkategorie auf das physikalische Geschehen sind unter bestimmten Umständen Schranken gesetzt, die durch die Möglichkeiten der Erkenntnis selbst gesetzt werden.«

Die *Quantentheorie* handelt dementsprechend nicht von **Eigenschaften**, die den Gegenständen der Makrowelt offenbar zugeschrieben werden, sondern von **Beziehungen**, die Beobachter zu Gegenständen der Mikrowelt herstellen können.

## Wo liegt die Grenze zwischen »Kleinem« und »Großem«?

Eine Zahl, die in die Bestimmung dieser Grenze entscheidend eingeht, ist die Plancksche Konstante  $h$ , oft auch als Wirkungsquantum bezeichnet. Max Planck führte diese Naturkonstante im Jahre 1900 ein, um die beobachteten Eigenschaften der Wärmestrahlung zu erklären, also etwa des Lichts, das von einem rotglühenden oder weißglühenden Gegenstand ausgeht; die Sonne oder der Metallfaden einer Glühlampe sind die wichtigsten Beispiele für die Quellen solcher Strahlung. Planck zeigte, daß man die beobachtete »Farbe«, genauer gesagt das gemessene Frequenzspektrum (also die Verteilung der abgestrahlten Intensität auf die verschiedenen Farben des Spektrums) aus den bekannten *klassischen* Gesetzen der Wärmelehre nur dann korrekt berechnen kann, wenn man ad hoc eine »Quantenhypothese« einführt: Die Energien, die zu Lichtschwingungen der Frequenz  $f$  gehören, können nicht, wie die Energie eines *klassischen* Teilchens und einer *klassischen* Schwingung, beliebige Werte annehmen, sondern nur ganzzahlige Vielfache eines Energiequantums  $E = h \cdot f$ . Diese Quantenhypothese, erstmals in der Dezemberssitzung 1899 der Preußischen Akademie der Wissenschaften vorgetragen, war der historische Ausgangspunkt der Quantentheorie und gab ihr den Namen.

Durch Vergleich der auf der Basis der Quantenhypothese berechneten mit den gemessenen Spektren ergab sich ein Wert für  $h$ , der, ausgedrückt in den typischen Einheiten der makroskopischen Mechanik (Meter für Längen, Kilogramm für Massen und Sekunden für Zeit) mit  $h = 6,7 \cdot 10^{-34}$ , also mit einer ganzen Zeile von Nullen vor der ersten nicht verschwindenden Stelle, außerordentlich klein ist.

Diese Kleinheit (im Maßstab von typischen *klassischen* Körpern wie Kieselsteinen oder Automobilen) des Wirkungsquantums bietet eine Erklärung, warum die Quantisierung in makroskopischen Maßstäben keine Rolle spielt. Man betrachte etwa ein rotierendes System; eine charakteristische mechanische Größe für Rotationen ist der Drehimpuls, das Produkt aus Masse, Durchmesser und Geschwindigkeit. Die Einheit des Drehimpulses ist dieselbe wie die des Wirkungsquantums, man kann ihn deshalb als Vielfaches der Planckschen Konstante  $h$  angeben. Für rotierende Atome oder Moleküle beträgt er typischerweise  $0 \cdot h, 1 \cdot h, 2 \cdot h \dots$ , für das Rad eines rollenden Automobils dagegen  $10^{36} h$ , d.h. eine Billion mal eine Billion mal eine Billion mal  $h$ . Auf ein  $h$  hin oder her kommt's dabei offenbar nicht an; mit anderen Worten: Es ist unmöglich, die Quantelung der Rotation dieses Rades festzustellen, sie verhält sich bei Messungen wie eine *klassische* Größe, die beliebige, nicht nur ganzzahlige Werte annehmen kann.

Die Größe  $h$  entscheidet schließlich auch über das Maß der Nicht-Objektivität der Eigenschaftspaare wie Ort und Geschwindigkeit oder Drehwinkel und Drehimpuls. Für Ort und Geschwindigkeit eines Objekts der Masse  $m$  gilt, daß die Genauigkeit, mit der man seinen Ort bestimmt hat, die Genauigkeit jeder Messung der Geschwindig-

keit begrenzt: Das Produkt dieser beiden Genauigkeiten ist mindestens  $h/m$  (Heisenbergsche Unschärfebeziehung). Hält man sich vor Augen, daß die Masse eines Kieselsteins etwa  $10^{30}$  mal größer ist als die eines Elektrons, dann wird auch klar, warum das durch die Zahl  $h/m$  gegebene Maß der Nichtobjektivität der Eigenschaften Ort/Geschwindigkeit für Elektronen eine drastische Abweichung vom *klassischen* Verhalten bewirkt, für Kieselsteine dagegen um viele Größenordnungen unterhalb jeder Meßbarkeitsschwelle liegt. In diesem Sinne gibt es also offenbar einen Übergang von *Quantenobjekten* zu *klassischen* Objekten, der durch die Masse der Objekte festgelegt ist. Die Eigenschaften von Elektronen, z.B. der Elektronen, die die Hülle von Atomen ausmachen und damit deren Eigenschaften wie Lichtemission, chemische Bindungsfähigkeit usw. bestimmen, sind jedenfalls *quantisch*.

Wir haben also zwei gleichermaßen in ihrem Bereich höchst erfolgreiche fundamentale Theorien der Bewegung. Aber es gibt, wie die oben skizzierte Beschreibung von *Quanteneigenschaften* nahelegt, keinen stetigen Übergang von der einen zur anderen: Läßt man in Schrödingers Gleichung die fundamentale *Quantenkonstante* der Natur, das Plancksche Wirkungsquantum  $h$ , in einem mathematischen Grenzwertverfahren rein formal gegen null gehen, so erhält man als Limes der *Quantendynamik* keineswegs die *Klassische* Physik, sondern eine mathematische Singularität, über die hinweg die Gleichung nicht fortgesetzt werden kann.

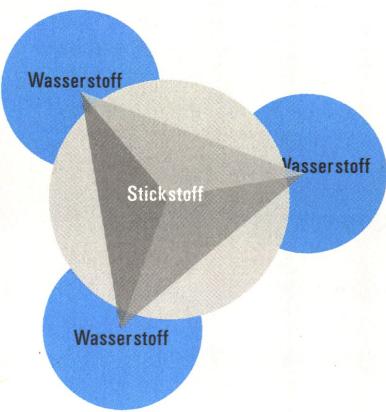
Jetzt können wir die Titel-Frage »*Quantisch* oder *klassisch*« präziser stellen: Ist ein Staubkorn (Durchmesser ca. 0,1 mm) *klassisch*, ist ein Virus oder ein Eiweißmolekül (Durchmesser ca. tausendmal kleiner) *klassisch*? In beiden Fällen läßt sich dies bejahen. Frage also: Wie klein muß ein Gegenstand, etwa ein Molekül sein, damit er ausgeprägtes *Quantenverhalten* zeigt? Und, erfolgt der Übergang mit abnehmender Größe stetig, oder gibt es einen Sprung?

### Das Hundsche Paradox – Rechts oder links, oder: weder rechts noch links

Ammoniak, der wichtigste Bestandteil aller Düngemittel und auch sonst von großer Bedeutung in der gesamten Chemie und Biochemie, besteht aus einfachen, kleinen Molekülen: ein Stickstoffatom und drei Wasserstoffatome sind gemäß der Formel  $\text{NH}_3$  gebunden. Man hat gelernt, sich von solchen Molekülen ein räumliches, *klassisches* Bild (in Gestalt eines Modells) zu machen. In einem solchen Moleküllmodell werden die unterschiedlichen Atome durch Kugeln verschiedener Größe, die chemischen Bindungen durch Stöckchen verschiedener Länge dargestellt. Man weiß, daß  $\text{NH}_3$  als Modell 1 wie eine flache Dreiecks-pyramide aussieht, wobei durch die Zuweisung eines Aussehens bereits die Entscheidung getroffen wurde für die Behandlung der Atome als *klassische* Objekte, die an festen Orten liegen können. In der Tat ist das Modell, wie Friedrich Hund schon 1927 bemerkte, für kleine Moleküle wie  $\text{NH}_3$  zumindest fragwürdig, ja eigentlich irreführend.

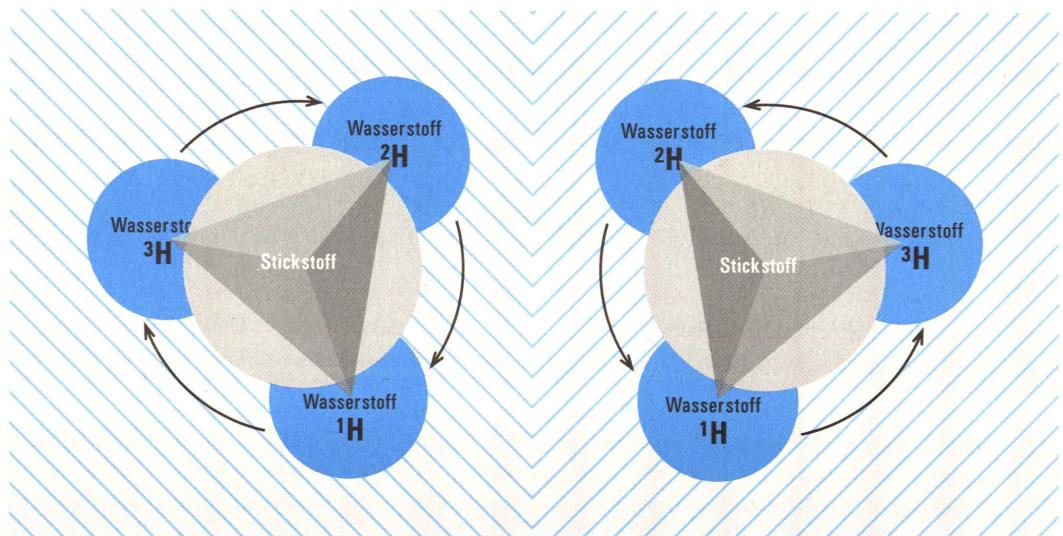
1 Klassisches Molekülmodell

für Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ):  
das Stickstoffatom sitzt  
an der Spitze einer  
flachen Dreieckspyramide.

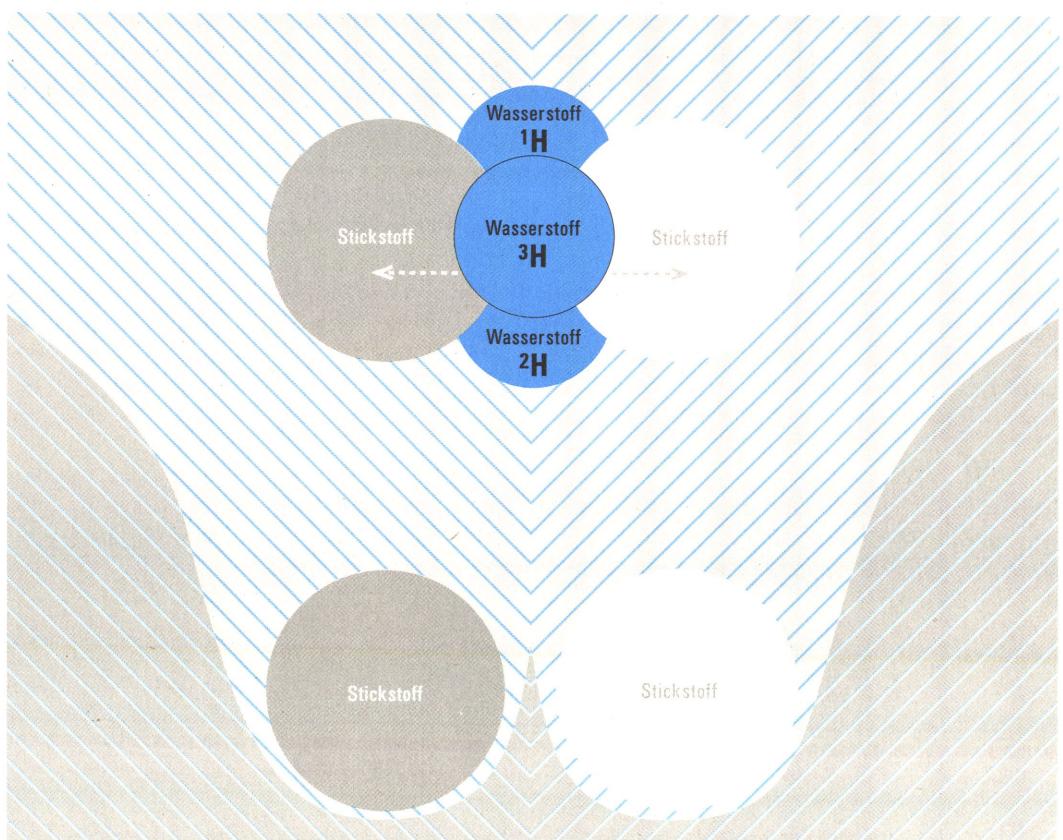


2 Die Modelle zeigen  
die beiden >klassischen Lagen<,  
die Stickstoff in Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )  
einnehmen kann.

Das Molekül links  
unterscheidet sich offenbar  
im Drehsinn 3-2-1  
vom Molekül rechts.



3 Links-Form und Rechts-Form  
des Pyramidenmodells,  
von der Seite gesehen.  
Darunter der >Korb< mit  
den beiden Vertiefungen.



Stellen wir zunächst fest, daß es in dem *klassischen* Bild 1 für das N-Atom, relativ zu dem Basisdreieck der Pyramide aus den 3 H-Atomen, zwei mögliche Lagen gibt: über dem Dreieck oder unter dem Dreieck.

Um die drei Wasserstoffatome und damit auch die Lagen des Stickstoffatoms unterscheiden zu können, sei das Ammoniak deuteriert und tritiiert, d.h. eines der H-Atome sei durch ein Atom  $^2\text{H}$  des schweren Wasserstoffs Deuterium, eines durch ein Atom  $^3\text{H}$  des überschweren Wasserstoffs Tritium ersetzt. Offensichtlich sind das links und das rechts abgebildete Ammoniakmolekül zwei unterschiedliche *klassische* Objekte, die sich zueinander wie eine (dreifingrige) linke und rechte Hand verhalten, und deshalb Links-Ammoniak und Rechts-Ammoniak heißen müßten: Blickt man gemäß internationaler Konvention vom Boden der Pyramide, d.h. mit dem N-Atom unten, auf das Objekt, so gelangt man bei der Links-Form gegen den Uhrzeigersinn von  $^3\text{H}$  über  $^2\text{H}$  nach  $^1\text{H}$ , bei der Rechts-Form im Uhrzeigersinn 2.

Demnach müßte  $\text{NH}_2\text{H}^2\text{H}^3\text{H}$  ein **chirales Molekül** sein, dessen beide Formen (»Enantiomere«) im Verhältnis von Bild und Spiegelbild 2 stehen. Indem man die N-Kugel durch das H-Dreieck »durchdrückt«, könnte man die Links-Form in die Rechts-Form umwandeln und umgekehrt. Die zwei Formen entsprechen zwei Minima der potentiellen Energie, die durch eine Energieschwelle voneinander getrennt sind. Ein solches Doppelmuldenpotential gleicht einem Korb, dessen Boden zwei Vertiefungen hat 3; ein *klassischer* Körper liegt entweder in der einen oder in der anderen Mulde.

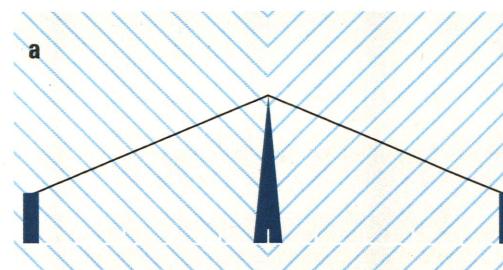
Chiralität erscheint also als eine Eigenschaft, die aus der Anwendbarkeit der *klassischen* Objektvorstellung folgt.

Real existierende Ammoniakmoleküle, auch wenn mit Deuterium und Tritium substituiert, verhalten sich aber keineswegs so, wie aus *klassischer* Sicht erwartet, sondern eben *quantenmechanisch*. Sie zeigen keine Händigkeit, ihr Zustand entspricht weder der Links- noch der Rechts-Form. Vielmehr finden wir sie in einem Grundzustand, der symmetrisch zur Spiegelebene ist. Visualisiert wie in 3 ist die Kugel, die das N-Atom darstellt, sowohl links wie rechts von der Barriere. Es ist offensichtlich, daß dies einer *klassischen* Objektvorstellung sich entzieht. Der *quantenmechanische* Zustand eines derartigen Systems, das *klassisch* durch eine Doppelmulde mit dazwischen liegender Barriere gekennzeichnet ist, läßt sich – aus der mathematischen Sprache in ein anschauliches Bild übersetzt – mit den Schwingungen einer Saite identifizieren, die in der Mitte, dort wo sich die *klassische* Barriere befindet, auf einem Steg aufliegt 4.

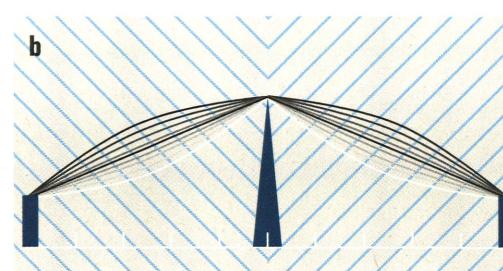
Genau wie eine solche Saite, in deren zeitlich stabilen Schwingungszuständen stets beide Hälften gleich stark erregt sind, verhält sich das Ammoniakmolekül: in einem stabilen Zustand ist die Wahrscheinlichkeit, das N-Atom links oder rechts der Ebene der drei H-Atome anzutreffen, stets gleich groß. Mit anderen Worten:  $\text{NH}_3$  befindet sich weder in der Links-Form noch in

#### 4 Schwingungsformen einer Saite mit Steg.

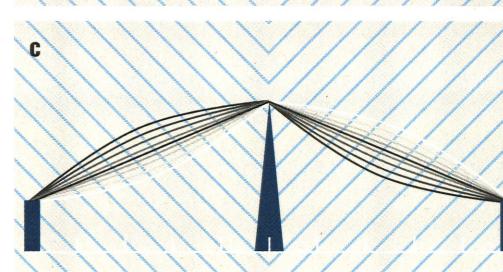
a Saite ruhend.



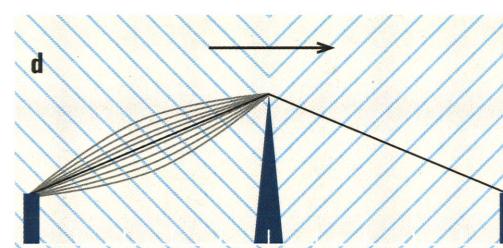
Die eine Grundschwingungsform:  
b symmetrisch zum Auflagepunkt.



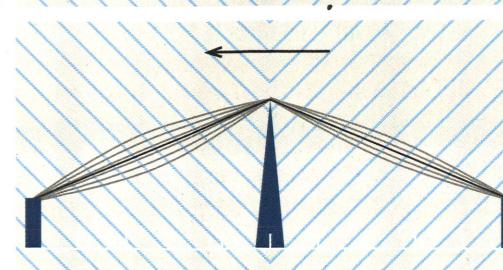
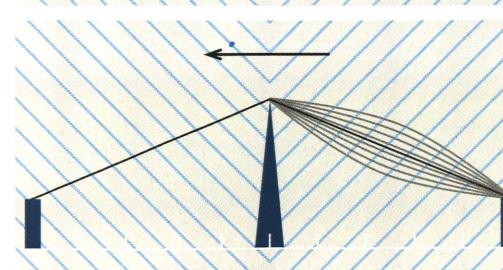
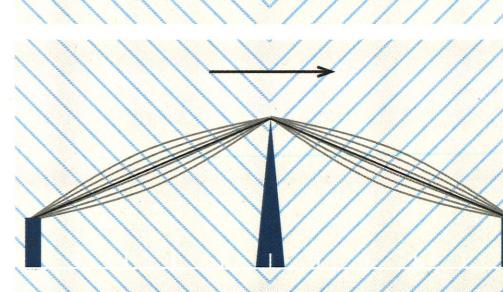
Die andere Grundschwingungsform:  
c antisymmetrisch zum Auflagepunkt.



Die Frequenz der beiden Schwingungsformen b und c ist um ein Geringes verschieden.



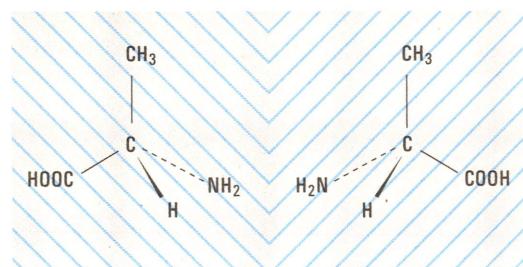
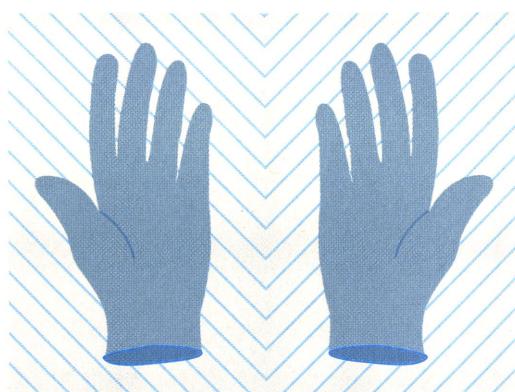
Anzupfen nur einer Hälfte der Saite:  
d Diese Anregung wandert periodisch zwischen beiden Hälften hin und her mit einer Frequenz, die der Differenz der beiden Grundschwingungsfrequenzen gleicht.



**5 Händigkeit (»Chiralität«).** Ein linker Handschuh paßt nicht auf eine rechte Hand, es sei denn, er ist aus so weichem Material, daß man ihn umstülpen kann. Das Umstülpen entspricht dem Übergang von der Links-Form zur Rechts-Form des klassischen  $\text{NH}_3$ -Molekülmodells (► 3). In klassischer Beschreibung findet dieser Übergang hin und zurück pro Sekunde 31 Milliarden mal statt; im zeitlichen Mittel ist das Ammoniak-Molekül also weder »rechts« noch »links«.

Das Gehäuse einer »richtigen« Weinbergschnecke bildet eine Rechtsschraube und läßt sich nicht umstülpen in die »falsche« Form einer seltenen Mutante, der »falschen« Weinbergschnecke. (► Blick in die Wissenschaft 1, Henri Brunner, Rechts oder Links – das ist hier die Frage).

Im Eiweiß aller Lebewesen tritt die Aminosäure Alanin auf, und zwar nur in der Links-Form. Links-Alanin geht offenbar auch in beliebig langer Zeit nicht spontan in Rechts-Alanin über und wieder zurück.



der Rechts-Form, sondern in einer symmetrischen oder antisymmetrischen Überlagerung der beiden. Könnte man das Molekül aber etwa in der Links-Form präparieren, so würde es periodisch zwischen der Links- und der Rechts-Form hin- und herschwingen. Die Frequenz dieser Pendelschwingung für  $\text{NH}_3$  beträgt 31 GHz, d.h. 31 Milliarden pro Sekunde; es handelt sich um die Frequenz des 1958 entwickelten Ammoniak-Maser, des Vorläufers aller Laser und Atomuhren. Das Funktionieren dieser genialen Erfindung beruht ganz und gar auf der Tatsache, daß  $\text{NH}_3$  sich eben als Quantenobjekt erweist.

Ausgedrückt im klassischen Bild des Teilchens, das gemäß 3 in einer Doppelmulde liegt, wird die periodische Bewegung zwischen Links und Rechts als quantenmechanischer »Tunneleffekt« bezeichnet; ein Quantenobjekt muß eben nicht »über den Berg« gehoben werden, sondern kann vermöge seiner Wellenhaftigkeit unter ihm »hindurchtunneln«. Dieses Tunneln ist ein intrinsischer Quanteneffekt, den man am besten im Bild 4 der schwingenden Saite versteht: er geht auch bei Temperatur null und in einem vollkommen vom Rest der Welt isolierten System vor sich. Die Periode des Tunnelns ist damit temperatur-unabhängig, hängt aber gemäß der

Schrödinger-Gleichung exponentiell vom Produkt von Höhe und Breite des Berges ab.

Ein gänzlich anderer Vorgang kann bei jenen wirklich händigen Verbindungen, die – aus welchen Gründen auch immer – stabil chiral sind und nicht periodisch zwischen Links- und Rechts-Form hin- und herschwingen, zu einer »Inversion« führen, die eine allmäßliche irreversible Umwandlung einer anfangs homochiralen Substanz (z.B. nur aus Links-Aminosäure-Molekülen bestehend) in ein »Razemat«, d.h. in eine 50/50-Mischung aus Links- und Rechts-Molekülen führt. Dies ist ein statistisch-thermischer Vorgang, bei dem das System ganz anschaulich-klassisch durch Stöße, die es von einer thermisch-bewegten Umgebung erfährt, »über den Berg« gehoben wird; die Wahrscheinlichkeit dafür hängt über einen Boltzmann-Faktor von der Temperatur und allein von der Aktivierungsenergie, also der Höhe, nicht aber der Breite des Berges ab. Die in der chemischen Literatur angegebenen Werte für die Aktivierungsenergien der Razemisierung beziehen sich auf diesen Vorgang und haben nichts mit der Tunnelwahrscheinlichkeit zu tun.

Soll es uns verwundern, daß ein Mikroobjekt wie  $\text{NH}_3$ , kaum größer als ein einzelnes Atom, sich als Quantenobjekt verhält, so daß etwa bei Vorliegen der **objektiven** Eigenschaft »Stabilität« (d.h. bei fester Energie) der Eigenschaft »Lage« (und damit »Händigkeit«) kein definierter Wert zukommt?

Das **Paradox**, auf das Friedrich Hund 1927 aufmerksam machte, liegt darin, daß jenseits des Kleimoleküls  $\text{NH}_3$  sehr wohl eine unglaubliche Vielzahl von chiralen Molekülen existiert, etwa alle Zucker oder Aminosäuren, die je in einer zeitlich stabilen linkshändigen und rechtshändigen Form, z.B. Dextrose und Lävulose, vorkommen (vgl. den Artikel von Henri Brunner in Heft 1 dieser Zeitschrift).

Das Wort Paradox ist hier genau in dem Sinne gebraucht, wie es auch für die ältesten überlieferten Paradoxa, die des Zeno, angemessen ist: Eine allgemein anerkannte Beobachtung (»der Pfeil erreicht sein Ziel« oder »es gibt Rechts- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ -Moleküle, genannt Dextrose«) und eine allgemein überzeugende logische Argumentation oder Theorie (»das, was zum Ziel geht, muß erst durch die Mitten, also gibt es eine nicht endende Folge von Mitten, die immer noch vor dem Ziel liegen, oder: »Mikroobjekte verhalten sich quantenmechanisch«, also kann  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  keine definierte Händigkeit aufweisen) stehen im Widerspruch.

Im Falle des Zeno mußten über zweitausend Jahre vergehen, ehe eine angemessene, mathematische Theorie überzeugend zeigen konnte, daß eine nicht endende Folge sehr wohl einen endlichen Grenzwert haben kann, der Pfeil des Zeno also nach dem Durchlaufen unendlich vieler Mitten nach endlicher Zeit das Ziel erreicht. Hunds Paradox freilich ist, nach allerdings erst siebzig Jahren, noch immer nicht überzeugend aufgelöst.

Einfache tatsächlich chirale Moleküle, etwa die Aminosäure Alanin 5, sind nur wenig größer und komplizierter als Ammoniak. So besteht

Alanin aus 13 atomaren Bausteinen gegenüber den 4 des  $\text{NH}_3$ ; vor allem aber lassen sich für Alanin dieselben geometrisch-quantenmechanischen Argumente anführen wie für Ammoniak: Die zueinander spiegelbildlichen Links- und Rechts-Formen lassen sich *klassisch* wie in Abbildung 3 durch eine Doppelmulde darstellen. Quantenmechanisch sollte also auch Alanin gemäß dem Bild der unterteilten Saite stabil nur in den nicht-chiralen, symmetrischen oder antisymmetrischen Zuständen gemäß 4 b und 4 c vorliegen. Doch dies ist nicht der Fall: hinsichtlich Händigkeit verhält sich Alanin (und, wie schon erwähnt, unzählige andere, kompliziertere Verbindungen) eindeutig als *klassisches* Objekt: es kommt nur entweder als Links-Form oder als Rechts-Form vor. Nicht nur das: In der organischen Natur, wie wir sie auf der Erde vorfinden, gibt es eine überraschende Einheitlichkeit der Händigkeit. »Von den beiden spiegelbildlichen Formen tritt im Eiweiß ausschließlich das Links-Alanin auf. (...) Diese Einheitlichkeit ist typisch für alle am Stoffwechsel beteiligten chemischen Verbindungen« (Brunner).

Das Paradox besteht also in dem Widerspruch der empirischen Evidenz von Chiralität und der anzunehmenden Gültigkeit der Quantentheorie, die, zumindest ohne zusätzliche Annahmen und Hilfshypothesen etc., Chiralität ausschließt.

### Konfliktvermeidung oder Konfliktlösung?

Eine einfache Auflösung dieses Widerspruchs hat Friedrich Hund schon 1927 selbst vorgeschlagen: Auch für die Stoffe mit beobachteter Chiralität gilt die Quantentheorie, d.h. die chiralen Zustände sind instabil, doch ist die Periode des Tunnelns, der Umwandlung zwischen der Links- und der Rechts-Form, bei diesen Verbindungen eben äußerst lang; sie beträgt Tausende oder Millionen von Jahren, ist also in praxi unbeobachtbar.

Diese nicht unplausible Hypothese wurde anscheinend für etwa fünfzig Jahre allgemein akzeptiert, obwohl der Sprung in der Dauer der Umwandlungsschwingung um zwanzig Größenordnungen vom  $\text{NH}_3$  mit  $10^{-11}$  Sekunden zu den chiralen Stoffen mit größer als  $10^{+8}$  Sekunden befreudlich wirken muß. Zwar gibt es hinsichtlich der oben beschriebenen Razemisierung eine fast lückenlose Reihe von Verbindungen mit immer langsamerer Einstellung des 50/50-Gleichgewichts von Links- und Rechts-Form, doch in bezug auf das **periodische** Tunneln gilt das nicht. Warum kennen wir keine Verbindung, bei der die Tunnelperiode etwa eine Sekunde oder ein Jahr beträgt?

Anscheinend erwachte das Interesse der Physiker an dieser Frage erst wieder in den siebziger Jahren, angestoßen durch Entwicklungen in mehreren ganz unterschiedlichen Gebieten:

■ Die chemische Industrie interessierte sich für Verfahren, um homochirale Substanzen aus anorganischen oder jedenfalls nicht-chiralen Ausgangsstoffen zu synthetisieren, etwa Nahrungs- und Futtermittelzusätze, Arzneimittel, Pflanzenschutzmittel, Duftstoffe (Brunner).

■ Mit den Fortschritten der Molekularbiologie wurde die Frage nach der molekularen Vorstufe und Frühstufe des organischen Lebens (»proto-biologische Verbindungen«) aktuell und damit auch die Frage, wie die beobachtete Rechts-Links-Asymmetrie der molekularen Lebensbausteine zu erklären sei.

■ Schließlich schärften die Contergan-Katastrophe und ihre Aufklärung den Blick für die – in diesem Fall drastisch – unterschiedliche pharmakologische Wirkung der Links- und der Rechts-Form einer Verbindung.

Heute kennt man die biochemische Ursache dieses Unfalls mit dem als Schlafmittel unter dem Namen Contergan® vermarktetem Wirkstoff Thalidomid, durch den um das Jahr 1960 weltweit Tausende von Kindern mit schweren Mißbildungen geboren wurden. Während die Rechts-Form anscheinend weitgehend nebenwirkungsfrei ist, wirkt Links-Thalidomid teratogen. Diese Form des Moleküls paßt wie ein (falscher) Schlüssel dorthin, wo beim Aufbau des Gewebes das Enzym Collagen-Polymerase eingreifen muß, welches in der frühen Phase der fötalen Entwicklung an der Bildung von Knorpelgewebe beteiligt ist. Hatten die Mütter regelmäßig das Schlafmittel eingenommen, so konnte das Enzym im Gewebe des Fötus nicht wirksam werden, da seine Bindungsstellen durch angelagertes Links-Thalidomid blockiert waren; verstümmelt entwickelte Gliedmaßen waren die Folge.

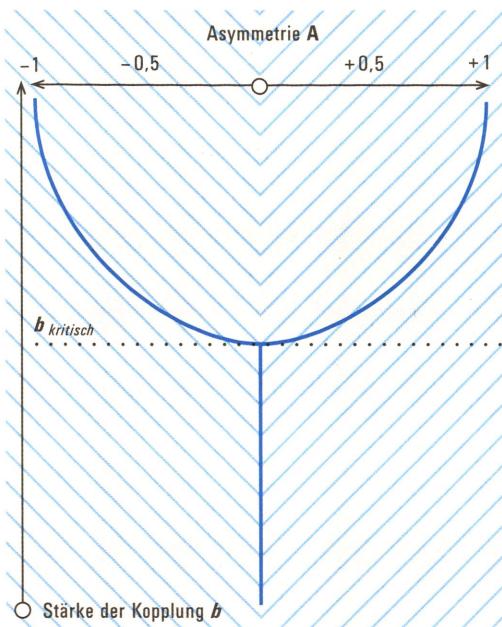
Der Zürcher Chemiker Hans Primas stellte schließlich um 1980 die entscheidende Frage: Wenn Hunds Hypothese zutrifft, die chiralen Formen also tatsächlich instabil, aber von astronomischer Lebensdauer sind, müßten dann nicht trotzdem die stabilen, nicht-chiralen Formen herstellbar sein, also etwa ein Traubenzucker, der genau wie Ammoniak im Grundzustand eine symmetrische Verteilung auf die beiden *klassisch* möglichen Lagen zeigt, also den »Weder-Links-noch-Rechts-Zustand«? Diesen stabilen quantenmechanischen Grundzustand hat man jedoch bei keiner chiralen Substanz je gefunden; der Konflikt wird durch Hunds Vorschlag nicht gelöst. Es muß vielmehr, so die Überzeugung vieler Theoretiker, zur quantenmechanischen Beschreibung »etwas« hinzukommen, das die Brechung der von der Quantentheorie vorgeschriebenen Spiegelsymmetrie bewirkt.

Die schon von Friedrich Hund vorgeschlagene Größe der Periodendauer allein genügt nicht, um das stabil-*klassische* Verhalten zu erzwingen und die Frage von Primas zu beantworten: »Warum kann man 1 kg Dextrose im Laden kaufen, aber nicht 1 kg »Weder Links-noch-Rechts-Traubenzucker«, obwohl dies doch der zeitlich stabile Grundzustand dieser Verbindung ist?«

### »Offene Quantensysteme« – eine Lösung?

Man erinnere sich an Plancks Quantenhypothese: Energie wird zwischen atomaren Objekten und ihrer Umgebung in »Energie-Paketen«, in Quanten der Größe  $h \cdot f$  ausgetauscht. Wenn die charakteristische Frequenz  $f$  für ein Quantenobjekt sehr

6 Asymmetrie eines Moleküls als Funktion der Kopplungsstärke  $b$ .



klein ist, dann auch das zugehörige Quant. Ein solches Objekt sollte also schon durch eine äußerst schwache Wechselwirkung mit dem Rest der Welt, bei der nur extrem kleine Mengen an Energie ausgetauscht werden können, in seinem Verhalten stark zu beeinflussen sein.

Dies ist die Hypothese der »Offenen Quantensysteme«: Bei einem Objekt mit einer sehr kleinen charakteristischen Frequenz darf die Wechselwirkung mit allem anderen, was im Universum vorhanden ist, trotz ihrer nachweisbar extrem geringen Stärke nicht vernachlässigt werden.

Als Programm scheint dies nicht unvernünftig; der Durchführung aber stehen erhebliche Schwierigkeiten entgegen:

■ Zum einen müssen »der Rest der Welt« und die Art seiner Wechselwirkung mit unserem *Quantenobjekt*, also dem Molekül, erst spezifiziert werden; hier bestehen viele, ja eher zu viele Möglichkeiten. Insbesondere die Schwerkraft, die für große Objekte sicher eine entscheidende Rolle spielt, ist bis heute einer konsistenten *quantentheoretischen* Beschreibung nicht zugänglich.

■ Weiter muß man entscheiden: Beschreibt man den Rest der Welt wieder als – möglicherweise unendlich viele – *Quantensysteme*, wie wir es oben gefordert haben (vgl. die zitierten Sätze von Mittelstaedt), dann ist der Übergang zum *klassischen* Bild noch immer nicht vollständig klar; ist der Rest der Welt aber *klassisch* zu beschreiben, dann ist die Kopplung an ein *Quantenobjekt* nur ad hoc, d. h. ohne konsistente theoretische Begründung formulierbar.

■ In jedem Fall erhält man eine Theorie, die um ein Vielfaches schwieriger ist als die gewöhnliche *Quantenmechanik* – es existiert keine geschlossene mathematische Theorie für diese Art wechselwirkender Systeme.

Ivo Bialynicki-Birula, ein führender polnischer Theoretiker, hat vor einigen Jahren einen Vorschlag gemacht, der diese Schwierigkeiten zumindest abmildert: Die Rückwirkung der durch das betrachtete Objekt beeinflußten Welt auf dieses

Objekt wird durch eine ad hoc eingeführte Erweiterung der Wellengleichung der *Quantenmechanik* um einen sogenannten nicht-linearen Term beschrieben. Einsichtige Forderungen, etwa Widerspruchsfreiheit und Einhaltung der Kausalität, legen bemerkenswerterweise die Form dieser Erweiterung eindeutig fest, die dann nur noch einen freien Parameter, die Kopplungsstärke  $b$ , enthält. Beliebig viele nach Form und Stärke nicht genau bekannte Wechselwirkungen werden so in einer einzigen, freilich unbekannten Konstante zusammengefaßt.

Unsere Arbeitsgruppe hat dieses Modell kürzlich auf das Chiralitätsproblem angewendet und nachgewiesen, daß Wechselwirkung tatsächlich zu einer spontanen Brechung der *quantenmechanischen* Symmetrie führen kann.

Bild 6 zeigt als Resultat der Beschreibung des Moleküls mit der erweiterten Wellengleichung die Rechts-Links-Asymmetrie des Modellmoleküls, die ein Maß für die Ausgeprägtheit von Chiralität darstellt, in Abhängigkeit von der Kopplungsstärke. Wir finden einen »Phasenübergang zweiter Ordnung« von *quantisch* zu *klassisch*, von nicht-chiral zu chiral. Unterhalb einer Schwelle der Kopplungsstärke ist die Asymmetrie exakt null; es existiert eine symmetrische und eine antisymmetrische Lösung entsprechend 4 b und 4 c, deren Energie etwas verschieden ist, wie zur Beschreibung des  $\text{NH}_3$ -Moleküls erforderlich. An der Schwelle tritt eine Verzweigung auf, die der Links-Form und der Rechts-Form entspricht, der Betrag der Asymmetrie steigt zunächst unendlich steil an, um dann rasch in die Sättigung, d. h. maximale Asymmetrie  $\pm 1$  überzugehen: Reine Links-Form oder reine Rechts-Form koexistieren in diesem Bereich als getrennte, energetisch exakt gleichwertige Lösungen der Wellengleichung.

Ein sehr viel komplexeres Modell, das Peter Pfeifer aus der Gruppe von Primas schon 1980 vorschlug, kommt, nach plausiblen mathematischen Vereinfachungen, zu demselben Ergebnis: als Abhängigkeit von der Kopplungsstärke des Moleküls an das quantisierte elektromagnetische Feld ergab sich auch hier der soeben skizzierte Phasenübergang zweiter Ordnung.

Befriedigend ist Pfeifers Modell vor allem deshalb, weil hier die Wirkung des Moleküls auf den Rest der Welt tatsächlich berechenbar ist: es tritt eine »Polarisation des elektromagnetischen Vakuums« ein. Solche spontanen globalen Symmetriebrechungen sind in ganz anderem Zusammenhang, vor allem in der Theorie der Elementarteilchen, wohlbekannt. Bei der Anwendung auf das Chiralitätsproblem bleiben freilich einige Fragen bisher offen: die Stabilität des Phasenübergangs gegenüber Störungen, z. B. durch thermische Effekte, und die spekulative Frage, ob die Vakuum-Polarisation etwa gar eine Fernwirkung vermittelt.

Eine andere Hypothese versucht, Chiralität auf molekularer Ebene mit der kosmischen Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie in Beziehung zu setzen. In der Tat gibt es Elementarteilchen, die eine intrinsische Chiralität zeigen und nur in **einer** Händigkeit auftreten; so ist das

Neutrino nur rechts, das Antineutrino nur links. Vermittler zur Ebene der Moleküle ist hier die sogenannte elektroschwache Wechselwirkung, die eine Kopplung über erst vor kurzem nachgewiesene schwere Elementarteilchen, z.B. das  $Z_0$ -Boson enthält, eine Kopplung, die ebenfalls intrinsisch chiral (»paritätsverletzend«) ist.

In dieser Theorie findet der Übergang von nicht-chiral zu chiral, von *quantisch* zu *klassisch* (etwa in Abhängigkeit von Molekülparametern wie Größe der Tunnelbarriere) allerdings nicht sprunghaft in einem Phasenübergang, sondern stetig statt. Hier könnte ein Molekül »ein ganz kleines bißchen chiral« sein, selbst unser strikt *quantenmechanisches* Standard-Gegenbeispiel  $N^1H^2H^3H$ , das isotopensubstituierte Ammoniakmolekül. Kein experimenteller Befund scheint dies allerdings zu bestätigen.

Um die drei vorgestellten und etliche andere Hypothesen zu testen, untersuchen wir zur Zeit eine Reihe weiterer, eventuell experimentell überprüfbarer Vorhersagen, die eine Entscheidung zulassen könnten.

Das Hundsche Paradox hat so, siebzig Jahre nach seiner Formulierung, seinen Stachel noch nicht verloren: Die Verbindung und der Übergang vom Bereich der »nicht-objektiven« *Quanten*-objekte zu dem der »objektiven« Alltagserfahrung der *klassischen* Welt bleibt ein dunkles Kapitel in den Büchern der Physik. Molekulare Händigkeit ist ja nicht der einzige Konfliktpunkt. Ebenso problematisch ist bis heute die Theorie der *quantenmechanischen* Messung, wo nach Definition eine Wechselwirkung zwischen dem zu vermessenden *Quanten*-objekt und dem (*klassischen*) Zeiger eines Meßgeräts zustande kommt. Die Literatur zu dieser Frage füllt Bücherregale, ohne daß eine allgemein akzeptierte, widerspruchsfreie Lösung bis heute zustande gekommen wäre.

Ebenso beunruhigend ist ein weiterer Konflikt von »*quantisch*« und »*klassisch*« und zwar die Existenz von irregulären, heute gern »chaotisch« genannten Lösungen *klassischer* Bewegungsgleichungen. Erst in den letzten Jahren ist deutlich geworden, daß dieses chaotische Verhalten die lange gesuchte mechanische Begründung für den II. Hauptsatz der Thermodynamik liefern kann, für Irreversibilität und die zeitliche Zunahme der Entropie. Systeme, die der reinen *Quantenmechanik* gehorchen, zeigen nichts von solch irregulärem

Verhalten; sie sind hoffnungslos regulär und verwehren, noch mehr als *klassische* Systeme, eine mechanische Erklärung der Irreversibilität. Es ist fraglich, ob eine Kopplung »an den Rest der Welt«, also eine Theorie offener *Quantensysteme*, hier Abhilfe schaffen kann.

Mit solchen Fragen nimmt man allerdings einen ungewohnten Standpunkt ein: Gegeben ist die *Quantentheorie* mit ihrer »Nicht-Objektivität«, zu erklären ist, wie es dennoch zu *klassischen*, »objektiven« Eigenschaften kommen kann.

### Traum eines Theoretischen Physikers:

#### Achtung! Sie verlassen jetzt den *Quanten*-Sektor

Im Traum näherte ich mich wieder einmal dieser unheimlichen Grenze zwischen den Welten, der *quantischen* und der *klassischen*; doch diesmal bin ich auf meiner, auf unserer Seite der Schranke. Wieder der Schlagbaum, an dem eine Tafel mich warnt: Achtung, Sie verlassen jetzt den *Quanten*-Sektor.

Diesseits die vertraute *quantische* Welt: Wellenfunktionen, Meßoperatoren und ihre Spektraldarstellung, Symmetrien und die zugehörigen Algebren. Alles was der Fall ist, bildet ein Netz von Beziehungen, die Betrachter und Betrachtetes verknüpfen; kein Platz für nackte Objekte, für das ominöse Ding-an-sich und ähnlichen metaphysischen Unsinn, wie er auf der anderen Seite gebräuchlich ist. Dumme Fragen können durch Verweis auf die Unschärfe-Beziehung ausgeschlossen werden.

Jenseits der Grenze aber die Illusion von Objekten und ihren Eigenschaften: Moleküle und Atome, ebenso durch scharfe Konturen voneinander abgegrenzt wie Bäume, Straßen, Pflastersteine, das dubiose Konstrukt einer Welt-an-sich, wo Moleküle eine Gestalt haben wie Äpfel und Birnen und wo der Mond auch da ist, wenn niemand hinschaut.

Wird es je gelingen, die merkwürdige Weltanschauung zu verstehen, in der die Bewohner der Länder jenseits der Grenze aufgewachsen sind und mit der sie sich offenbar ganz behaglich eingerichtet haben, so daß sie die Bodenlosigkeit ihrer Existenz nicht bemerken und sogar »links« und »rechts« einfach für gegeben halten?

Prof. Dr. rer. nat.

**Gustav Obermair**

geb. 1934 in München.

Studium von Physik und

Soziologie, 1963 Promotion

in München. Post-doc in Oregon,

1968–1970 assistant und

associate professor

an der University of Pittsburgh.

Seit 1970 Lehrstuhl für Physik

an der Universität Regensburg.

Forschungsgebiete:

Festkörpertheorie, Theorie

der Phasenübergänge,

nichtlineare Dynamik,

Grundlagen der Quantentheorie.

# Diatomeen - Architekten des Mikrokosmos

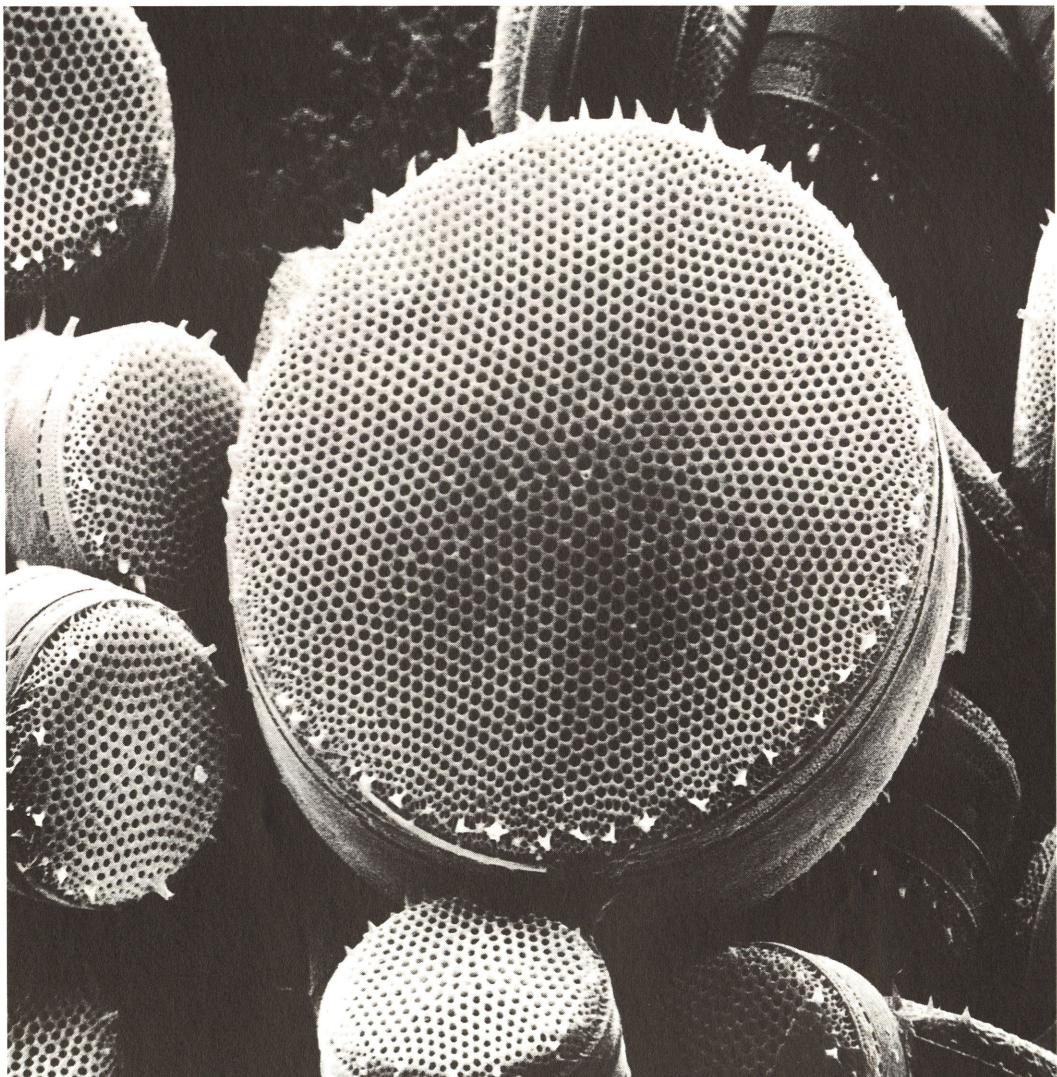
## Kieselalgen bilden artspezifische Strukturen aus anorganischem Material

### Blickpunkt

»Wie entstehen die artspezifischen Körperformen der Lebewesen?« Zur Aufklärung solch komplexer Vorgänge bedient man sich in den Biowissenschaften häufig einzelliger Lebewesen als einfacher Modellsysteme. Die faszinierenden Zellwandstrukturen der Kieselalgen (Diatomeen) dienen seit jeher als Paradiagramm für die Formenvielfalt in der Natur. Zusätzlichen Reiz erhält das Rätsel um die Formentstehung bei den Diatomeen durch die Tatsache, daß die Diatomeenzelle beim Aufbau ihrer Zellwand in den Entstehungsprozeß eines Minerals (Siliziumdioxid) eingreift und somit die Grenze zwischen der »organischen Welt« der Lebewesen und der »anorganischen Welt« der Minerale aufhebt.

1 Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (Vergrößerung 1600fach) der Zellwände unterschiedlich großer Individuen der Diatomeenart *Thalassiosira eccentrica*. Das Gerüst der Zellwand besteht aus hydratisiertem Siliziumdioxid. Gut zu erkennen ist die regelmäßige Porenstruktur auf den Grundflächen. Die Seitenflächen werden von breiten Bändern gebildet, die einander überlappen und keine Ornamentierungen aufweisen.

Mit der Erfindung des Lichtmikroskops in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts gewannen die Naturforscher Erkenntnisse über die Mikrostruktur der Lebewesen. Schon sehr früh beeindruckte sie die Formenvielfalt der Diatomeen, die mit über zehntausend verschiedenen Spezies die artenreichste Klasse unter den Algen darstellen. Jedes Individuum besteht nur aus einer einzigen Zelle, die von einer starren Zellwand umhüllt ist. Im Unterschied zur rein organischen Zellwand der meisten Algen besteht das Grundgerüst der Diatomeenzellwand aus anorganischem Material, nämlich aus hydratisiertem Siliziumdioxid. Die Anordnung der nur Bruchteile eines Mikrometers ( $<0,001$  mm) großen Zellwandstrukturen einer Diatomeenzelle aufzulösen, war früher das wesentliche Kriterium



für die Leistungsfähigkeit eines Lichtmikroskops. Mikroskopische Untersuchungen führten zu einer erstaunlichen Entdeckung: Bei jeder Zellteilung wird die Struktur der Diatomeenzellwand in allen Einzelheiten identisch reproduziert! Folglich muß jede Diatomeenart über ein genetisch fixiertes Programm verfügen, das die Ausprägung der artspezifischen Zellwandstruktur gewährleistet.

Diese Entdeckung war deshalb so erstaunlich, weil es sich bei dem Material der Diatomeenzellwand um ein Mineral, also einen anorganischen Stoff handelt.

*Wie ist es möglich, daß dieses Mineral in den Zellwänden der verschiedenen Diatomeenarten über zehntausend unterschiedliche Strukturen annimmt?*

Die Zellwand einer Diatomeenzelle ist ähnlich einer Hutschachtel aufgebaut. Sie besteht aus zwei Halbschalen, wobei die obere Schale die untere Schale überlappt. Bei der Zellvermehrung teilt sich die Zelle in zwei Tochterzellen, die zunächst von der Zellwand der Vorläuferzelle umschlossen bleiben. Kurz nach der Teilung entsteht innerhalb jeder Tochterzelle ein kleines membranumhülltes Kompartiment (Vesikel), das man als SDV (*silica deposition vesicle*; silica = hydratisiertes Siliziumdioxid) bezeichnet. Dieses SDV ist die intrazelluläre »Fabrik« für die Produktion einer neuen Halbschale. Man nimmt an, daß die SDV-Membran Transportproteine enthält, die anorganische Silikationen in den Innenraum (Lumen) des SDV pumpen. Die löslichen Silikationen reagieren miteinander und bilden dadurch das unlösliche, hydratisierte Siliziumdioxid, das im SDV-Lumen ausfällt. Gleichzeitig vergrößert sich dieses Vesikel, bis es letztlich die Ausmaße einer Halbschale erreicht hat. Nun verlagert jede Tochterzelle die neu synthetisierte Halbschale aus dem Inneren der Zelle nach außen. Aus einer Diatomeenzelle sind somit zwei Tochterzellen entstanden, deren Zellwände jeweils aus einer Halbschale der Vorläuferzelle und einer neu synthetisierten Halbschale bestehen.

Aus elektronenmikroskopischen Untersuchungen geht hervor, daß das SDV gewissermaßen eine Gußform darstellt, deren Hohlräume vom Siliziumdioxid vollständig ausgefüllt werden. Letztlich spiegelt sich somit in der artspezifischen Struktur des Siliziumdioxids in der Diatomeenzellwand die SDV-Struktur der jeweiligen Diatomeenart wider. Um die Morphogenese (Formenentstehung) der Diatomeenzellwand verstehen zu können, muß also aufgeklärt werden, welche Faktoren Gestalt und Eigenschaften des SDV determinieren. Für die Ausprägung der Zellwandfeinstruktur, wie z. B. die regelmäßigen Poren muster (Porendurchmesser  $<0,1$  Mikrometer), macht man diejenigen organischen Moleküle verantwortlich, aus denen das SDV aufgebaut ist. Diese »morphogenetischen« SDV-Moleküle aufzufinden, ist gegenwärtig ein Ziel der Forschung auf dem Gebiet der Biomineralsierung.

*Welche Vorstellungen existieren bezüglich der chemischen Natur der organischen SDV-Moleküle?* Das SDV könnte über spezielle Strukturproteine verfügen, die sich im Innenraum des SDV zu

einer regelmäßigen, supramolekularen Struktur zusammenlagern. Diese Struktur würde sich dann dem im SDV-Lumen gebildeten Siliziumdioxid einprägen. Die Feinstruktur der Diatomeenzellwand wäre folglich ein Negativabdruck der Struktur dieses Proteinnetzwerks.

Bisher ist es noch nicht gelungen, das SDV zu isolieren und seine molekularen Bestandteile zu charakterisieren. Allerdings könnte dies über einen Umweg gelingen. Man nimmt nämlich an, daß zumindest einige der SDV-Moleküle an das Siliziumdioxid gebunden bleiben, wenn im Verlauf der Zellwandbildung die neu synthetisierte Halbschale aus dem Inneren der Diatomeenzelle nach außen verlagert wird. Im Unterschied zum SDV kann aber die Zellwand relativ einfach isoliert werden. Über die Charakterisierung der organischen Komponenten der Diatomeenzellwand wäre es möglich, Erkenntnisse über den molekularen Aufbau des SDV zu erhalten.

Mittels biochemischer Methoden wurde bereits nachgewiesen, daß die Diatomeenzellwand tatsächlich eine Vielzahl von Proteinen enthält. Diese Zellwandproteine unterscheiden sich in ihrem molekularen Aufbau von allen bisher bekannten Proteinen. Um zu prüfen, ob Zellwandproteine aus dem SDV stammen und welche Funktionen sie bei der Zellwandbiogenese besitzen, müssen in Zukunft mikroskopische und biochemische Analyseverfahren miteinander verknüpft werden. Mittels gentechnischer Methoden wird man zukünftig versuchen, das natürliche genetische Repertoire einer Diatomeenart gezielt zu verändern, indem entweder die genetische Information für die Synthese eines Zellwandproteins zerstört oder das Gen eines Zellwandproteins zu einer anderen Diatomeenart hinzugefügt wird. In beiden Fällen wäre das Auftreten von morphologischen Veränderungen in der Zellwand ein Beweis für die Beteiligung dieses Proteins an der Zellwandmorphogenese.

Die Aufklärung der natürlichen Mechanismen der Formenstehung ist nicht nur von akademischem Interesse. Schon lange blicken Materialwissenschaftler neidvoll auf die Gestaltungskraft von Schnecken, Muscheln und Diatomeen. Die Schalen der Schnecken und Muscheln bestehen aus Calciumcarbonat-Kristallen, in deren Zwischenräumen Proteine eingelagert sind. Dadurch entsteht ein Verbundmaterial (Perlmutter), dessen Bruchfestigkeit bei gleichzeitig extremer Dehnbarkeit rein anorganische Calciumcarbonat-Minerale bei weitem übertrifft. Diese Materialeigenschaften werden zum einen durch die beteiligten Komponenten, zum anderen durch die ausgebildete Mikrostruktur erzielt. Ebenso wie bei den Diatomeenzellwänden vermutet man auch bei den Schnecken- und Muschelschalen, daß die mit dem Mineral assoziierten Proteine dessen Mikrostruktur bestimmen. In den Materialwissenschaften versucht man daher, sich die Fähigkeiten derartiger Proteine zunutze zu machen, um Materialien mit neuen, für Anwendungen interessanten Eigenschaften zu synthetisieren.

Prof. Dr. rer. nat.

**Manfred Sumper**

geb. 1942 in München.

1962–1967 Studium der Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

1967–1969 Promotion am Max-Planck-Institut für Zellchemie in München.

1972–1975 Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie Göttingen, 1975–1978 Universität Würzburg.

1975 Habilitation für Biochemie an der Universität Würzburg.

Seit 1978 Lehrstuhl für Biochemie an der Universität Regensburg.

**Forschungsgebiete:**  
Entwicklungsbiologie (*Volvox*), Biogenese der Diatomeenzellwand, prokaryontische Glykoproteine.

Dr. rer. nat.

**Nils Kröger**

geb. 1967 in Marburg/Lahn.

1986–1991 Studium der Chemie an den Universitäten Marburg und Regensburg.

1995 Promotion in Biochemie.

Seit 1996 Wiss. Assistent am Lehrstuhl Biochemie I der Universität Regensburg.

**Forschungsgebiete:**

Biogenese der Diatomeenzellwand.

# Recht sprechen in Deutschland

## Zum Richterstandort Deutschland

### Festvortrag

**Deutschland ist das Land der Richter und der Gerichte. Der wissenschaftlich-fachlich qualifizierte Richter mit lebenslanger Professionalität ist die sachgerechte Antwort auf das rationale, gut systemisierte, hochdifferenzierte Recht der Bundesrepublik Deutschland mit seinem ständigen Modernisierungs- und Fortentwicklungsbedarf. Er ist auch eine gute Antwort auf die Gefährdung des Rechtswesens durch die Mediengesellschaft. Die Qualität der Institution »Rechtspflege« gilt es auf dem Weg in die Zukunft zu bewahren.**

#### Rechtspflege in der Krise

Deutschland hat seine Krisen. Wer keine hat, nimmt sich eine. Die Rechtspflege darf hier nicht fehlen: Am »Abgrund« sehen einige die Justiz (Süddeutsche Zeitung). »Rechtlos« wähnt der »Spiegel« die Bürger »im Rechtsstaat«. Noch bitterer der Vorwurf: Die deutsche Justiz arbeite wie die Justiz der k. u. k. Monarchie (Frankfurter Rundschau). Diese Schlagzeichen überraschen: Zwischen 21 000 und 22 000 Richter sorgen in 1111 Gerichten in Deutschland für Gerechtigkeit. Dies ist nicht irgendeine Zahl. Niemand in der Welt übertrifft Deutschland angeblich an Richterdichte: 26 Richter pro 100 000 Einwohner hier; zehn sind es in Italien und Frankreich, die Vereinigten Staaten bringen es auf ganze fünf. Für Nachwuchs ist gesorgt: In Deutschland studieren fast so viele junge Leute Jura wie in den Vereinigten Staaten. Hunderte von Amts- und Landgerichten, ferner Fachgerichte für Arbeit, Soziales und Steuern, mit zwei- bis vierstufigen Rechtszügen, über allem die Obersten Gerichtshöfe des Bundes und zudem das Bundesverfassungsgericht, einem Gericht, dem weltweit einmalige Zuständigkeiten zur Sicherung der Geltung des Grundgesetzes eingeräumt sind – die Gerichtslandschaft Deutschland blüht. Montesquieu, der Theoretiker der Trennung von Legislative, Exekutive und Rechtsprechung, wäre vom Stand und Zustand der Dritten Gewalt – der Judikative – in Deutschland beeindruckt.

Unter den Staatsberufen ist der Richterberuf der Aufstiegsberuf des Nachkriegsdeutschland schlechthin. Alles stimmt: Ansehen, Anteil an der Staatsgewalt und Auskommen. Großzügig gestaltet das deutsche Recht seinen Status: Es sichert seine äußere Unabhängigkeit, und hofft, daß sein Charakter auch zu innerer Unabhängigkeit finde. Frei von Weisungen entscheidet der Richter und ohne Sorge vor nachteiliger Versetzung gegen

seinen Willen. Friedrich der Große schickte die Richter des Kammergerichts in die Festung, als diese sich weigerten, die an dem nach Auffassung des Königs ungerechten Urteil in Angelegenheiten des Müllers Arnold beteiligten Richter zu bestrafen. Heute schicken wir den Richter allenfalls in den krankheitsbegründeten vorzeitigen Ruhestand, wenn es ein richterrechtlich unlösbare Richterproblem gibt. Richterliche Unabhängigkeit bedeutet – um dies noch etwas anders zu formulieren –, daß der Richter entscheidet, wann er arbeitet, wie er arbeitet und wieviel er arbeitet. An der Treffsicherheit dieser Formulierung erkennen Sie unschwer: Sie stammt nicht von mir; sie stammt von unserem Bundespräsidenten. Insgesamt: Der Richterstandort Deutschland ist ein attraktiver Standort.

Gleichwohl: Über Probleme des Standorts wird zu Recht gesprochen. Zum einen: Die Gerichte in Deutschland sind überlastet. Justizselig ist unser Volk. Es klagt zu häufig, häufig rechtsschutzversicherungsgestützt, und es klagt immer häufiger, und wenn es klagt, klagt es häufig hartnäckig. Nur einige wenige Beispiele: Belieben sich noch die jährlichen Eingänge bei den bayerischen Verwaltungsgerichten 1946 bis 1970 auf etwa 1 400 pro Jahr, so ist der Eingang zwischen 1970 und 1995 auf 27 000 Streitsachen angestiegen. Etwa 300 000 Mietprozesse werden jährlich in Deutschland geführt. Die Zahl der Neuzugänge in Zivilsachen einschließlich der Familiensachen stieg von 1990 bis 1994 von 2,1 Millionen auf 2,4 Millionen an. Der Deutsche will wissen, was Rechtens ist, und dies gegebenenfalls bis zur Klärung in der dritten Instanz: ob der Leiter eines Rhetorikkurses an der Volkshochschule seine Hörer duzen darf, ob die Schultüte des Kindes sozialhilfesfähig ist oder ob – dies freilich wurde überraschend schon in der 2. Instanz entschieden – der Bürger in einer Demokratie an Amtsstuben noch anklopfen müsse, bevor er sie betritt. Spöttisch hat man in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung formuliert, wenn der kleine Deutsche schon durch Windeln mit Seitenauslaufschutz bei Stimmung gehalten werde, müsse so viel Fürsorge beim großen Deutschen im totalen Rechtsschutz enden.

Hartnäckig ist die Rechtsverfolgung nicht selten. Ein Fall aus eigener richterlicher Erfahrung: Vor 15 Jahren schließt ein Arbeitnehmer vor einem bayerischen Arbeitsgericht zur Beendigung des Rechtsstreits einen Vergleich. Seitdem und 15 Jahre lang will er von diesem Vergleich nichts mehr wissen und versucht, mit Hilfe des Bundes-

verfassungsgerichts den schon beendeten Prozeß wiederzubeleben. Zwischenstand November 1996: 39 Verfassungsbeschwerden in dieser Sache, juristisches Strandgut gewiß, aber als Prozeßausdauerleistung sicher kein Einzelfall. Viel Rechtsprechung gibt es in Deutschland. Auch die Entscheidungsbilanz des Bundesverfassungsgerichts von 1951 bis 1995 kann sich sehen lassen (allerdings auch kaum mehr lesen): 5 546 Senats- und 81 653 Kammerentscheidungen.

Die Lieferfristen für das Justizprodukt »Entscheidung der Rechtssache« sind zu lang. Spätes Recht ist aber meist schlechtes Recht. Auch hier eine Zahl: Bei den Verwaltungsgerichten des Landes Baden-Württemberg betrug 1995 der nicht erledigte »Überhang« von Streitfällen 30 640, davon 19 927 Asylverfahren. Ob eine solche Überlast bei den Gerichten selbst Leidensdruck auslöst, vermag ich freilich nicht zu beurteilen. Manche Institutionen leben in Deutschland mit Überlast besser als mit Unterlast, weil nur die Überlast vor Haushaltskürzungen schützt oder weil die überlebenswichtige Stimulierung von Nachfrage mehr persönlichen Aufwand und Anstrengung erfordern würde als die Schlechtbewältigung der Übernachfrage sie erfordert. Mit den Universitäten hat diese Feststellung natürlich nichts zu tun.

Die Justizhaushalte in Deutschland, obgleich eher ein bescheidener Teil der allgemeinen öffentlichen Haushalte, haben Atemnot. Dies hat Folgen; denn die Rechtspflege ist ein überwiegend staatlich finanziertes System. Die ordentliche Gerichtsbarkeit deckt zwar ihren Aufwand durch Einnahmen zu 51,5 %. Damit führt sie aber auch deutlich in der Eigenfinanzierung vor den anderen Gerichtsbarkeiten: Verwaltungsgerichtsbarkeit 13,5 %, Finanzgerichtsbarkeit 16,7 % und die Sozialgerichtsbarkeit gar nur 3,4 %. Der Staat, der den Teilrückzug aus seiner Rolle als Sozial- und Kulturstaat begonnen hat, setzt sich auch in der Rechtspflege unter Reformdruck und möglicherweise durch Justizabbau sogar ab. Andere Problemfelder kommen hinzu. Eines will ich umreißen: Die Verwaltungsgerichtsbarkeit gewährt in Deutschland Rechtsschutz gegen staatliche Maßnahmen. Ist der Staat im Unrecht, entscheidet der Richter gegen ihn; ob er aber im Unrecht ist, entscheidet sich rechtskräftig erst nach vielen Jahren. Bleiben wichtige Investitionsvorhaben dadurch lange in der Schwebe, verliert die Politik die Geduld. Der Vorwurf steht im Raum: Zu langer Rechtsschutz schadet dem Gemeinwohl. Wirtschaftsstandort Deutschland gegen Justizstandort Deutschland – so ließe sich das Problem hochpointieren. Die Politik steht unter Druck. Sie gibt ihn an die Verwaltungsgerichtsbarkeit weiter.

Vieles ist in Bewegung. Es lohnt sich, über Rechtspflegerfragen in Deutschland zu reden, und deshalb will ich es tun, zunächst über den Richter, dann über sein Recht, und dann – sehr knapp freilich – über die Zukunft der Rechtspflege.

### Wege zum und im Richterberuf

Dem Richter ist in Deutschland die rechtsprechende Gewalt anvertraut. So formuliert dies das Grundgesetz (Art. 92). Viele Grundentscheidungen unseres Rechtspflegesystems kommen in dieser

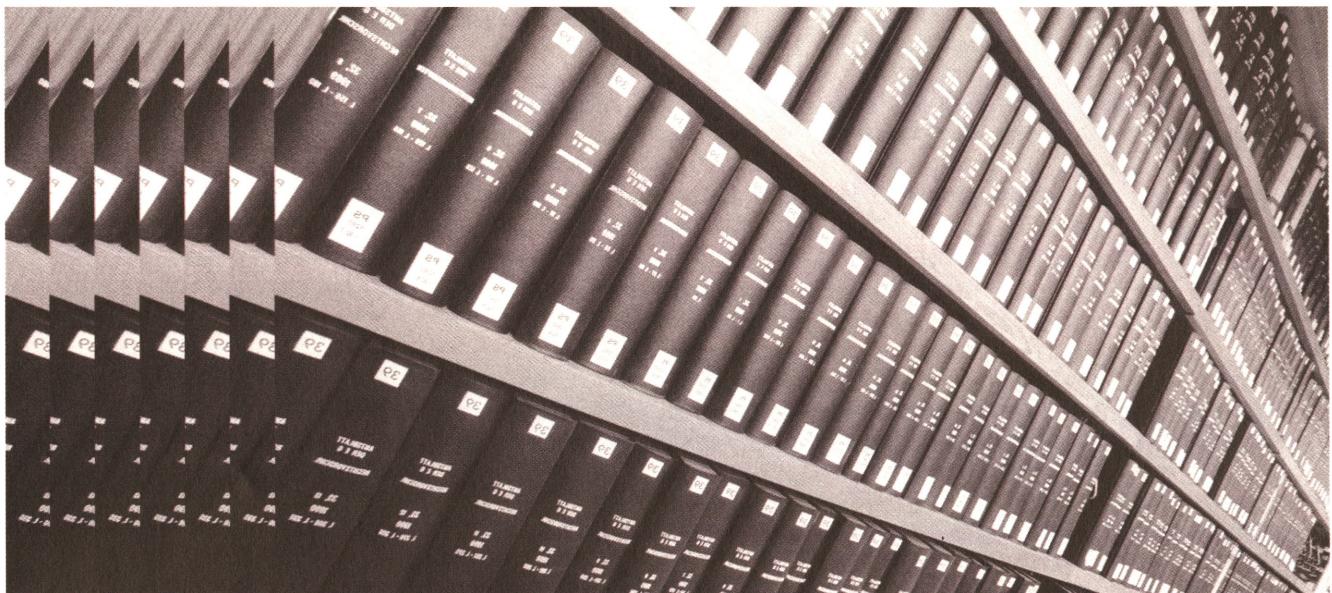
Formulierung nicht zur Sprache. Zunächst: Für die Berufung in das Amt des Berufsrichters entscheiden in Deutschland Rechtskenntnisse, nicht Lebenserfahrung und nicht soziale Kompetenz, nicht Befragungsgeschick, Improvisationsgabe oder Selbstbeherrschung. Eine Umweltverträglichkeitsprüfung kennt unser Recht nur für Straßenbauvorhaben, Deponien und Feriendorfer, nicht für Beamte und Richter und auch nicht für Professoren. Die maßgeblichen Rechtskenntnisse werden durch das Ergebnis des 2. juristischen Staatsexamens – nach jeder Richtung hin un widerlegbar – nachgewiesen. Diese Linie ist am konsequentesten in Bayern ausgeführt. Der bayerische juristische Staatskonkurs – gleiche Prüfungsaufgaben zu gleicher Zeit bei gleichem Zeitbudget – hat seine historische Wurzel im frühen 19. Jahrhundert. Man wollte bei der Rekrutierung des Staatsnachwuchses die Faktoren »Geburt«, »Herkunft« und »Beziehungen« zurückdrängen. Dieses Motiv ist auch heute noch das entscheidende Argument für unser Auswahlkonzept; es ist durch Zeitablauf sicher nicht erledigt. An Weltläufigkeit fehlt es unserem bayerischen Staatskonkurs keineswegs: Die Examensforschung will wissen, daß er französische Wurzeln hat – natürlich –, zudem inspiriert von chinesischen Eignungsexamen für Beamte aus der Ming-Zeit, und es soll der 1946 bekanntlich un widerstehliche Wunsch der Amerikaner gewesen sein, daß es in Artikel 94 unserer Bayerischen Verfassung – einzigartig in Deutschland – heißt: Die öffentlichen Ämter stehen allen wahlberechtigten Staatsbürgern nach ihren Leistungen offen, »die, soweit möglich, durch Prüfungen im Wege des Wettbewerbs festgestellt werden«. Die erzielte Note wird im übrigen durch eine Platzziffer präzisiert – modern formuliert: eine Art Ranking tendenziell für den Rest des Lebens. Wer vorne rangiert, kann, und jetzt komme ich zum Thema zurück, wenn er will, Richter werden. Ein weiterer bayerischer Grundsatz kommt hinzu: Dem Reinheitsgebot für das Bier entspricht das Frischheitsgebot für den Rechtsassessor: Der Staat nimmt ihn als Richter – erlaubt zugespitzt formuliert – entweder sofort oder nie mehr; knapp ist das Verfallsdatum für staatsexamensgeprüfte Qualität bemessen. Zur »Staatsnote« im übrigen noch ein Wort: Ich will hier nicht hochverräterisch reden, aber doch – ganz leise und ohne daß es der bayerische Verfassungsschutz hören kann – hinzufügen: In den neuen Ländern haben sich in der Justiz Juristen auch ohne Prädikat bewährt.

Die Dominanz der Examensnote bei der Entscheidung über die Berufung in das Richteramt hat übrigens eine oft nicht beachtete, aber bemerkenswerte Folge: Der Frauenanteil im richterlichen Beruf steigt ständig. 1946 hatte in den Beratungen der Verfassungsgebenden Landesversammlung zur Bayerischen Verfassung der aus der Emigration in der Schweiz zurückgekehrte Staatsrechtslehrer Hans Nawiasky den Bayern noch die Erfahrung mitgebracht: »In der Schweiz, wo man gegenüber der Heranziehung von Frauen sehr vorsichtig ist, zieht man sie in erster Linie bei der nichtstreitigen Gerichtsbarkeit heran. Gerade bei Vormundschaftssachen oder auch in Jugendsachen sind

Frauen besonders geeignet.« Heute steigt der Frauenanteil an den deutschen Gerichten – vorbehaltlich der künftigen Einführung einer Männerquote – unaufhaltsam, liegt gegenwärtig bei einem Viertel, am höchsten beim Bundesverfassungsgericht, bei einer Fraueneinstellungsquote einzelner Gerichte von bis zu 40%. Nur vorübergehend war das Oberlandesgericht Nürnberg die angeblich letztefrauenfreie Rechtsschutzzzone. Die Folgen der Verweiblichung der Justiz sind noch nicht absehbar. Es existieren nur Spekulationen darüber, ob die Frauen die Justiz verändern oder die Justiz

nicht wie der Politiker zur Wahl durch das Staatenvolk stellen muß, wird auch nicht – wie beispielsweise in den Vereinigten Staaten durch Wahlparties oder Werbebrochüren mit Bücherwand, Präsentation des Richters inmitten seiner Großfamilie, möglichst an der Seite noch die erste Frau, mit Haustier und Sportgerät – einer breiteren Öffentlichkeit bekannt. Dies heißt aber nicht, daß der Richter in Deutschland im politischen Zölibat leben muß (Ernst Teubner).

Freilich ist die Entscheidung für den Modus der Richterauswahl in Deutschland nie außer



die Frauen (Renate Jaeger). Gesichert ist bisher nur eine Folge des gestiegenen Frauenanteils: Die Qualität der Justizfußballmannschaften sinkt.

Eine Fußnote zur lokalen Justizgeschichte: Durch Zufall habe ich im Regensburger Stadtanzeiger vom 7. März 1934 die offenbar damals bemerkenswerte Mitteilung gefunden, erstmalig seien in der Regensburger Justiz zwei Rechtsreferendarinnen eingestellt worden (»Fräulein Referendar«). Die Damen hätten sich – so der Stadtanzeiger – »mit Bienenfleiß ihren verantwortungsvollen Aufgaben« gewidmet. Auch dies ist heute anders; mit Fleiß allein gehen die Frauen längst nicht mehr ihren Weg.

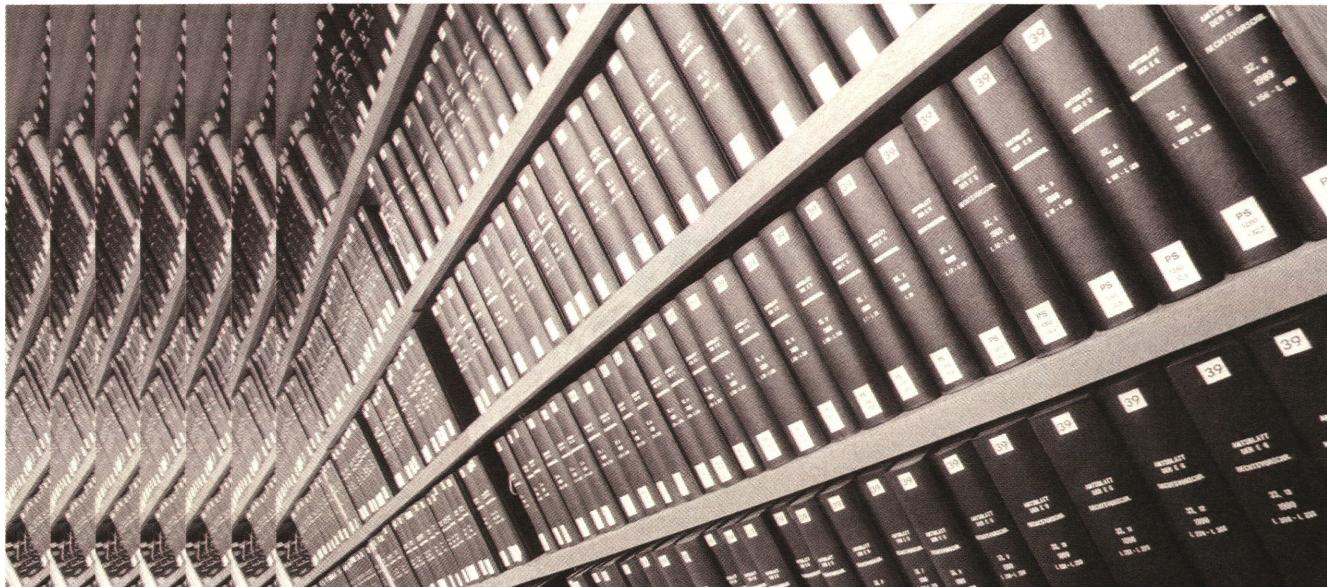
Auch eine weitere Grundentscheidung ist für unser Rechtspflegesystem charakteristisch: Der Berufsrichter wird von der Justizverwaltung auf Lebenszeit berufen, und nicht – wie teilweise in anderen Ländern – vom Volk auf Zeit gewählt. Selbstverständlich ist beides nicht. In den schon erwähnten Beratungen der Bayerischen Verfassunggebenden Landesversammlung von 1946 wurde noch lebhaft diskutiert, ob die Berufung des Richters auf Lebenszeit ein Vertrauen der Bevölkerung voraussetze, das der Richter in der Zeit des Nationalsozialismus verwirkt habe. Die Grundentscheidung gegen die Volkswahl des Richters hat eine für unser Rechtssystem wichtige Konsequenz: Das Richteramt ist in Deutschland ein anonymes Amt – will sein Inhaber oder seine Inhaberin nicht gerade Bundespräsident oder Bundespräsidentin werden. Der Richter, der sich

Diskussion gewesen. In der Kritik steht vor allem, daß die Berufung des einzelnen Richters in die Beförderungssämter – vereinfacht dargestellt – bei der politisch geführten Exekutive, die Berufung in die höchsten Richterämter bei den parteipolitisch zusammengesetzten Verfassungsorganen liegt. Die Unabhängigkeit des Richters – so sehen es manche und können auch auf andere Modelle in europäischen Ländern verweisen – sei nur gewährleistet, wenn – ich pointiere jetzt – Richter selbst entscheiden, wer Richter wird und als Richter befördert wird, und wiederum Richter auf Grund von Wahlen bestimmen, welche Richter dies entscheiden. Ich muß es hier kurz machen und mich auf einen Aspekt beschränken: Dem Werte- und Erfahrungspluralismus der westlichen Gesellschaft entspricht die Sicherung dieses Werte- und Erfahrungspluralismus auch bei der Richterauslese für die unsere Rechtsordnung so maßgeblich mitbestimmenden höheren und höchsten Richterämter. Wenn dieser Satz aber richtig ist, dann ist auch der oft kritisierte Einfluß der politischen Parteien auf die Richterberufung so fernliegend nicht. Wenn die Richter in Deutschland nicht nur Rechtstexte auf den Einzelfall anwenden, sondern über den Einzelfall hinaus das Recht fortbilden, so muß ihre Zusammensetzung ein geistiges Spiegelbild ihrer Gesellschaft sein (Jutta Limbach). Und noch ein Satz zur Illusion weltanschauungsfreier Räume reiner Sachlichkeit: Richter werden wahrscheinlich nicht unabhängiger, wenn es Richterkollegen sind, die über ihr berufliches Fortkommen

entscheiden (so wenig wie die Kunst dadurch schon frei ist, daß über die Vergabe der staatlichen Kunstförderungsmittel die Künstlerkollegen entscheiden).

Und schließlich noch ein weiteres Strukturmerkmal unserer Rechtspflege. Es lautet: Einmal Richter, immer Richter, immer nur Richter. Berufliche Quereinsteiger gibt es im richterlichen Beruf eher selten. Da Quereinsteiger regelmäßig Oben-einsteiger sind, stößt sie das System gerne frühzeitig ab. Es kann sein, daß mit diesem »Nur-Richter-Modell« wichtige Berufs- und Lebenserfahrung

burger semiempirische Kleinforschung gleichsam – 47,90 m Regal aus. Eine andere Zahl: Die Auslegung und Entfaltung des Grundgesetzes durch das Bundesverfassungsgericht seit 1951 dürften inzwischen zwischen 12 000 und 13 000 Druckseiten Rechtserkenntnisse betragen. Soziale Gerechtigkeit in Deutschland – wer wüßte nicht, was dies ist – versucht das geltende Sozialrecht trotz dieser einfachen Erkenntnislage durch Tausende von Seiten Gesetzestext zu gewährleisten. 109mal hat der Gesetzgeber allein schon das Arbeitsförderungsgesetz seit 1969 geändert. Seit



für das Richteramt verlorengeht. In den neuen Ländern hat man jedenfalls beim Aufbau der Arbeitsgerichtsbarkeit gute Erfahrungen mit der Berufung von ehemaligen Vertretern aus der Arbeitsrechtspraxis, etwa von Verbänden, in das Richteramt gemacht. Bayern macht es im übrigen auf diesem Gebiet besser als andere: Der auf Lebenszeit ernannte Richter der ordentlichen Gerichtsbarkeit hat stets langjährige Erfahrung als Staatsanwalt, der Verwaltungsrichter auch die Erfahrung des Verwaltungsbeamten. Immerhin ist aber in Deutschland auch der juristische Berufsanfänger schon Richter und steht damit in einer exponierten Verantwortung. Es sieht so aus, als ob die Praxis damit im ganzen zurechtkomme.

### **Der Richter und sein Recht**

Jede Rechtsordnung hat den Typ des Richters, den sie braucht. Dies gilt auch für Deutschland: Der wissenschaftlich-fachlich qualifizierte Richter mit lebenslanger Professionalität ist die sachgerechte Antwort auf unser rationales, gut systematisiertes, hochdifferenziertes Recht mit seinem ständigen Modernisierungs- und Fortentwicklungsbedarf. Wer die Eigenart unserer Rechtsordnung und insbesondere ihren Komplikationsgrad anschaulich machen will, kann leicht mit Zahlen zaubern: Die Summe der Gesetz- und Verordnungsblätter von Bund und Ländern seit Kriegsende und des Amtsblattes der Europäischen Gemeinschaften macht – persönlich von mir in der juristischen Bibliothek unserer Universität vermessen, Regens-

1977 hat man die Krankenversicherung durch 46 größere Gesetze mit 6 800 Einzelbestimmungen zu sanieren versucht. Richardis dreibändiges Handbuch des Arbeitsrechts umfaßt ca. 6 000 Seiten. Das kann selbst er nicht mehr alleine schreiben; er mußte schreiben lassen. Eine schlichte Folgerung schließt sich an: Mehr Recht braucht aber auch mehr Richter.

Den Spielraum, den Salomo bei der Beweisaufnahme zur Vorbereitung einer Entscheidung über den Streit zweier Frauen um ein Kind durch die listige Aufforderung zur Teilung des Kindes mittels Schwert in Anspruch nahm (Altes Testament, 1. Buch der Könige), gestehen wir heute nicht einmal dem Amtsrichter bei einem Streitwert von unter 1 000 DM zu. Das biblische oder altbayrische Richterbild hat eben mit der Rechtsfindung der Gegenwart nicht viel zu tun, wenn der Richter sich bei Artikel 6 des Eisenbahnneuordnungsgesetzes in 135 Absätzen zurechtfinden muß. Rechtsfindung in Deutschland ist Arbeit. Sie ist nicht die Stunde der Spontanbegabung: Für die senatsinterne Beratung des zweiten Abtreibungsurteils benötigte der Zweite Senat des Bundesverfassungsgerichts beispielsweise 61 Sitzungstage, für die Asylentscheidungen 44 Tage.

Allerdings sollte man nicht allein der politischen Führung und insbesondere unseren Parlamenten die Überproduktion von Recht anlasten. Es ist natürlich auch in Deutschland nicht so, daß eine aufgeklärte Vernunft- und Verzichtsgesellschaft unverdienterweise von einer politischen Klasse ohne

**Juristische Bibliothek,  
Universität Regensburg.**



Klasse regiert wird. Der Gesetzgeber reagiert regelmäßig auf den ungeheueren Ordnungs- und Steuerungsbedarf, der überwiegend aus der Gesellschaft heraus erzeugt wird. Das Wachstumsgebiet Umweltrecht – angeblich 800 Gesetze, 2770 Rechtsverordnungen und 4700 Verwaltungsvorschriften – ist ein überzeugendes Beispiel. Gelassenheit ist eine Eigenschaft, die gegenwärtig im öffentlichen Raum keine Chance hat, auch nicht in der Gesetzgebung. Es gibt scheinbar Ausnahmen: Bei der Gefahrgutverordnung hat der Normgeber für acht Paragraphen acht Jahre benötigt. Aber Sie vermuten schon

gericht – hindern den Richter auch nicht ernsthaft, klüger und schneller zu sein als der Gesetzgeber selbst. Er ist nicht Herr des Gesetzes, aber doch oft mehr als nur sein denkender Diener. Die Grenze zwischen einer Auslegung *praeter legem* und einer *contra legem* hat noch niemand exakt gezogen. Rechtsfortbildung ist Sache vor allem unserer obersten Bundesgerichte: Je höher die Besoldung ist, um so dünner wird die Luft der strikten Gesetzesbindung; der Innovationsdruck steigt. Ich will nur ein Beispiel aus meinem eigenen Fachgebiet nennen: Ob, unter welchen Voraussetzungen und mit welchen Folgen der Staat dem Bürger haftet, dem er rechtswidrig Schaden zugefügt hat, ist eine Frage, auf die eine Rechtsordnung eine Antwort geben sollte. In Deutschland war und ist dies eine Großbaustelle der Rechtsprechung in der Nachkriegszeit. Vorgefunden hat die Rechtsprechung im Grunde nicht mehr als eine – sanierungsbedürftige – Vorschrift des heute hundertjährigen BGB, den § 839. Entwickelt hat sie eine ganze Welt von Ansprüchen. Sie hat hier das Parlament ersetzt, das wegen Kompetenzstreitigkeiten zwischen Bund und Ländern zu schwach war, ein gültiges Gesetz zu erlassen, und das heute zu schwach ist, dieses Gesetz zu schaffen, weil es dessen finanzielle Risiken auf Wunsch der Finanzminister fürchten muß. Der Richter kann weite Wege gehen, bis er die Grenzen unzulässiger Rechtsfortbildung erreicht. Die Rechtsprechung nutzt mit Vergnügen auch die Traumpässe, die ihr die Gesetzgebung – teilweise aus Entscheidungsschwäche – durch unbestimmte Rechtsbegriffe gibt, wie z.B. »zumutbar« oder »unbillig« oder »gute Sitten« oder »angemessen« u.a.m. Sie erfüllt diese Begriffe mit Substanz. Wer heute in Deutschland Werteforschung betreiben will, schaue in die Rechtsprechung hinein.

Niemals war der Richter in Deutschland so rechtsmächtig wie heute aber auch deshalb, weil sich auch die politische Macht mehr als je zuvor in der deutschen Geschichte dem Recht und dem Rechtsspruch unterworfen hat. Nur ein Beispiel: Das Bundesverfassungsgericht hat zwischen 1951 und 1991 insgesamt 361 Gesetze und Verordnungen wegen Verstoßes gegen das Grundgesetz für nichtig erklärt oder ihre Unvereinbarkeit mit dem Grundgesetz festgestellt. Die Räume für Politikgestaltung in Deutschland sind durch unser Recht und insbesondere durch unser Verfassungsrecht eng gemacht. Dieses wohl sehr deutsche Faktum sollte man übrigens auch berücksichtigen, wenn man die Fähigkeit der Politik zur Bewältigung von Krisenlagen fair beurteilen will.

### Medien im Gerichtssaal

Auch nach fünfzig Jahren des Aufbaus unseres Rechtssystems darf man sagen, daß die ihm zugrunde liegenden Entscheidungen im ganzen richtig getroffen wurden. In diese Feststellung ist das Verhältnis von Justiz und Medien grundsätzlich einzuschließen. Justiz ist eine *Staatsaufgabe*, mag es auch eine mit ihr konkurrierende »erbarmungslose Justiz der Medien« geben. Auch der Staat der Gegenwart, der in Zukunft weniger selbst rudern und mehr steuern will (David Osborne/Ted Gaebler), kann



Bundesverfassungsgericht,  
Karlsruhe.

richtig: Die bei der Ordnung dieser Materie zerstrittenen Interessenten waren erst nach so vielen Jahren müde gekämpft. Hektik ist fast schon der Normalfall der Vorschriftenproduktion. Von ihr bleiben auch die Fachbeamten nicht unbeeindruckt: Die Veröffentlichung der Bauordnung des Landes Nordrhein-Westfalen im Gesetzblatt mußte später wegen Publikationsfehlern in 14 Punkten korrigiert werden – meines Erachtens ein deutscher Rekord.

Eine Rückkehr zum einfachen Recht aber gibt es nicht. Einfaches Recht setzt einfache Lebensverhältnisse voraus; man hört, auf dem Mars gäbe es sie noch. Viel Recht ist im übrigen auch das Ergebnis vieler Rechtserzeuger: des Gesetzgebers gewiß, aber auch des Richters und mittelbar nicht wenig einer publikationsfleißigen Rechtswissenschaft. Nur Stillegungsprämien nach Art der Landwirtschaft versprechen eine Verminderung der Überproduktion. Vielleicht hilft aber auch bereits eine nachhaltige Erschütterung des angeblich spezifisch deutschen Vertrauens, daß ein Problem schon dann gelöst ist, wenn zu dessen Lösung ein Gesetz erlassen ist (Horst Sendler).

Das umfangreiche geschriebene Recht hat den Richter also im Griff, und doch ist die gegenteilige These ebenso richtig: Niemals hatte der Richter in Deutschland so viel Rechtsmacht wie heute. Er hat sie einmal durch seine Befugnis zur Fortentwicklung des Rechts über die Entscheidung des konkreten Falles hinaus. Der Richter gläubigkeit der deutschen Gegenwart entspricht ein ansehens- und besoldungsgestütztes Selbstbewußtsein des Richters bei der Mitgestaltung der Rechtsordnung. Richterrecht hat Prestige. Es ist, so hat man formuliert, eben superweißes, nicht durch legislative Querelen bemakeltes Recht, Honoratiorenrecht gleichsam (Ernst Teubner). Das Grundgesetz und sein erster Interpret – das Bundesverfassungs-

sich aus der Kernaufgabe »Rechtsprechung« nicht zurückziehen. Dies schließt beispielsweise nicht aus, daß die Möglichkeiten der Streiterledigung im Vorfeld gerichtlicher Auseinandersetzungen mehr als bisher ausgeschöpft werden. Andererseits und angenehm: Eine Entlastung der staatlichen Gerichte durch medienfinanzierte Fernsehgerichte ist noch nicht in der Diskussion. Nach wie vor und aus gutem Grunde stellt darüber hinaus unser Gerichtsverfassungsrecht fest, daß in Gerichtssitzungen Ton- und Fernsehaufnahmen sowie Ton- und Filmaufnahmen zum Zwecke der öffentlichen Vorführung oder Veröffentlichung ihres Inhalts unzulässig sind (§169 Satz 2 GVG). Bei dieser Abweichung von anderen Rechtssystemen darf es bleiben, auch wenn der Staat – ein fiskalisch faszinierender Gedanke – durch den Verkauf von Exklusivrechten für die Übertragung von Gerichtsverhandlungen nach Art des Fußballs seinen Justizhaushalt spürbar entlasten könnte. Ich wage allerdings nicht zu prophezeien, wie lange der Gerichtsraum in Deutschland ein fernsehfreier Raum bleiben wird. Der Druck der Medien ist da. Versuche, sich in den Gerichtsraum unter Berufung auf verfassungsrechtliche Positionen einzuklagen, hat es schon gegeben. Dankenswerterweise stärken die Fernsehpraxis in den USA und die Bilder davon immer wieder den Widerstand in Deutschland gegen die Medienpräsenz in den Gerichtssälen. Im übrigen gehört in diesen Zusammenhang auch die Feststellung: Der deutsche Berufsrichter ist eine gute Antwort auf die Gefährdungen des Rechtswesens durch die Mediengesellschaft.

### Verknappung des Rechtsschutzes

Die grundsätzliche Zustimmung zu unserem Rechtsschutzsystem schließt freilich Änderungen der Innenarchitektur unserer Rechtspflege nicht aus. Auch die Richter sollten sich Wünschen der Politik nach einer Reform der Verfahrensordnungen und der Gerichtsorganisation nicht allein durch Anhebung des Schutzschildes ihrer Unabhängigkeit erwehren. Es gibt zahlreiche diskussionswürdige Vorschläge zur Neugestaltung beispielsweise des Zivilverfahrensrechts, und dies nicht zuletzt aus der Feder unseres Regensburger Kollegen Peter Gottwald für den 61. Deutschen Juristentag 1996. Auch für eine Dämpfung der Nachfrage nach richterlichem Rechtsschutz gibt es vernünftige Ansätze. So muß beispielsweise der Rechtsstreit vor den Sozialgerichten nicht kostenfrei sein. Unsozial ist dies nicht: Die Partei, die aus wirtschaftlichen Gründen den Prozeß nicht führen kann, andererseits Aussicht auf dessen Erfolg hat, kann Prozeßkostenhilfe beantragen.

Allerdings wird es immer Rechtsschutzzonen geben, die politisch unangreifbar sind, und dazu darf man auch wohl die Verfassungsbeschwerde beim Bundesverfassungsgericht zählen. Die Zahl der Verfassungsbeschwerden – bis auf weiteres etwa 5 000 pro Jahr – ließe sich deutlich zurückdrängen, wenn man für sie Anwaltszwang einführen oder auch nur einen Gerichtskostenvorschuß verlangen würde. Der Verfassungsrichter hätte dann nicht zu entscheiden über Verfassungsbeschwerden von solch grundsätzlicher verfassungsrechtlicher Be-

deutung wie: 280,- DM wegen angeblichen Faustschlags gegen eine Zahnpflege; 213,90 DM aus einem Streit zwischen Mietparteien über defekte Rolläden. Oder: Heraufsetzung der Erstattung von Prozeßauslagen von anerkannten 3,19 DM um weitere 9,80 DM. Ich erwähne diesen Fall als das Beispiel eines selten forensischen Mirakels: 9,80 DM kostete nämlich der Erwerb des Gesetzes- textes, mit dessen Hilfe der rechtliche Laie den Prozeß gewonnen hatte. Man versteht gut, daß man solche systemwidrigen Außenseitersiege von Gerichten wegen nicht auch noch durch Auslagen-



Erster Senat  
Bundesverfassungsgericht,  
Karlsruhe, 8. April 1997.

erstattung aufwerten wollte. Man spürt: Profis haben es nicht gerne, wenn Amateure auf ihrem Feld siegen. Erfolgreich klagen muß erlernt sein. Ich vermute im übrigen: Auch die Verfassungsbeschwerde der Zukunft wird gerichtskostenfrei sein und nicht des Anwalts bedürfen. Juristen in Deutschland sind eben von Kopf bis Fuß auf Rechtsschutz eingestellt, und die Richter sind es auch. So sind wir erzogen; so erziehen wir. Dies macht den Volksrechtsbehelf »Verfassungsbeschwerde« unantastbar. Man gönnt sich ja sonst nichts.

### Der Deutsche und sein Recht

Zu Recht ist die Diskussion in Deutschland von der Sorge um Erhaltung der Qualität unserer Institutionen in die Zukunft hinein bestimmt. Die Rechtspflege gehört in den Zusammenhang dieser Sorgen. Nicht ganz zufällig ist »Rechtsstaat« ein deutsches Wort, das als unübersetzbare gilt. Rechtsstaat ist der einfache, aber gültige Gedanke, daß in einer Gesellschaft das demokratisch gesetzte Recht gelten soll und nicht das Recht des Stärkeren, unabhängig davon, ob dieser Stärkere der Staat oder ein Mitbürger ist. Ohne richterlichen Spruch und dessen Durchsetzbarkeit ist aber Rechtsstaat nicht möglich. Vielleicht sind die Deutschen wirklich ein rechtlich denkendes Volk und bedürfen in besonderem Maße der Entscheidung des Konflikts durch den Richter. Vielleicht sind die Deutschen auch rechtsmünder denn je. Ist dies aber so, so wären dies die schlechtesten Eigenschaften nicht. Wie so oft hat Goethe auch hier das letzte Wort. In »Maximen und Reflexionen« (1975) schreibt er oder läßt er schreiben: »Gerechtigkeit: Eigenschaft und Phantom der Deutschen«.

Prof. Dr. jur.  
**Udo Steiner**  
geb. 1939 in Bayreuth.  
Studium der Rechtswissenschaft an den Universitäten Saarbrücken, Köln und Erlangen. 1. und 2. juristische Staatsprüfung im Oberlandesgerichtsbezirk Nürnberg. Promotion (1965) und Habilitation (1972) an der Universität Erlangen-Nürnberg.  
Ordentlicher Professor 1973–1979 in Bielefeld, danach an der Universität Regensburg. Seit Oktober 1995 Richter des Bundesverfassungsgerichts.  
Forschungsgebiete:  
Bau-, Planungs- und Verkehrsrecht, Kultur- und Sportrecht.

# Schuppen auf der kranken Haut

## Entwicklung neuer Wirkstoffe

### Psoriasis

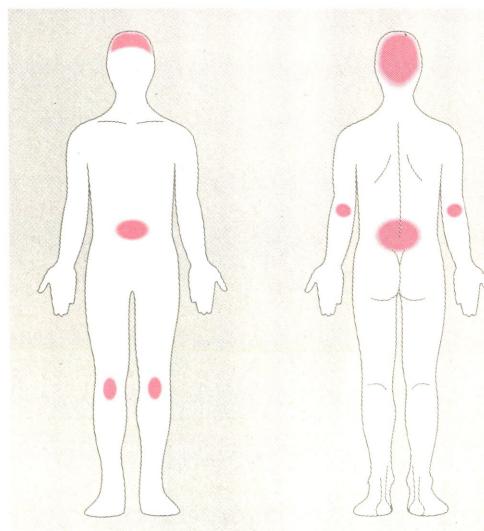
**Kennen Sie Psoriatiker? Es gibt mehr als Sie denken, doch sie geben sich nicht zu erkennen. Wenn eine Frau im Hochsommer lange Kleider und langärmelige Blusen trägt, obwohl die Mode »kurz« diktiert, und wenn ein Mann in unbeobachteten Augenblicken sich mit gekreuzten Unterarmen an den Ellenbogen kratzt, dann könnte es sich um Psoriatiker handeln, denn diese Krankheit befällt bevorzugt Knie und Ellenbogen. Wüßte die Allgemeinheit mehr über die Psoriasis und ihre Behandlung, ginge es den Psoriatikern besser.**

Die Psoriasis vulgaris – die Schuppenflechte – gehört zu den bisher noch ungelösten Rätseln der Medizin. Es handelt sich um eine Hauterkrankung, die durch Schuppenbildung und eine entzündliche Rötung der Haut (bedingt durch eine übermäßige Durchblutung) charakterisiert ist, hervorgerufen durch eine gestörte Reifung der Oberhautzellen, die sich zudem stark vermehren. Die Schuppenbildung ist etwas Spezifisches bei der Psoriasis; sie ist allerdings bei verschiedenen Formen der Erkrankung unterschiedlich stark ausgeprägt und muß getrennt von der Entzündung gesehen werden. Die Schuppen sind Folge einer gestörten Verhornung in der äußeren Hautschicht, also der Oberhaut oder Epidermis, die beim Gesunden eine Barriere gegen Umwelteinflüsse bildet.

#### Eskimos sind besser dran

Heutzutage sind etwa 2% der Bevölkerung in den westlichen Ländern – in Deutschland entspricht

**1** Bevorzugt von Psoriasis befallene Körperregionen.



das etwa der Einwohnerzahl von München – an Psoriasis erkrankt. Eskimos und Indianer erkranken fast nie daran, Schwarzafrikaner und Asiaten nur selten, Menschen weißer Hautfarbe dagegen sind am häufigsten davon betroffen. In der Regel manifestiert sich diese Hauterkrankung erstmals im frühen Erwachsenenalter (20. bis 30. Lebensjahr, sogenannte Typ-I-Psoriasis), ein weiterer Häufigkeitsgipfel liegt bei 50 Lebensjahren (sogenannte Typ-II-Psoriasis). Kinder erkranken nur relativ selten an Psoriasis.

Die Bezeichnung der Erkrankung als Schuppenflechte ist auf das Aussehen der befallenen Haut zurückzuführen: Zunächst findet man meistens rote Flecke, die mit silbrig weißen Schuppen bedeckt sind. Entfernt man die Schuppen, beobachtet man punktförmige Blutungen. Bei milder Verlaufsf orm können sich diese Herde auch ohne Behandlung nach mehr oder minder langer Zeit zurückbilden. Besonders häufig tritt die Psoriasis an den Ellenbogen, an den Knie, oberhalb des Gesäßes und am behaarten Kopf auf **1**. Häufig sind auch Finger- und Fußnägel betroffen. Ein Drittel der Psoriatiker leidet unter quälendem Juckreiz. Etwa 5–10% der Psoriatiker entwickeln zusätzlich eine deformierende Arthritis (Psoriasis arthropathica), wobei sich diese Gelenkentzündungen insbesondere auf Finger- und Zehengelenke erstrecken.

Der Ausdruck »Psoriasis« stammt aus dem Griechischen – *Psora* bedeutet Krätze –, hat aber mit der medizinisch eindeutig definierten Scabies (Krätze) nichts zu tun.

#### Psoriasis und Aussatz: Historie ...

Die Psoriasis ist bereits seit dem Altertum bekannt, wird aber erst seit dem 19. Jahrhundert von anderen Hauterkrankungen deutlich abgegrenzt, auch von der heute heilbaren Lepra. Früher wurde die Lepra als Aussatz bezeichnet. Diese Bezeichnung verdeutlicht, daß die Kranken ausgesetzt und damit aus der Gesellschaft ausgestoßen wurden. Aus dem Alten Testamente wird deutlich (3. Mose, 13), mit welchen Problemen Lepröse/Psoriatiker damals konfrontiert waren:

»Wenn einem Menschen an der Haut ... etwas auffährt oder ... eiterweiß wird, soll man ihn zum Priester führen ... Und wenn der Priester das Mal an der Haut sieht, daß die Haare dort weiß geworden sind und die Stelle tiefer ist als die übrige Haut, so ist es gewiß Aussatz. Darum soll ihn der Priester ... für unrein urteilen. Wenn aber etwas eiterweiß ist an

der Haut ... und doch das Aussehen nicht tiefer als die andere Haut ... und die Haare nicht in Weiß verwandelt sind, so soll der Priester ihn verschließen sieben Tage und am siebenten Tage besehen. Ist's, daß das Mal bleibt ... und hat nicht weitergefressen ..., so soll ihn der Priester abermals sieben Tage verschließen. Und wenn er ihn zum andernmal am siebenten Tag besieht und findet, daß das Mal verschwunden ist und nicht weitergefressen hat an der Haut, so soll er ihn rein urteilen, denn es ist Grind. Und er soll seine Kleider waschen, so ist er rein.« Viele Psoriatiker mußten zur damaligen Zeit das Schicksal der Aussätzigen teilen: »... Wenn ihn der Priester nun besieht und findet, daß eine weißrötliche Erhöhung an seiner Glatze ist, daß es aussieht wie sonst Aussatz auf der Haut, so ist er aussätzig und unrein, und der Priester soll ihn unrein sprechen; er hat Aussatz an seinem Kopf. Und solange die Stelle an ihm ist, soll er unrein sein, allein wohnen, und seine Wohnung soll außerhalb des Lagers sein ...«

Die zitierten Passagen geben einige Anweisungen über »Diagnose«, Quarantäne und Hygiene bei Aussatz (Lepra) und Grind (möglicherweise Psoriasis) in diesem langen Kapitel wieder.

Es ist ein rätselhaftes Merkmal der Psoriasis, daß die psoriatischen Herde auch unbehandelt verschwinden können, um ggf. erst nach Jahren wieder aufzutreten. Aufgrund dieser Tatsache werden die Leiden des Hiob, unterbrochen durch symptomfreie Zeiten, als Psoriasis gedeutet, denn im Buch Hiob findet man keine Hinweise auf die für die späten Stadien der Lepra typischen Verstümmelungen, aber es wird beschrieben (Hiob 2, 7), daß Hiob sich (die Schuppen) mit einer Scherbe abschabte. Der Holzschnitt aus dem »Feldtbuch der Wundarzney« des Hans von Gersdorf (1517) zeigt die Szene 2, in der selbst Hiobs Frau sich euphemistisch höhnend von ihm abwendet: »Preise Gott und stirb!«

### ... und nicht nur Historie

Nach einer neueren französischen Studie empfinden 80% der Psoriatiker Gefühle der Schande, Schmach, Befangenheit, Ratlosigkeit. Bei 50% bewirkt die Krankheit mangelndes Selbstvertrauen und Störungen der sozialen Kontakte, ca. 20% leiden an Frustration und Depressionen. Haut hat ausgesprochenen Signalcharakter. In unserem durch die Kosmetikwerbung geprägten Erscheinungsbild des Menschen kann sich der Psoriatiker nicht wiederfinden. Hinzu kommt das Gemieden werden seitens vieler Mitmenschen.

Ist Psoriasis ansteckend? Es kann nicht oft genug gesagt werden, daß die Psoriasis keine Infektionskrankheit ist, selbst wenn z. B. Patienten mit Psoriasis pustulosa, gekennzeichnet durch stecknadelkopfgroße Eiterbläschen, die steril sind, gelegentlich so aussehen, als litten sie unter einer infektiösen Hautkrankheit. Dementsprechend sollte der Psoriatiker nicht gemieden werden. Man kann sich nicht bei ihm anstecken. Ein normaler gesellschaftlicher Umgang erleichtert dem Psoriatiker seine Bürde erheblich.



2 Hiob wird von seiner Frau verhöhnt.  
Holzschnitt, aus:  
Hans von Gersdorf,  
Feldtbuch der Wundarzney,  
Straßburg, 1517.

### Die Henne oder das Ei

Die beiden Hauptmerkmale der Psoriasis 3, 4 sind übermäßige Zellvermehrung und Entzündung der Haut. Ist die Entzündung Ursache oder Folge der Zellvermehrung? Dies gleicht der Frage, wer zuerst da war, die Henne oder das Ei. Wir wissen es nicht. Oberhautzellen, Keratinozyten – der Name ist vom Keratin abgeleitet, dem Hornstoff in Haaren, Nägeln und der Oberhaut –, werden in der untersten Schicht der Oberhaut gebildet



3 Psoriasis vulgaris.



4 Psoriasis vulgaris,  
Erythrodermie.

und bewegen sich einzeln zur Oberfläche, die sie normalerweise nach 27 Tagen erreichen. Abgestorben und ohne Zellkern gehen sie in die Hornhaut ein und werden als Hornschuppen abgestoßen.

In psoriatischer Haut wandern sie in nur vier Tagen zur Oberfläche, außerdem teilen sich doppelt so viele Zellen pro Flächeneinheit wie in gesunder Haut. Die Zellen können nur unvollständig ausreifen, meist bleibt der Zellkern erhalten. Die unreifen Zellen haften besser aneinander als reife, was zur charakteristischen Schuppenbildung führt.

### Ein unvollständiges Puzzle ...

Bis heute gibt es kein lückenloses Bild von der Entstehung der Psoriasis, in jüngster Zeit wurden aber große Fortschritte bei der Identifizierung von Entzündungsmechanismen gemacht. Dennoch muß das vorliegende Puzzle 5 erst korrekt zusammengefügt und durch noch fehlende Teile ergänzt werden. In der dünnen Oberhaut findet man beim Psoriatiker viele für Entzündungen typische Zellen, und auch im Gewebe der darunter liegenden Lederhaut sammeln sich weiße Blutkörperchen an, die zum Teil in die Oberhaut einwandern. Dort zerfallen sie und setzen einige der im Puzzle aufgeführten Botenstoffe frei. Bestehen die Psoriasisherde länger, so treten dort zusätzlich gehäuft Zellen des Immunsystems auf. Zunächst sorgen die Makrophagen – der Name sagt es – für das »Wegfressen« von abgestorbenem Gewebe, Mikroorganismen usw. Dabei bauen sie körperfremde Bestandteile so weit ab, bis sie deren wichtigste Informationen aufgenommen und verdaut haben. Die entsprechenden Daten werden dann den Lymphozyten – kleinen weißen Blutkörperchen, hauptsächlich sogenannte T-Zellen vom Helfertyp – präsentiert, die gezielte Abwehrmaßnahmen einleiten.

Neben diesen in die Oberhaut einwandernden Zellen steigern auch ortsständige Oberhautzellen – die bereits erwähnten Keratinozyten – bei den Psoriatikern ihre Aktivität und produzieren ebenfalls einige der Botenstoffe aus dem Puzzle. Die bei der psoriatischen Haut beobachtete Verdickung geht auf die krankhaft gesteigerte Vermehrung der Keratinozyten zurück. Bindegewebszellen und Mastzellen als die wichtigsten Entzündungszellen sind bei der Psoriasis vermehrt. Jeder Allergiker hat von diesen Zellen gehört, aber das darf

nicht mißverstanden werden. Die Psoriasis ist keine durch ein spezifisches Antigen ausgelöste Erkrankung. Die Bedeutung der Mastzellen bei der Psoriasis ist noch nicht bekannt.

Ist die Psoriasis eine Autoimmunerkrankung, mit anderen Worten: produziert der Organismus Antikörper gegen eine körpereigene Substanz? Hier gibt es widersprüchliche Auffassungen. Dermatologen verneinen oft die Frage nach Immundefiziten bei Psoriatikern und diskutieren die Tatsache, daß AIDS-Patienten häufig eine klinisch stärker ausgeprägte Psoriasis haben als nicht an AIDS erkrankte Personen, als Folge einer unspezifischen entzündlichen Abwehr. Es gibt auch keine serologischen Hinweise auf Autoaggression.

Einige Substanzen, welche die Immunantwort beeinflussen, werden zur Behandlung der Psoriasis eingesetzt. Es handelt sich um Cyclosporin, dessen Analytik wir bearbeiten, und um die Retinoide – Verbindungen, die meistens mit Vitamin A chemisch verwandt sind. Die Cyclosporin-Wirkungen sind zumeist unspezifisch, und die Wirkung dieses Immunsuppressivums, das hauptsächlich in der Transplantationschirurgie verwendet wird, um Abstoßungsreaktionen des Organismus zu unterbinden, ist kein Beweis dafür, daß die Psoriasis eine Immunkrankheit ist.

Dank intensiver Forschung der letzten Jahre werden die komplexen Vorgänge in psoriatischer Haut zwar etwas besser verstanden, man tappt aber immer noch im Dunkeln, was die Entstehung der Erkrankung anbelangt. Ausspruch eines Zynikers: »Durch die vielen Forschungsergebnisse gelang es, gleichviel Unkenntnis wie vor 100 Jahren aufrechtzuerhalten, aber auf einem viel höheren Niveau.« Dies bedeutet aber nicht, daß man dem Problem Psoriasis hilflos gegenübersteht. Die therapeutischen Methoden sind deutlich verbessert worden.

### Wenn Eltern und Geschwister Psoriasis haben

Sind Vererbungsfaktoren für die Psoriasis von Bedeutung? Das ist unstrittig: Die Anlage der Psoriasis wird vererbt; auf Chromosom 17 wurde ein »Psoriasis-Gen« gefunden. Für Kinder, deren Eltern nicht an Psoriasis erkrankt sind, beträgt die Wahrscheinlichkeit, an Psoriasis zu erkranken, 2%. Leidet ein Elternteil an Psoriasis, steigt die Wahrscheinlichkeit auf 8%. Ist ein Kind gesunder

5 Puzzle psoriasisrelevanter Botenstoffe der Entzündung und der Zellvermehrung (TGF=transforming growth factor).



Eltern erkrankt, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für die Geschwister auf 6–7%, bei zusätzlicher Erkrankung eines Elternteils auf 14%, bei Erkrankung beider Eltern sogar auf 41%!

### Fahndung nach Auslösern

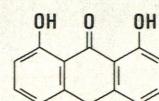
Bei Psoriasis wird lediglich die Erkrankungsbereitschaft vererbt. Was aber löst den psoriatischen Schub aus? Hier sind Stresssituationen zu nennen, in denen unser Nervensystem u.a. Botenstoffe freisetzt, die zur Entzündung führen, weiterhin hormonelle Umstellungen (Pubertät/Wechseljahre), Umweltfaktoren, körperliche und seelische Verletzungen, aber auch Arzneimittel, z.B. die *systemische* Therapie – in Tabletten- oder Spritzenform – mit Corticosteroiden (»Cortison«) in der erscheinungsfreien Zeit, während Corticosteroide nach Anweisung des Arztes *lokal* – in Salbenform – häufig gegen Psoriasis eingesetzt werden. Auch Interferone, Beta-Blocker, antidepressive Lithium-Salze, das Antimalaria-Mittel Chloroquin und ein Sonnenbrand können – nicht müssen – zu einem psoriatischen Schub führen. Die Auslöser sollten daher aufgespürt und, wenn möglich, beseitigt werden. Oft lassen sich die medikamentösen Risiken durch Umstellung der Therapie mindern.

### Behandlung der Psoriasis

Die Psoriasis ist genetisch fixiert, die Veranlagung wird geschlechtsunabhängig vererbt. Psoriasis kann daher im strengen Sinn nicht geheilt, aber die Hautsymptome können unterdrückt werden. Grundsätzlich kann eine Psoriasisbehandlung lokal oder systemisch erfolgen oder aus einer Kombination beider Applikationsformen bestehen.

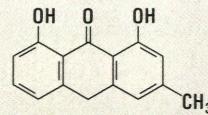
■ **Dithranol 6 – Ursprung bei südamerikanischen Indianern:** Die älteste medikamentöse Therapie der Psoriasis ist die mit Salben aus Goa-Pulver, das aus dem ostbrasiliannischen Schmetterlingsblütlern *Andira araroba* gewonnen wurde und die Substanz Chrysarobin 6 enthält. Seit Jahrhunderten verwendeten es die Ureinwohner Brasiliens gegen (Pilz-)Erkrankungen der Haut. Das Pulver wurde vermutlich schon im 18. Jahrhundert auch in andere portugiesische Kolonien exportiert, z.B. nach Goa, und von dort aus nach ganz Indien, wo es die einheimischen Christen gegen Hautkrankheiten einsetzten. Im Ersten Weltkrieg war Goa-Pulver kaum noch erhältlich. Daher wurde bei der Firma Bayer das strukturverwandte Dithranol (Anthralin, Cignolin®) als »Ersatz« synthetisiert, das Unna und Galewski 1916 in die Therapie der Psoriasis einführten. Noch heute ist es ein wesentlicher Wirkstoff zur äußerlichen Psoriasisbehandlung. Nachteile sind zum einen die therapeutisch unbedenkliche, aber kosmetisch störende Braunfärbung der mitbehandelten gesunden Haut. Die verfärbte Haut wird im Zuge der Hautneubildung abgestoßen. Auch Wäsche und Bettwäsche der Patienten, Waschbecken und Badewannen in den Kliniken werden verfärbt; diese unerwünschte, harmlose Nebenreaktion des Dithranols zu Dithranolbraun ist ein wirtschaftlich so bedeutender Faktor, daß die Deutsche Forschungsgemeinschaft uns bei der Begutachtung eines Förderungsantrages – wir bearbeiten den Wirkungsmechanismus des

Dithranol

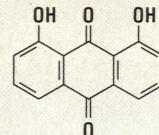


6 Dithranol, verwandte Verbindungen und andere Antipsoriatika.

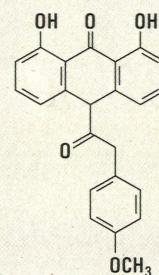
Chrysarobin



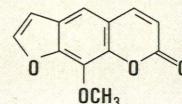
Chrysazin



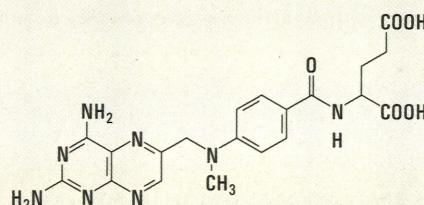
neuer Wirkstoff  
abgeleitet  
vom Dithranol



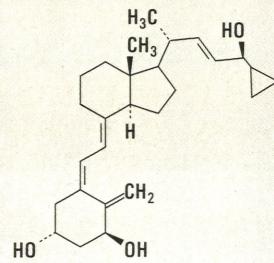
8-Methoxysoralen

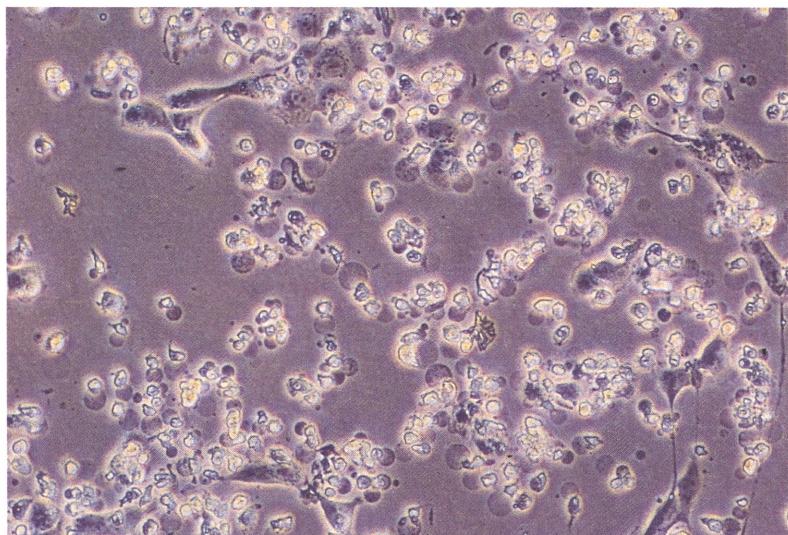
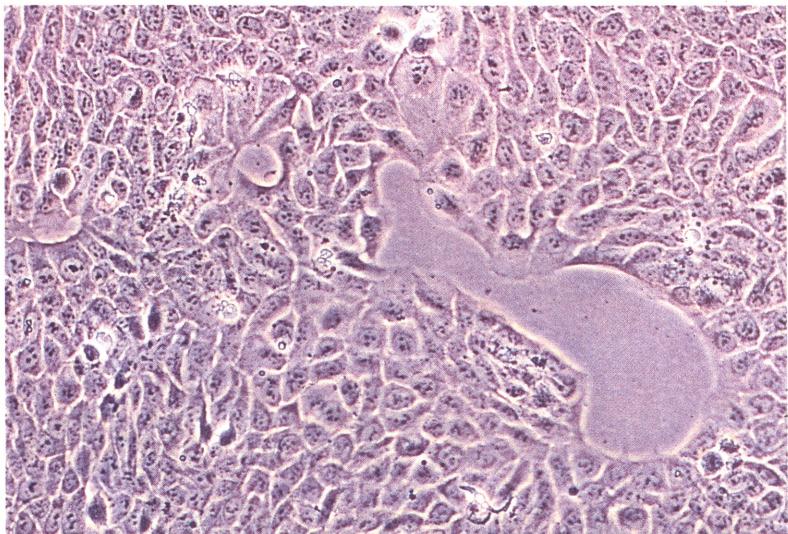


Methotrexat



Calcipotriol





7 Mikroskopische Aufnahme von psoriatischen Oberhautzellen, 36fach vergrößert.

oben:

Keratinozyten im normalen Zellverband.

unten:

Zellverband nach Einwirkung von Dithranol.

Dithranols und synthetisieren neue Wirkstoffe – die Bearbeitung dieses Problems in unserem Projekt nahegelegt hat. Weitaus gravierender sind aber Veränderungen, die durch Dithranol in der Umgebung der psoriatischen Herde hervorgerufen werden: Hautrötungen bis hin zur schmerzhaften Entzündung der gesunden Haut. Diese Nebenwirkung kann so schwerwiegend sein, daß eine erfolgversprechende Therapie abgebrochen werden muß.

■ **Psoralene 6 – nur mit Sonnenbrille:** Psoralene werden zusammen mit langwelligem ultravioletten Licht (UV-A-Licht der Wellenlänge 320–380 nm) als sogenannte PUVA-Therapie eingesetzt. Der Patient wird 2 Stunden nach Psoralengabe in Lichtkabinen mit UV-A bestrahlt. Die psoriatischen Herde verschwinden, daneben wird der Körper braun. Die Farbe weicht von der Sonnenbräune zwar etwas ab, vermittelt aber wie diese den Eindruck »gesund«. PUVA schien die Lösung der Probleme mit dem Dithranol zu sein: kein Auftragen und schwieriges Abwaschen von Salben, keine verschmierte Wäsche, dazu die Braunfärbung ... Bei Gesunden wurde PUVA sogar zur Bräunung mißbraucht. Dann gab es erste Hinweise auf mutagene und evtl. karzinogene Effekte, die PUVA-Therapie heute nur bei strenger Indikation und sorgfältiger Beobachtung

der Patienten zulassen. Hinzu kommen Verbrennungen bei UV-A-Überdosierungen, außerdem müssen die Patienten unter Psoralen 8–12 Stunden streng vor Sonnenlicht geschützt werden. Insbesondere die Augen sind gefährdet. Die Patienten müssen eine geeignete Sonnenbrille tragen.

■ **Methotrexat 6:** Diese Substanz sollte sehr schweren, ansonsten therapieresistenten Fällen vorbehalten bleiben. Es ist ein Cytostatikum, d.h. es hemmt die bei der Psoriasis überschießende Zellbildung.

■ **Cyclosporin A – in schweren Fällen:** Wir haben darauf hingewiesen, daß es keine beweiskräftigen Argumente für die Auffassung gibt, Psoriasis sei eine Autoimmunerkrankung. Die Mitwirkung einzelner Komponenten des Immunsystems steht dem nicht entgegen. In diesem Zusammenhang ist auch das einleitend genannte Cyclosporin A zu nennen: Es wird vielfach eingesetzt, um das Abstoßen transplantiertener Organe zu verhindern, denn es wirkt immunsuppressiv auf T-Helferzellen des Organismus. Bei Psoriatikern wird es in schweren Fällen, besonders bei Psoriasis mit Gelenkbeteiligung, eingesetzt. Nachteilig sind Nierenfunktionsstörungen. Sie sind dosisabhängig, so daß der Patient auf eine möglichst niedrige Dosis eingestellt werden muß. Wegen dieser Nebenwirkung sind bei der psoriasisbedingten Langzeitanwendung dieses sehr wirksamen Medikamentes Nutzen und Risiko besonders sorgfältig abzuwagen. Die biochemische Wirkungsweise von Cyclosporin A ist gut bekannt.

■ **Retinoide – von Vitamin A abgeleitet:** Beim Sehvorgang in der Netzhaut (Retina) spielt Vitamin A eine große Rolle. Daher kann Vitamin A nicht zur Dauerbehandlung der Psoriasis eingesetzt werden. Retinoide sind Verwandte des Vitamins A, die aber nicht in den Sehvorgang eingreifen. Wie die Muttersubstanz Vitamin A normalisieren diese Verbindungen das Wachstum und die Differenzierungen von Haut- und Schleimhautzellen. Ein spezifischer Rezeptor der Retinoide könnte für die Mißbildungen im Skelett des Foetus unter der Retinoid-Therapie verantwortlich sein. Dennoch sind Retinoide bei Beachtung der strengen Indikation, bei gesicherter Kontrazeption und bei Hinnahme vieler Nebenwirkungen – Lippenentzündung, Abstoßung der obersten Hornschicht an Handflächen und Fußsohlen, Haarausfall während der Behandlung – mit unterschiedlicher Häufigkeit im Rahmen der Therapie durch einen erfahrenen Arzt auch bei oraler Gabe ein wesentlicher Fortschritt in der Psoriasis-Behandlung.

■ **Calcipotriol 6 und Tacalcitol – Folgen einer Zufallsentdeckung:** Diese neuen Wirkstoffe leiten sich vom Vitamin D<sub>3</sub> ab. Japanische Ärzte beobachteten bei einer Osteoporose-Psoriasis-Patientin, daß sich die Psoriasis unter Vitamin D<sub>3</sub> als Medikament zur Behandlung der Osteoporose deutlich besserte. Während Vitamin D<sub>3</sub> seiner Hauptaufgabe entsprechend in den Calciumhaushalt eingreift, fällt das bei den genannten Derivaten bei Anwendung auf der Haut in therapeutischen Dosen kaum ins Gewicht. Calcipotriol und Tacalcitol wirken auf Bildung und Differenzierung

von Zellen ähnlich wie der eigentliche Wirkstoff Calcitriol, der aus Vitamin D<sub>3</sub> im Körper entsteht. Die bei der Psoriasis übersteigerte Zellbildung wird reduziert. Trotz der geringen Wirkung auf den Calciumstoffwechsel und trotz der niedrigen Resorptionsrate muß der Calciumhaushalt überwacht werden. Diese Vitamin D-Derivate werden daher zur Behandlung umschriebener Herde in Einzeltherapie, zur Kombination mit UV-B-Bestrahlung und zur Intervallbehandlung empfohlen.

■ **Corticosteroide:** Physiologisch ist Hydrocortison, ein Steroidhormon der Nebennierenrinde (dies hat den Namen der Substanzklasse geprägt), das zur Stressbewältigung unumgänglich ist und den Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Fett-Stoffwechsel sowie den Elektrolythaushalt beeinflußt. Von daher sind die zahlreichen Nebenwirkungen der Corticosteroide und die Ängste weiter Kreise der Bevölkerung gegen diese Verbindungen zu verstehen. Aber für erfahrene Ärzte sind Corticosteroide unverzichtbare Medikamente, auch bei bestimmten Formen der Psoriasis als Salben. Kosten und Nebenwirkungen werden gemindert, wenn im Tag/Nacht-Rhythmus mit corticoidhaltiger/corticoidfreier Salbe behandelt wird. Die systemische Gabe von Corticosteroiden ist schweren Psoriasisfällen in der Klinik vorbehalten. Zudem sind Haupt- und Nebenwirkungen in den modernen synthetischen Präparaten unterschiedlich stark ausgeprägt.

#### **Dithranol und »Super-Sauerstoff«: ein »Mega-Bündnis« gegen Psoriasis**

Im Rahmen der Psoriasisforschung bearbeiten wir den Wirkungsmechanismus des Dithranols und entwickeln vom Dithranol abgeleitete Wirkstoffe. Da Dithranol auf der Haut rasch abgebaut wird – letztlich zum Dithranolbraun –, kann die Substanz selbst nicht für die Wirkung verantwortlich sein, und auch die bekannten Abbauprodukte sind nicht aktiv. Wie ist dann aber die gute Wirkung gegen Psoriasis zu verstehen? Es war lange bekannt, daß der Sauerstoffverbrauch in psoriatischer Haut doppelt so hoch ist wie in der gesunden Haut. Dieser Sauerstoffverbrauch vermindert sich bei Behandlung mit Dithranol, insbesondere bei zusätzlicher UV-Bestrahlung. Was aber macht das Dithranol mit dem Sauerstoff?

Der natürliche Sauerstoff, den wir täglich einatmen, ist vergleichsweise harmlos, d.h. er reagiert nicht leicht mit organischen Substanzen. Dies ist auf die spezielle Anordnung seiner Elektronen im Molekül zurückzuführen, die sich vom elektronischen Zustand der meisten organischen Verbindungen unterscheidet. Einer direkten Umsetzung von Sauerstoff mit diesen Substanzen hat die Natur damit einen Riegel vorgeschoben, sie ist »verboten«, und das ist gut so, denn sonst würden wir spontan von Luftsauerstoff verbrannt werden.

Nun kommt die Aufgabe des Dithranols: Bei geeigneter Bestrahlung/Belichtung nimmt es Lichtenergie auf und gibt diese an Sauerstoff weiter. Dadurch kann es die Elektronenanordnung des Sauerstoffes derart verändern – Sauerstoff wird

angeregt zum reaktiven Singulett-Sauerstoff –, daß dieser sich mit organischen Substanzen umsetzen kann. Im Gegensatz zu den oben besprochenen Psoralenen wirkt Dithranol außerdem auch ohne zusätzliche Belichtung. Dithranol kann Sauerstoff auch so aktivieren, daß es ein Elektron auf Sauerstoff überträgt – er wird reduziert – und ihn damit zum »Super-Sauerstoff« macht; dieser teilreduzierte Sauerstoff wird als Superoxid bezeichnet. Dithranol selbst hat jetzt ein Elektron weniger – chemisch gesehen wurde es oxidiert – und liegt als Radikal vor. Das Dithranol-Radikal trägt wahrscheinlich nicht zur Wirkung bei – Dithranol wird im Organismus zu Chrysazin **6** umgesetzt.

Ist dann aber das Superoxid für die Wirkung verantwortlich? Superoxid wird im Körper durch ein entsprechendes Enzym – dieses Enzym, Superoxid-Dismutase, verwendet man auch als Arzneistoff gegen Gelenkentzündungen – oder auch spontan zu Wasserstoffperoxid umgesetzt. In Gegenwart von Eisen, das im menschlichen Körper fast überall vorkommt, entsteht aus Superoxid und Wasserstoffperoxid das hochaggressive Hydroxyl-Radikal. Dieses Radikal kann sich das zur Wasserbildung fehlende Wasserstoffatom von fast allen organischen Substanzen holen: Es kann mit den wichtigsten Biomolekülen reagieren, die für die Zellvermehrung entscheidend sind, und darüber hinaus Enzyme schädigen, die Botenstoffe der Entzündung produzieren. Damit wäre denn auch die Gesamtstrecke bei der Umwandlung von Sauerstoff zu Wasser zurückgelegt – Sauerstoff wurde zu Wasser reduziert.

Die sogenannten reaktiven Sauerstoffspezies Singulett-Sauerstoff, Superoxid, Wasserstoffperoxid und Hydroxyl-Radikal sind für die Wirkung des Dithranols verantwortlich: Dithranol hemmt zahlreiche Enzyme, die für Entzündungen und Zellvermehrungen (mit)verantwortlich sind, es verändert Zellmembranen, hauptsächlich durch Angriff der reaktiven Sauerstoffspezies an ungesättigten Fettsäuren, es greift in die Biosynthese wichtiger Botenstoffe der Entzündung und Zellproliferation **7** ein, und es reduziert die Zellatmung. Dithranol unterdrückt die DNS-Synthese in der Oberhaut, es hemmt die Verdoppelung der DNS und die DNS-Reparaturmechanismen.

Auf die Nachteile des Dithranols – Verfärbung, insbesondere Entzündung – haben wir hingewiesen. Wir wissen aus der Zusammenarbeit mit unserer Partneruniversität in Ljubljana, Slowenien, daß das Polymer Dithranolbraun langlebige Kohlenstoff- und Sauerstoff-zentrierte Radikale (Moleküle mit einem ungepaarten Elektron im Grundzustand) enthält. Nach unveröffentlichten Ergebnissen aus dieser Zusammenarbeit sind Dithranolbraun und das die Dunkelfärbung der Dickdarmschleimhaut bewirkende Polymer, das sich nach langer Verwendung anthrachinonhaltiger Abführmittel dort einlagert (Melanosis coli), miteinander verwandt.

#### **Entwicklung neuer, vom Dithranol abgeleiteter Wirkstoffe**

Die Forschung auf dem Gebiet der antipsoriatisch wirksamen Medikamente wird durch den Mangel

Prof. Dr. rer. nat.

**Klaus Müller**

Apotheker,

geb. 1956 in Darmstadt.

Studium der Pharmazie an der

Universität Regensburg,

1985 dort Promotion.

1986–1987 als Stipendiat der

Deutschen Forschungsgemeinschaft

an der Freien Universität Berlin,

1988 einjähriger Forschungs-

aufenthalt an der University of

California, Los Angeles.

1994 Habilitation für Pharma-

zeutische Chemie an der

Universität Regensburg,

seit Herbst 1996 Professor an der

Universität Münster.

*Forschungsbereiche:*

Entwicklung von Arzneistoffen

gegen Schuppenflechte,

Reaktive Sauerstoffspezies,

Protein-Kinase-Inhibitoren.

Prof. Dr. rer. nat.

**Wolfgang Wiegreb**

Apotheker,

geb. 1932 in Barntrup/Lippe.

1953–1955 Apothekerpraktikant,

1955–1958 Studium der

Pharmazie an der Technischen

Hochschule Braunschweig.

1961 dort Promotion auf

alkaloidchemischem Gebiet.

1966 Habilitation für

Pharmazeutische Chemie.

1970 Professor für Pharma-

zeutische Chemie an der

Universität Frankfurt/Main,

1971 Ordinarius an der

Universität Bern/Schweiz.

Seit 1975 Lehrstuhl für

Pharmazeutische Chemie an der

Universität Regensburg.

*Forschungsbereiche:*

Isochinolin- und Phenanthro-

indolizidin-Alkaloide, ortho-Effekte

in der Massenspektrometrie,

Wirkungsmechanismus zell-

proliferationshemmender Anthrone.

an geeigneten Tiermodellen erschwert: Die Psoriasis kann nicht auf Tiere übertragen werden, da sie genetisch fixiert ist. An der Entwicklung entsprechender transgener Mäuse wird international gearbeitet.

Darf man bei Tieren von »Entwicklung« sprechen? Welches Wort ist angemessen? Viele Antipsoriatika, z. B. das schon erwähnte Cyclosporin, die Psoralene und Retinoide sind Zufallsentdeckungen oder wurden wegen ihrer Wirksamkeit bei anderen Hauterkrankungen bei Psoriasispatienten probeweise eingesetzt. Der vergleichsweise nur langsame Fortschritt bei den Psoriasis-Therapien macht uns im Blick auf tierversuchsgestützte Therapiemöglichkeiten, z. B. bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, deutlich, wie viele therapeutische Verbesserungen wir Tierversuchen verdanken.

Wir synthetisieren und prüfen vom Dithranol abgeleitete Wirkstoffe 6, die das Zellwachstum wie Dithranol oder stärker hemmen, ohne die genannten Nebenwirkungen aufzuweisen. Da das Dithranol-Grundgerüst, wie unsere Untersuchungen zeigen, für das Eindringen des Dithranols und seiner Verwandten in die unterste Schicht der Oberhaut, in der sich die neuen Oberhautzellen bilden, sehr günstig ist, haben wir diese Grundstruktur beibehalten.

Wir haben Dithranol-Derivate synthetisiert, in denen eines oder beide Wasserstoff-Atome in 10-Position – von dieser Stelle aus überträgt Dithranol als Anion ein Elektron auf Sauerstoff – ersetzt sind, um die Bildung reaktiver Sauerstoffspezies zu kontrollieren, die für die Wirkung des Dithranols, aber auch für die Entzündung der gesunden Haut verantwortlich sind. Hier muß also eine ausgewogene Situation gefunden werden.

Blicken wir noch einmal auf das Puzzle 5. Botenstoffe wie Leukotriene B<sub>4</sub> und 12-HETE, welche die weißen Blutkörperchen anlocken und damit zu deren Einwanderung ins Gewebe beitragen – mit der Folge Entzündung und auch Steigerung der Zellvermehrung –, werden durch die Enzyme 5- bzw. 12-Lipoxygenase gebildet. Die Konzentrationen dieser Botenstoffe sind in psoriatischen Herden gegenüber der gesunden Haut massiv erhöht. Als Testmodelle zum Studium der Effekte unserer neuen Wirkstoffe, vor allem im Hinblick auf die entzündliche Komponente der Psoriasis, dienen uns daher die Hemmung der 5-Lipoxygenase in weißen Blutkörperchen und der 12-Lipoxygenase aus Mäusehautzellen. Die 5-Lipoxygenase-Produkte werden durch Sauerstoffanlagerung an eine Radikal-Vorstufe, die das Enzym wiederum aus einer mehrfach ungesättigten Fettsäure bildet, biologisch hergestellt. Von daher ist verständlich, daß viele Antioxidantien die 5-Lipoxygenase hemmen. Antioxidantien – natürlich vorkommende Antioxidantien sind z. B. Beta-Carotin (in Karotten), Vitamin C und Vitamin E – zerstören auch reaktive Sauerstoffspezies, die allgemein Zellen – somit auch die der Haut – schädigen. Wünschenswert sind daher Verbindungen, die sowohl die enzymatische als auch die nicht-enzymatische Oxidation von Fettsäuren hemmen. Die Sauerstoff-aktivieren-

den Effekte unserer neuen Verbindungen werden anhand eines speziellen DNS-Abbaus bestimmt, und antioxidative Wirkungen werden an Modellmembranen gemessen, beides im Vergleich mit dem Therapeutikum Dithranol als Standard.

Wir haben eingangs auf die übermäßige Vermehrung der Hautzellen bei der Psoriasis hingewiesen. Daher werden auch die Einflüsse unserer Verbindungen auf menschliche Keratinozyten in Zellkulturen bestimmt. Wir beobachten in vielen Fällen, daß die Wachstumshemmung mit der Hemmung der 5-Lipoxygenase korreliert.

Radikalbildungen werden mit einem einfachen Test grob nachgewiesen. Unsere vermutlich wirksamsten Verbindungen werden von unseren Partnern in Ljubljana, Slowenien, in bezug auf Reaktivität gegenüber Radikalen mit Hilfe der Elektronenspinresonanz-Spektroskopie untersucht.

Die Bildungsrate reaktiver Sauerstoffspezies durch die neuen Wirkstoffe ist im Vergleich zu Dithranol niedriger. Einige Verbindungen hemmen wie gewünscht sehr stark die Fettsäureoxidation. Diese Eigenschaften korrelieren nicht mit der Hemmung der 5-Lipoxygenase: vermutlich wirken unsere Substanzen selektiv auf dieses Enzym und nicht unspezifisch durch Radikalreduktion. Trotz der gegenüber Dithranol verminderten Bildung reaktiver Sauerstoffspezies bleibt die hemmende Wirkung auf die Zellvermehrung erhalten. Nach bisherigen präklinischen Untersuchungen an Kaninchen führt das im Gegensatz zu Dithranol nicht zur Hautentzündung. Erste klinische Studien bestätigen diesen Effekt. Einer unserer neuen, vom Dithranol durch Einbau von Phenylacyl-Gruppen abgeleiteten Wirkstoffe wird z. Zt. klinisch geprüft, d. h. die Wirksamkeit wird erst einmal an einer begrenzten Zahl stationärer Patienten untersucht.

### Schlußbetrachtung

Die Psoriasis tritt in sehr vielen Formen auf, die trotz starker Ähnlichkeiten in den biochemischen Grundlagen klinisch sehr unterschiedlich sind und dementsprechend die dem jeweiligen Patienten angemessene, von erfahrenen Dermatologen ausgewählte und kontrollierte Therapie erfordern. Auch wenn die Psoriasis wegen der genetischen Fixierung prinzipiell nicht heilbar ist, kann der Arzt die Leiden des Psoriatikers mindern und seine Lebensqualität erhöhen. Für Arzt und Patient stehen die klinischen Aspekte im Vordergrund; wir bemühen uns, durch das Verständnis der zugrundeliegenden biochemischen Vorgänge spezifisch wirkende Arzneistoffe zu entwickeln.

Literatur zum Thema und Bildnachweis ► Seite 83

Name/Vorname Auftraggeber:

*Bitte  
freimachen  
1,00*

Anschrift:

Antwortkarte

**Universitätsverlag Regensburg GmbH  
Vertrieb**

B 9/97

**93042 Regensburg**

Name/Vorname Auftraggeber:

*Bitte  
freimachen  
1,00*

Anschrift:

Antwortkarte

**Universitätsverlag Regensburg GmbH  
Vertrieb**

B 9/97

**93042 Regensburg**

Name/Vorname Auftraggeber:

*Bitte  
freimachen  
1,00*

Anschrift:

Antwortkarte

**Universitätsverlag Regensburg GmbH  
Vertrieb**

B 9/97

**93042 Regensburg**

## Abonnement

Ich möchte **Blick in die Wissenschaft**

abonnieren.

Das Abonnement soll beginnen

ab Heft Nr. ....

DM 10 Preis pro Heft (Einzelheft DM 12)

DM 7 ermäßigt für Schüler, Studenten und

Akademiker im Vorbereitungsdienst

(mit beiliegender Bescheinigung).

Das Abonnement wird automatisch weitergeführt,  
wenn es nicht schriftlich beim Verlag gekündigt  
wird.

*Datum/Unterschrift:*

.....

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

gegen Rechnung

durch Bankeinzug

*Bank:*

.....

*BLZ/Konto:*

.....

Garantie: Ich kann diese Bestellung innerhalb von  
10 Tagen schriftlich beim Verlag widerrufen.

Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige  
Absendung des Widerrufs.

*Datum/Unterschrift:*

.....

## Geschenk-Abonnement

Ich möchte **Blick in die Wissenschaft**

verschenken. Das Abonnement ab

Heft Nr. .... erhält

*Name Empfänger:*

.....

*Anschrift:*

.....

.....

.....

Das Abonnement wird automatisch weitergeführt,  
wenn es nicht schriftlich beim Verlag gekündigt  
wird.

*Datum/Unterschrift Auftraggeber:*

.....

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

gegen Rechnung

durch Bankeinzug

*Bank:*

.....

*BLZ/Konto:*

.....

Garantie: Ich kann diese Bestellung innerhalb von  
10 Tagen schriftlich beim Verlag widerrufen.

Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige  
Absendung des Widerrufs.

*Datum/Unterschrift Auftraggeber:*

.....

## Nachbestellung

Ich bestelle folgende Ausgaben gegen Rechnung:

<input type="checkbox"/> Heft Nr. 4	Sonderpreis DM 10
<input type="checkbox"/> Heft Nr. 5	Sonderpreis DM 10
<input type="checkbox"/> Heft Nr. 6	Sonderpreis DM 10
<input type="checkbox"/> Heft Nr. 7	Sonderpreis DM 10
<input type="checkbox"/> Heft Nr. 8	Sonderpreis DM 10

zusätzlich Versandkosten

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

- gegen Rechnung
- durch Bankeinzug

*Bank:*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

*Datum/Unterschrift:*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

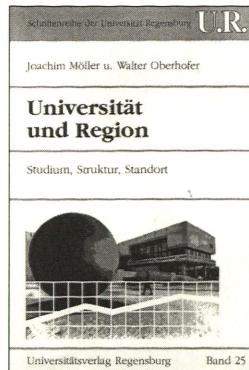
.....

.....

**U.R. 25**  
**Jubiläumsband**  
 Joachim Möller/  
 Walter Oberhofer (Hrsg.)  
**Universität und Region**  
 Studium, Struktur, Standort  
 224 Seiten  
 mit zahlreichen  
 Abbildungen

ISBN 3-930480-66-2

DM 39,80



NEU

**U.R. 25** Wie beurteilen die Studenten ihre Universität? Woher kommen und wohin gehen die Studenten, wenn sie ihr Studium beendet haben? Wie viele regionale Arbeitsplätze hängen an der Universität? Zum dreißigjährigen Bestehen der Universität Regensburg legen die beiden Lehrstuhlinhaber für Volkswirtschaftslehre eine höchst aufschlußreiche Studie vor, die sich erstmals mit den Auswirkungen der Universität auf ihre Absolventen, auf die regionale Wirtschaft und den damit zusammenhängenden Problemen befaßt.

**Universitätsverlag Regensburg**

Schriftenreihe der Universität Regensburg

**U.R.**

**U.R. 24** Fast drei Jahrhunderte lang lenkte der „Pfälzer Löwe“ von seinem Herrschaftssitz in Heidelberg in der „Unteren Pfalz“ die politischen Geschicke des altbayerischen Landes nördlich von Regensburg, der sogenannten „Oberen Pfalz“, aus der später die Oberpfalz wurde. Die Beiträge dieses Buches beleuchten – zumeist auf der Grundlage von neuen Quellenfunden – wichtige Ereignisse der Oberpfälzer Geschichte.



NEU

**U.R. 24**  
 Hans-Jürgen Becker (Hrsg.)  
**Der Pfälzer Löwe in Bayern**  
 Zur Geschichte der Oberpfalz in der kurpfälzischen Epoche

224 Seiten  
 mit zahlreichen  
 Abbildungen

ISBN 3-930480-42-5

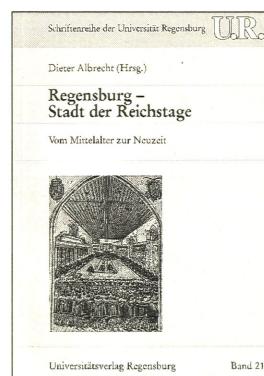
DM 39,80

**Universitätsverlag Regensburg**

Schriftenreihe der Universität Regensburg

**U.R.**

**U.R. 21**  
 Dieter Albrecht (Hg.)  
**Regensburg – Stadt der Reichstage**  
 Reichsversammlungen vom Mittelalter bis zur Neuzeit  
 192 Seiten  
 mit zahlreichen  
 Abbildungen  
 ISBN 3-9803470-9-5  
 DM 29,80



**U.R. 21** Auf der Suche nach demokratischen Traditionen in der deutschen Geschichte und nach Vorläufern des deutschen Parlamentarismus kommt den Ständeversammlungen des Alten Reiches eine besondere Bedeutung zu. Die Reichstage des Kaisers, die seit 1582 ausschließlich in Regensburg stattfanden und hier in den bis 1806 tagenden Immerwährenden Reichstag übergingen, waren Ausdruck korporativer Freiheit. Als ein neben dem Kaiser bestehender zweiter Herrschaftsträger und eigenständiger Rechtskreis verhinderte der Reichstag den unkontrollierten Machtgebrauch.

**Universitätsverlag Regensburg**

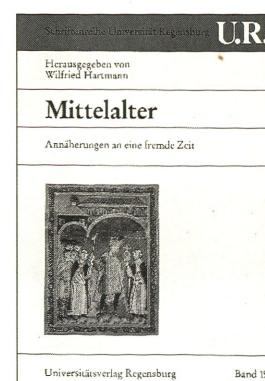
Schriftenreihe der Universität Regensburg

**U.R.**

**U.R. 19** Seltsam und mitunter sogar unverständlich erscheinen uns heute die Lebensformen in der Welt des Mittelalters – eine fremde Zeit? Und doch sind in vielerlei Hinsicht die modernen Umgangsweisen, unser soziales Mit- und Gegeneinander, die Spielregeln des gesellschaftlichen und politischen Lebens im Mittelalter entstanden und vom Mittelalter geprägt. Im steten Bezug zu heute führen fünf bedeutende Mittelalter-Forscher des deutschen Sprachraums die wichtigsten Aspekte des Lebens und Denkens dieser geschichtlichen Epoche vor. Eine fremde Zeit rückt uns näher.

Mit Beiträgen von Hartmut Boockmann, Johannes Fried, Gerhard Oexle, Herwig Wolfram und Horst Fuhrmann.

Eine Vortragsreihe der Universität Regensburg anlässlich der Emeritierung von Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Horst Fuhrmann, von 1972 bis 1992 Professor für Geschichte an der Universität Regensburg.



**U.R. 19**  
 Wilfried Hartmann (Hg.)  
**Mittelalter**  
 Annäherungen an eine fremde Zeit

144 Seiten  
 mit zahlreichen  
 Abbildungen  
 brocht

ISBN 3-9803470-0-1

DM 24,80

**Universitätsverlag Regensburg**

Schriftenreihe der Universität Regensburg

**U.R.**

# Klinische Forschung

## Notwendigkeit und Probleme

### Standpunkt

Immer wieder steht hierzulande die medizinische Forschung im Kreuzfeuer öffentlicher Kritik – und doch ist und bleibt sie unverzichtbar, dient unser aller Nutzen. Gegenstand und Methodik bereiten ohnehin Schwierigkeiten genug, desto mißlicher daher, daß sich klinische Forscher heute im Arbeitsalltag vielfach auch noch mit unnötigen Widerständen und unbefriedigenden Rahmenbedingungen konfrontiert sehen. Die strukturellen Mißstände werden Punkt für Punkt benannt und analysiert, Wege zur Abhilfe skizziert.

### Wesen und Ziele klinischer Forschung

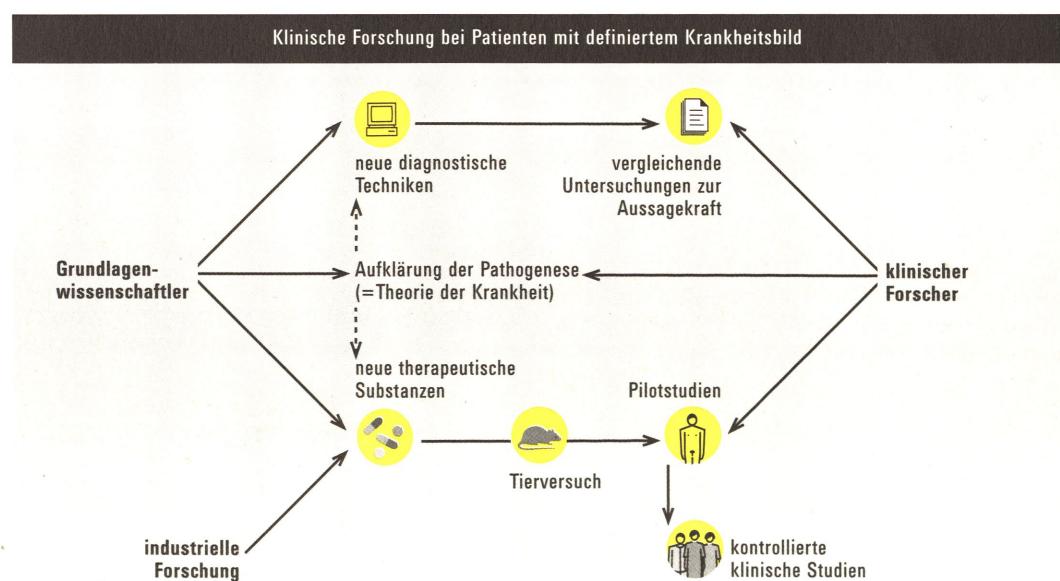
Unter dem Begriff »klinische Forschung« können alle wissenschaftlichen Bemühungen zusammengefaßt werden, die entweder der Aufklärung von Krankheitsphänomenen dienen und von klinischen Beobachtungen und Fragestellungen ausgehen oder die Wertigkeit diagnostischer und therapeutischer Verfahren analysieren und definieren. Klinische Forschung kann, muß aber nicht in praktisch anwendbare diagnostische und therapeutische Verfahren münden. Sie soll aber darauf abzielen, unser Wissen über Ursachen, Entstehung, Diagnostik, Prognose oder Therapie von Krankheiten zu erweitern und zu vertiefen. Die vielfach diskutierte Trennung in angewandte und Grundlagenforschung läßt sich am ehesten durch ihre Zielsetzung definieren: Angewandte oder praktische Forschung geschieht

zum Wohle **des** Kranken, Grundlagen- oder systematische Forschung zum Wohle **der** Kranken.

Klinische Forschung legt die wissenschaftliche Grundlage ärztlichen Handelns, das aber ebenso durch Erfahrung und durch Prinzipien außerhalb von Wissenschaft und Erfahrung, wie Hilfsbereitschaft, persönliche Zuwendung zum Kranken in seiner ganzen Person und Einfühlungsvermögen, bestimmt wird.

Bei der klinischen Forschung unmittelbar am Kranken sind verschiedene Wege möglich, um Erkenntnis zu gewinnen: Einzelfallbeschreibung und -analyse, Fall-Kontrollstudien, Kohortenstudien, Vergleiche verschiedener diagnostischer Verfahren und therapeutische Untersuchungen, die von Einzeltherapieversuchen über offene Therapiestudien bis zu den heute meist geforderten statistisch validen kontrollierten, doppelblinden Untersuchungen an größeren Patientengruppen reichen. Während der praktische Wert der letztgenannten Verfahren offenkundig ist, werden die erstgenannten Wege oft zu Unrecht gering eingeschätzt. Die sorgfältige Analyse eines Einzelfalles kann wichtige Aufschlüsse geben und hat beispielsweise anhand eines einzelnen Patienten mit einem hormonbildenden Tumor zur Entdeckung des Zusammenhangs zwischen enterochromaffinen Zellen und dem Hormon Serotonin geführt. Studien an Kohorten von Patienten haben die Sequenz Virushepatitis – chronische Leberentzündung – Leberzirrhose – Leberzellkarzinom gesichert.

1 Klinische Forschung ist ohne Grundlagenwissenschaften nicht denkbar. Zahlreiche Fachgebiete bilden das ständig wachsende Spektrum, in erster Linie sind es die Biochemie, Biologie, Biophysik, Chemie, Genetik, Immunologie, Mikrobiologie, Morphologie, Pharmakologie, Physiologie, Zell- und Molekularbiologie.



Die Bedeutung all dieser Verfahren sowohl für den Erkenntnisgewinn als auch für die Schaffung von Handlungsrichtlinien für den Arzt ist umstritten und klar zu belegen. Das Defizit dieser Methoden liegt in ihrem fehlenden oder zu geringen Erklärungspotential für die klinischen Phänomene. Sie vermögen Hypothesen hervorzu bringen, können diese aber meist weder bestätigen noch widerlegen. Zu diesem Zweck muß die zweite Komponente des Methodenspektrums klinischer Forschung, die biomedizinische Grundlagenforschung (Biochemie, Biophysik, Immunologie, Zell- und Molekularbiologie) eingesetzt werden. Somit ist klinische Forschung durch ein breites Spektrum an Methoden, das von der Einzelfallbeschreibung bis zu modernen Verfahren biologischer Grundlagenforschung reicht, charakterisiert; diese Methoden müssen sehr unterschiedlichen Fragestellungen entsprechend differenziert eingesetzt werden.

### Klinische Forschung ist unverzichtbar

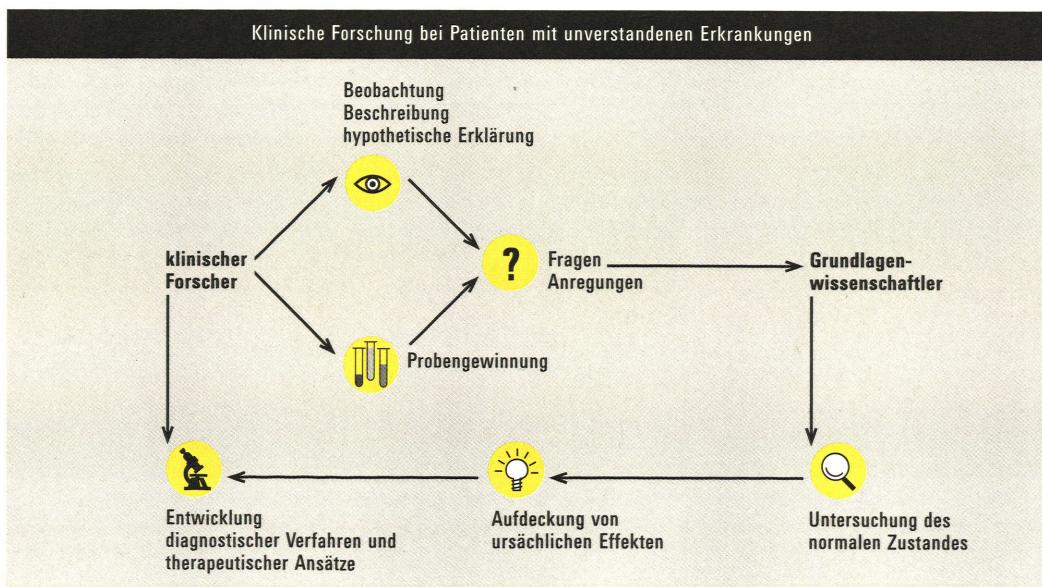
Die Notwendigkeit klinischer Forschung läßt sich durch mehrere Aspekte belegen:

■ Klinische Forschung ist unerlässlich für die **Begründung rationalen ärztlichen Handelns**. Sie liefert beispielsweise durch Studien über die Aussagekraft verschiedener diagnostischer Methoden oder die Wirkung unterschiedlicher therapeutischer Verfahren unmittelbar Handlungsanweisungen für den Arzt **1**. Klinische Studien können auch klare Beurteilungskriterien für den Verlauf und die Prognose einer Krankheit vermitteln. Diese Art klinischer Forschung liefert das Wissen und setzt die Normen, an denen sich ärztliches Handeln entwickeln kann. Weder Erkenntnisse klinischer Forschung noch Erfahrungen der empirischen Medizin dürfen als Normen ärztlichen Handelns ignoriert werden. Dieses Handeln kann nur verantwortet werden, wenn der Arzt aufgrund von Wissen und Erfahrung und nach den Gesetzen der Logik seine Maßnahmen begründet und deren Folgen abwägt. Natürlich kann der Arzt im Einzelfall auch von wissenschaftlichen Normen abweichen. Er sollte sich aber stets darüber im

klaren sein, wann, warum und wie er das tut. Die Sprache bringt das zum Ausdruck, wenn im Begriff des gewissenhaften Handelns das Wort »Wissen« mitschwingt. Wie oben erwähnt, sind Ergebnisse klinischer Forschung aber nur eine und nicht die einzige Grundlage ärztlichen Handelns.

■ Klinische Forschung, die der **Erklärung von Krankheitsphänomenen** dient, führt häufig von der Klinik weg bis in Bereiche der biologischen Grundlagenwissenschaften. Diese naturwissenschaftlich orientierte Forschung ist notwendig, um durch Verbesserung der Kenntnis molekularer, zellbiologischer und physiologischer Vorgänge Zugang zum Verständnis von Störungen dieser Prozesse zu finden. Nach heutigen Vorstellungen liegt allen somatischen Krankheiten und wohl auch der Mehrzahl der »funktionellen Syndrome« eine Störung in einem oder mehreren der genannten Bereiche zugrunde. Im Falle der »funktionellen Störungen« ist dieser Defekt meist noch nicht bekannt, was die Notwendigkeit entsprechender Untersuchungen unterstreicht.

Erst die Kenntnis der grundlegenden Störung auf molekularer, zellulärer oder Organebene erlaubt es, exakte Methoden zur Diagnose der entsprechenden Erkrankung und therapeutische Ansätze zu entwickeln. Jede gezielte Entwicklung therapeutischer, insbesondere medikamentöser Prinzipien muß auf einem fundierten Verständnis der pathophysiologischen Zusammenhänge beruhen **2**. Typische Beispiele sind die aufgrund des fehlenden oder zu geringen Verständnisses der Ätiologie und Pathogenese immer noch unzureichenden therapeutischen Möglichkeiten bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen oder umgekehrt die durch neue Befunde möglich erscheinende Therapie der Mukoviszidose und anderer Erbkrankheiten. Auch Verbesserungen bereits bestehender Therapiekonzepte werden durch Anwendung von Kenntnissen der biomedizinischen Grundlagenforschung möglich, wie beispielsweise in der Onkologie durch die Anwendung von Zytokinen zur Behandlung des durch Chemotherapie induzierten Mangels an weißen Blutzellen deutlich wird.



**2** »Daß alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung anfange, daran besteht kein Zweifel.«  
Immanuel Kant

Jede klinische Beobachtung kann Fragen aufwerfen, die nach ihrer wissenschaftlichen Klärung zu besseren Behandlungsmethoden für Patienten führen.



Der weitgespannte Bogen von der klinischen Beobachtung über das Forschungslabor zurück zur klinischen Anwendung ist nur vom klinischen Forscher in Zusammenarbeit mit der Grundlagenforschung zu ziehen.

Diese Art der klinischen Forschung führt häufiger, aber nicht zwangsläufig zur Klinik zurück, weil die Erklärung klinischer Phänomene oft auch Konsequenzen für die Diagnostik, prognostische Beurteilung und Therapie hat. Die Zwischenphase der Anwendung von Methoden der Grundlagenforschung kann, muß aber nicht fern von der Klinik in theoretisch arbeitenden Institutionen erfolgen. Idealerweise findet sie im Rahmen von Forschungsverbünden statt, beispielsweise in von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Sonderforschungsbereichen, die Kliniker und Theoretiker vereinen.

■ Klinische Forschung ist notwendig, um **Impulse für die biomedizinischen Grundlagenwissenschaften** zu geben. Die Entdeckung vieler wichtiger Phänomene der allgemeinen Biologie ist durch klinische Beobachtungen und klinische Forschung ausgelöst worden. Dies gilt z. B. für das Gebiet der inneren Sekretion, die Informationsvermittlung durch Botenstoffe, das von Paul Ehrlich aufgrund klinischer Beobachtungen entwickelte Konzept der Rezeptoren und die gesamte Immunologie.

■ Klinische Forschung ist notwendig wegen ihrer Rolle bei der **Ausbildung**. Sie vermittelt auch all jenen, die nur während einer begrenzten Zeitspanne von einigen Jahren selbst forschend tätig sind, wichtige Erfahrungen und den Umgang mit wissenschaftlichen Aussagen. Wer selbst forschend gearbeitet hat, kann die Ergebnisse anderer Forscher und ihre Implikationen für die eigene ärztliche Tätigkeit kritischer und fundierter beurteilen und aus solchen Ergebnissen rational begründbare und verlässliche Schlüsse ableiten. Auch in der Medizin gilt das Prinzip »Ausbildung durch Forschung«. Die Ausbildung von Studenten kann nur dann an Qualität und Erfolg gewinnen, wenn sich allgemeine Prinzipien und das Verständnis der Krankheitslehre überzeugend aus Ergebnissen und Befunden klinischer Forschung und nicht aus subjektiven Einschätzungen und Wunschvorstellungen ableiten lassen.

■ Schließlich ist klinische Forschung ethisch wertvoll, weil sie zum **Abbau von Vorurteilen, Dogmen und irrationalen Reaktionen** führen kann. Wissenschaftliche Erkenntnis zu gewinnen, ist immer auch eine Schulung im Abstrahieren von sich selbst, in Überwindung von Wunschedenken und in Selbstkritik. Diese Faktoren sind neben Wissen und Erfahrung wichtige Voraussetzung ärztlichen Handelns. Der häufig vorgebrachten These, daß Forschung am Kranken nur ethisch vertretbar ist, wenn sie unmittelbar in diagnostische und therapeutische Handlungen umgesetzt werden kann, ist deshalb entschieden zu widersprechen. Auch bei der Beurteilung von klinischen Forschungsprojekten durch Ethik-

kommissionen muß diesem Aspekt der klinischen Forschung Rechnung getragen werden.

### Probleme - Hindernisse - Widerstände

Wenn ein Mißverhältnis zwischen den erreichbaren und den erreichten Zielen einer Institution besteht, müssen die Ursachen dafür analysiert werden. In Deutschland arbeiten in der klinischen Forschung Forschergruppen und einzelne Forscher, die originelle, ja bahnbrechende Ergebnisse erzielt haben und internationale Reputation genießen. Trotz dieser herausragenden Leistungen auf einzelnen Gebieten ist jedoch ein allgemeines Defizit unverkennbar. Was sind die Gründe? Diese Frage ist um so mehr von Bedeutung, als vor dem Ersten Weltkrieg und bis in die zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts die klinische Forschung in Deutschland auf breiter Front Spitzenleistungen vollbrachte, so daß die Elite der klinischen Forscher aus aller Welt angezogen wurde. Die Gründe für die heutigen Defizite klinischer Forschung in Deutschland liegen teilweise im Objekt und in der Methodik der Forschung, vorwiegend aber in strukturellen Rahmenbedingungen.

■ Ein Problem klinischer Forschung stellt der hohe Grad der **Komplexität des Untersuchungsobjektes** dar: Die Reduktion auf einfache Untersuchungsobjekte mit streng definierten und einzeln variierbaren Versuchsbedingungen ist in der klinischen Forschung an Patienten in der Regel unmöglich, und nur wenige Krankheiten des Menschen sind im Tierexperiment ausreichend reproduzierbar. Die meisten Erkrankungen, insbesondere die mit chronischem Verlauf, können daher nur am Menschen selbst unter Einfluß von vielen Faktoren, die das Untersuchungsergebnis unübersichtlich beeinflussen können, untersucht werden. Erklärende klinische Forschung am Menschen kann in der Regel nur induktiv vorgehen. Manipulierende Experimente wie in einem Tierversuch sind aus ethischen Gründen ausgeschlossen. Der induktive Schluß ist erkenntnistheoretisch nicht zwingend. Aus diesem im Forschungsobjekt selbst liegenden Grund sind Ergebnisse klinischer Forschung oft schwieriger zu interpretieren als Ergebnisse der Naturwissenschaften.

Der Vergleich verschiedener diagnostischer oder therapeutischer Verfahren erfordert **zahlreiche Patienten**. Die Verfügbarkeit der entsprechenden Patienten entzieht sich jedoch im wesentlichen dem Einfluß des Untersuchers.

Der hohe Grad an Komplexität des Objektes, die oft erforderliche komplizierte Methodik und die fehlende Möglichkeit, den Zeitablauf vergleicher klinischer Studien selbst zu beeinflussen, schrecken begabte junge Forscher oft von der Hinwendung zur klinischen Forschung ab.

Klinische Forschung am Menschen erfordert zudem eine **zweifache Begabung**. Sie ist nur auf der Basis einer sorgfältigen, gezielten ärztlichen Untersuchung möglich, die der Klassifikation und Beschreibung der Krankheitsphänomene und der Erkennung und Bewertung zusätzlicher Faktoren, die das Ergebnis beeinflussen können, dient. Die Ergebnisse sind daher nur so gut wie die ärztliche

Beurteilung und Beobachtung des Kranken, dem immer auch besondere Zuwendung entgegengebracht werden muß. Klinische Forschung erfordert aber zugleich fundierte Kenntnisse entweder im Bereich einer Grundlagenwissenschaft oder biostatistischer Verfahren. Der Forscher muß die Anwendbarkeit, die Aussagefähigkeit und die Grenzen der angewandten Methode kritisch abschätzen können. Dies gelingt meist nur auf dem Boden einer mehrjährigen intensiven Ausbildung und Forschungstätigkeit im Bereich der Grundlagenwissenschaften.

### Strukturelle Probleme

Neben diesen der klinischen Forschung standortunabhängig immanenten Problemen gibt es zahlreiche weitere Schwierigkeiten, die **struktureller Natur** und daher einer Abhilfe zugänglich sind.

■ Die klinische Forschung in Deutschland leidet – anders als in anderen Ländern – unter überzogenen oder falschen **Erwartungen** ebenso wie unter unbegründeten **Befürchtungen** in der Öffentlichkeit. Die Erwartungen gehen oft irrig von der Annahme aus, daß klinische Forschung unmittelbar in neue diagnostische und therapeutische Fortschritte einmünden müsse. Wie oben erwähnt, ist dies aber keineswegs immer der Fall, und die »klinische Relevanz« darf nicht primär und ausschließlich die Wahl eines Forschungsthemas bestimmen.

Befürchtungen gegenüber der klinischen Forschung am Menschen gehen davon aus, daß durch eine falsch verstandene Objektivität die Person des Kranken in den Hintergrund tritt. Daher verzweigt man sich der Teilnahme an Projekten. Forschung wird unmöglich. Doch die Sorgen sind unbegründet, das »nil nocere« ist bei der klinischen Forschung wie beim ärztlichen Handeln oberstes Gebot. Es gibt zahlreiche Belege dafür, daß Patienten, die in Projekte klinischer Forschung einbezogen sind, sogar besser betreut werden, da sie einer intensiveren Beobachtung und Zuwendung unterliegen.

Weitere Vorbehalte richten sich gegen die oft zur Klärung der Grundlagen von Krankheitsphänomenen oder auch zur Entwicklung neuer therapeutischer Prinzipien erforderlichen **Tierexperimente**. Auf diese kann aber im Konzept einer gewissenhaften klinischen Forschung, insbesondere im Bereich der Therapie, im Rahmen einer Stufenleiter, die von chemischen oder biochemischen *in vitro*-Methoden über isolierte Strukturen oder Zellen bis zum experimentellen Modell des Gesamtorganismus reicht, nicht verzichtet werden. Unstrittig ist, daß sie auf das notwendige Maß reduziert werden müssen.

■ Ein wesentlicher Grund für Defizite der klinischen Forschung ist die oft **ungenügende Ausbildung** des Nachwuchses für diese Tätigkeit. Der entscheidende Impuls für die Forschung fällt in der Regel in eine frühe Phase der Ausbildung, oft in die Studentenzeit. Die Ausbildungsordnung, gekennzeichnet durch einen viel zu weiten Fächerkanon und die abwegigen Prüfungsverfahren (»Multiple-

choice-Examina«), verleiten die Studenten oft zu einem oberflächlichen Wissenserwerb: Unzusammenhängende Daten werden gespeichert, übergeordnete Zusammenhänge hingegen kaum erfaßt. Auch eine fundierte experimentelle Dissertation ist in der Regel neben dieser Art des Studiums nicht möglich. Fazit: Das derzeitige Studium stimuliert den Studenten nicht zur Beteiligung an der Forschung.

■ Ein weiteres wichtiges Problem stellt die **Personalsituation an den Kliniken** dar. Der in die Klinik eintretende und für die klinische Forschung ausgebildete und motivierte Assistent soll einerseits seine klinische Ausbildung auf dem Gebiet der Medizin in einer begrenzten Zeit absolvieren, andererseits soll er die im theoretischen Institut erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen in ein klinisches Forschungsprojekt umsetzen. Klinische Forschung im Labor ist methodisch zeit- aufwendig, schwierig und bedarf eigenständiger Arbeit. Klinische Studien erfordern viel Zeit und Geduld. Sie fügen sich in der Regel auch nicht in einen geregelten Arbeitsablauf ein, da die entsprechenden Krankheitssituationen und Patienten verständlicherweise nicht auf Abruf bereitstehen. Schließlich sollen die wissenschaftlichen Mitarbeiter zu Recht auch im Hinblick auf spätere akademische Lehrtätigkeit lernen, Studenten zu unterrichten.

Die verschiedenartigen miteinander konkurrierenden Aufgaben, mit denen sich Nachwuchswissenschaftler konfrontiert sehen, führen zu Belastungen, die insbesondere von jüngeren Mitarbeitern kaum zu meistern sind. So werden sicher viele Mittel beispielsweise der Deutschen Forschungsgemeinschaft in die Ausbildung junger Forscher investiert, die dann im Klinikbetrieb untergehen. Es gibt an den Hochschulkliniken keine »Forschungskarrieren«, entsprechende Stellen sind selten vorhanden. Auch die Weiterbildung ist vielfach überfrachtet und dauert zu lang.

Es kommt hinzu, daß die Zusammenarbeit zwischen schwerpunktmäßig in der Krankenversorgung tätigen Mitarbeitern einschließlich des Pflegepersonals und den klinischen Forschern oft durch fehlendes gegenseitiges Verständnis geprägt ist. Die in der Forschung engagierten Ärzte haben häufig mit Schwierigkeiten gegenüber den rein klinisch arbeitenden Kollegen zu kämpfen. In der Klinik geht es im Routinebetrieb vor allem darum, die Patienten zu versorgen; wissenschaftliche Arbeit wird als Nebensache und Freizeitbeschäftigung angesehen und demgemäß oft auch so betrieben. In einem solchen Klima kann Forschung kaum gedeihen. So wird an vielen Universitätskliniken gar nicht richtig geforscht: 90% der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft bewilligten Mittel in Baden-Württemberg gehen an nur 20% der Kliniken.

■ **Versäumnisse der Ärzte in Leitungsfunktionen** stellen ein weiteres Problem der klinischen Forschung dar. Sie sind häufig durch zahlreiche weitere Aufgaben und Tätigkeiten so stark in Anspruch genommen, daß sie den Kontakt zur klinischen Forschung und schließlich auch das





Interesse an ihr zunehmend verlieren. Sie sind deshalb nicht mehr in der Lage, jüngere Mitarbeiter zu beraten, bei der Forschungsarbeit Prioritäten zu setzen oder zur dringend notwendigen Gruppenbildung beizutragen. Ein Hemmnis ist es natürlich auch, wenn sich der Leiter der klinischen Einrichtung mehr um seine einträgliche Privatpraxis als um die Forschungsarbeiten seiner Mitarbeiter kümmert.

■ Auch ein **Mangel an Räumen für die Forschung** stellt ein Hemmnis an vielen Kliniken dar. Diese Räume müssen immer wieder gegen neue Aufgaben der Krankenversorgung behauptet werden. Einmal einer Abteilung zugeordnete Räume werden oft dauerhaft für einzelne Personen reserviert, aber nicht oder fehlgenutzt. Die Bereitschaft, Räume nach Ablauf von Projekten und Mittelbewilligungen anderen Forschern und Projekten zur Verfügung zu stellen, ist bislang selten. Zu dieser Bereitschaft sollten die Forscher in den Kliniken durch geeignete Begutachtungssysteme der Fakultäten, möglichst unter Einbeziehung »externer« Gutachten, veranlaßt und notfalls gezwungen werden.

■ Strukturell hinderlich für die klinische Forschung ist auch die **fehlende Schwerpunktbildung** in der Forschung an vielen Kliniken und Fakultäten. Im Gegensatz zur Krankenversorgung, bei der eine Hochschulklinik ein möglichst breites Repertoire diagnostischer und therapeutischer Verfahren bereithalten muß, ist bei der klinischen Forschung die Konzentration auf einige wenige Themen und Themenbereiche unumgänglich. Nur durch eine solche Konzentration kann die »kritische Masse« für besondere Leistungen erreicht werden. Die Tendenz, auf möglichst vielen Teilgebieten wissenschaftlich aktiv zu sein, führt in der Regel auf keinem Gebiet zu einem wirklichen Durchbruch. Einzelkämpfer in der klinischen Forschung stehen in der Regel auf verlorenem Posten.

■ Schließlich ist ein weiterer Grund für die Probleme der klinischen Forschung die **ungenügende Kooperation** der Kliniker mit Forschern auf Gebieten der biomedizinischen Basiswissenschaften. Diese Kooperation ist in den angelsächsischen Ländern hoch entwickelt. Ohne sie fehlt ein wichtiges Element der wechselseitigen Anregung und Kritik. Auch hier sind Abhilfen möglich, z.B. durch die Bildung von Forschergruppen, wie sie von Forschungsförderungsorganisationen, z.B. der DFG und der Max-Planck-Gesellschaft, eingerichtet wurden.

■ Auch die immer noch bestehenden **Berührungsängste gegenüber der forschenden Industrie** sind hinderlich. Pharmaunternehmen wenden 30% ihrer für die Forschung bereitgestellten Mittel für Untersuchungen außerhalb der eigenen Laboratorien auf. Diese Gelder gehen aber weitgehend an den deutschen Kliniken vorbei, da es dort keine geeignete Infrastruktur für die klinische Arzneimittelprüfung gibt. Mögliche pekuniäre Interessen Einzelner dürfen nicht zu einer generel-

len Ablehnung einer für beide Seiten fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen Hochschulkliniken und forschender Industrie führen.

■ Ein weiteres strukturelles Problem stellen die vielerorts **überbürokratisierten Verfahren der Genehmigung** von Forschungsprojekten dar. Selbstverständlich müssen Ethikkommissionen und Tierschutzkommissionen darauf achten, daß nicht durch übertriebenen Ehrgeiz einzelner Forscher, mangelnde Klarheit der Fragestellung und inadäquate Planung des Projektes Patienten und auch Tieren Schaden zugefügt wird. Die dazu erforderlichen Anträge, Begründungen und Diskussionen müssen aber in einem angemessenen, mit der Würde des Menschen und den Gesetzen vereinbaren Rahmen bleiben.

■ Ein letztes Problem stellt die **Finanzierung der Hochschulkliniken** dar. Die Verflechtung verschiedener Finanzierungswege – Träger der gesetzlichen Krankenversicherungen und Steuergelder als Landesmittel – sind durch die Untrennbarkeit von Krankenversorgung, klinischer Forschung und Lehre bedingt. Entgegen der oft geäußerten Annahme, daß Mittel der gesetzlichen Krankenkassen für Forschung und Lehre »mißbraucht« werden, ist vielfach das Gegenteil zutreffend. Abgesehen davon, daß von einem Mißbrauch nicht die Rede sein sollte, ist es eher so, daß zudem weitere Mittel, die von Fördereinrichtungen oder der Industrie speziell für Forschungszwecke zur Verfügung gestellt werden, der Krankenversorgung zugute kommen.

Somit müssen Wege gefunden werden, die für Forschung bestimmten Mittel besonders in Projekte klinischer Forschung oder zumindest in die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für die klinische Forschung wie Spezialsprechstunden und wissenschaftlich nutzbare Betten zu investieren. Diesbezügliche Überlegungen der Kultusminister müssen baldmöglichst in die Tat umgesetzt werden. Es wäre wünschenswert, daß sich auch die Träger der gesetzlichen Krankenversicherung an der Finanzierung von Studien beteiligen, die nicht nur aus medizinökonomischen Gründen zur Qualitätsverbesserung und Therapieoptimierung durchgeführt werden.

### Wie der klinischen Forschung geholfen werden könnte

Da die Probleme, die in der Komplexität des Forschungsobjektes liegen, nicht definitiv gelöst, sondern nur gemildert werden können, bezieht sich die Mehrzahl der im folgenden erläuterten Lösungsansätze auf die erwähnten strukturellen Probleme.

■ Von besonderer Bedeutung ist die **Wahl des geeigneten Forschungsthemas**. Forschungsenthusiasmus entwickelt sich an faszinierenden wissenschaftlichen Fragen, deren Lösung das Wissen voranbringt, nicht nur komplettiert. Solche Probleme gibt es mehr als genug, aber es ist eine schwierige Aufgabe, in der klinischen Forschung die wissenschaftlich lohnenden und mit einiger

Aussicht auf Erfolg angehbaren Probleme zu erkennen. Hier liegt eine wichtige Aufgabe des Erfahrenen, die jüngeren Wissenschaftler anzuleiten und zu beraten. »Die Natur gibt uns immer Antwort, wenn wir sie richtig zu fragen verstehen« – dies war die Devise des Freiburger Zoologen und Nobelpreisträgers Hans Spemann. Auch wenn, wie oben erwähnt, klinische Forschung nicht immer in diagnostische oder therapeutische Fortschritte münden muß, ist eine zumindest denkbare klinische Langzeitimplikation wünschenswert. Diese »klinische Relevanz« darf aber nicht primär und keinesfalls ausschließlich die Wahl des Forschungsthemas bestimmen. Das Erkenntnisinteresse des Forschers am zu bearbeitenden Problem hat hier Vorrang.

■ Ein weiteres wichtiges Prinzip ist der **Vorrang der Fragestellung vor der Methodik**, mag letztere auch noch so verlockend sein. Die Beherrschung von Methoden der Molekularbiologie und Gentechnik darf nicht zur Anpassung der Fragestellung an diese Methoden führen. Die Fragestellung selbst muß schrittweise die anzuwendenden Methoden definieren, wobei meist bei langfristiger Beschäftigung mit einem Problem immer aufwendigere Methoden benötigt werden. Es ist in der Regel auch nicht zweckmäßig, das während der Ausbildung in einem theoretischen Institut bearbeitete Thema einfach in die neue Umgebung »mitzunehmen«. Angesichts der oben genannten strukturellen Rahmenbedingungen ist es wenig aussichtsreich, mit der ausbildenden Institution um dasselbe Thema aus dem Bereich der Grundlagenforschung zu konkurrieren. Schließlich sollte das Forschungsthema des einzelnen Forschers einem gemeinsamen Thema der Einrichtung zuzuordnen sein, da »Einzelkämpfer« in der Regel nicht erfolgreich sind.

■ Talentierte jüngere **Nachwuchskräfte** für die klinische Forschung sind vorhanden, aber sie müssen gefunden, ermutigt und gefördert werden. Die beste Anlage verkümmert, wenn sie nicht stimuliert, kritisch begleitet und gefördert wird. Es muß wesentliches Anliegen der Leiter der Hochschulkliniken sein, in der Masse der Studenten und jüngeren Assistenten die besonders Befähigten aufzuspüren, sie für die Forschungsarbeit zu begeistern, sie zu fördern, ihnen Freiräume zu schaffen und ihnen durch kritisches Urteil zu helfen. Das wissenschaftliche Gespräch mit den befähigten Nachwuchskräften und deren Förderung ist wichtiger als alle Geschäftigkeit in Gremien, als die Betreuung einer großen Privatsprechstunde oder die ständige Präsenz auf mehr oder weniger bedeutenden Tagungen.

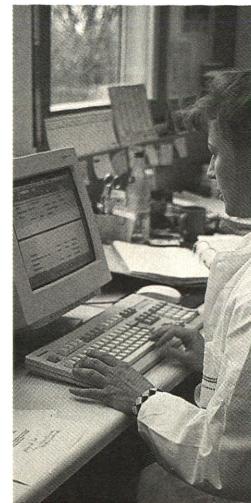
■ Auch die **Bildung von Gruppen** hilft, klinische Forschung zu verbessern. Forschungsenthusiasmus entwickelt sich häufig in einer Gruppe von Forschern, bei denen es sich um sehr verschiedene Charaktere, ja auch Typen und Originale handeln kann, die sich aber alle den gleichen Prinzipien wissenschaftlicher Forschung verpflichtet fühlen. Enthusiasmus steckt an, ebenso wie sein Gegenteil,

die Trägheit. Gewiß haben auch Einzelne im Bereich klinischer Forschung Hervorragendes geleistet. Dem Forschungsenthusiasmus ist aber eine Konzentrierung der Talentierten zweifelsohne dienlich. Talentverdünnung ist hier wie in vielen anderen Gebieten auch Talentverschwendung. Die Bildung einiger weniger solcher thematisch orientierten Gruppen und Schwerpunkte im Rahmen einer großen Klinik oder Abteilung und die Ausbildung von Schwerpunkten der Forschung innerhalb einer Fakultät ist ein wesentliches Mittel, klinische Forschung zu verbessern. Auch diese Funktion obliegt im Rahmen einer Hochschulklinik dem Leiter der Einrichtung und dessen erfahrenen Mitarbeitern.

■ Besonders schwierig, aber um so notwendiger ist die **Kooperation mit den Grundlagenwissenschaften**. Diese bedarf zum einen der Einsicht der Kliniker in die Notwendigkeit, Methoden der Grundlagenwissenschaften im Rahmen klinischer Forschung anzuwenden, und zum zweiten der Bereitschaft der Grundlagenwissenschaftler, sich mit klinischen Problemen zu befassen. Hier erweisen sich die Einrichtungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft wie Sonderforschungsbereiche und Forschergruppen als besonders hilfreich, da sie attraktiv für beide Seiten sind.

■ Forschungsenthusiasmus, wenn er gedeihen soll, bedarf aber auch der **Belohnung**. Dies erfordert vom Leiter einer klinischen Einrichtung und von den Fakultäten den Mut und die Bereitschaft zu differenzieren: Assistenten, die an einem vielversprechenden Projekt erfolgreich arbeiten und in der wissenschaftlichen Forschung engagiert sind, müssen im Hinblick auf ihre Arbeitsbedingungen begünstigt werden. Dies bedeutet gerade das Gegenteil vom Anspruch auf Gleichverteilung von Mitteln, Personal und Freistellungen, die jedem Mitarbeiter nach einem bestimmten Dienststatus automatisch zufallen. Selbstverständlich müssen auch diese talentierten Mitarbeiter eine gründliche klinische Ausbildung durchlaufen. Deren Rahmenbedingungen müssen aber so gestaltet werden, daß ausreichend Freiraum für wissenschaftliche Tätigkeit bleibt. Es müssen Systeme entwickelt werden, durch die diese begabten jungen Forscher sich für eine begrenzte Zeit ausschließlich der Forschung, dann wieder verstärkt der klinischen Ausbildung widmen können, ohne daß verwaltungstechnische Hindernisse hier unsinnige Grenzen bilden. Der Geförderte trägt natürlich auch die Verantwortung dafür, diese Begünstigung durch seine Forschungsarbeit zu rechtfertigen. Dabei müssen diese Leistungen und Ergebnisse sich in Publikationen niederschlagen, die in internationalen Zeitschriften mit Reviewsystem veröffentlicht wurden und letzten Endes die Qualität klinischer Forschung widerspiegeln.

Eine Belohnung kann auch darin bestehen, daß Forschungsenthusiasmus und die daraus resultierenden Leistungen bei der Besetzung der leitenden Positionen an klinischen Institutionen stärker berücksichtigt werden. Natürlich sind hier fundiertes klinisches Wissen und ärztliche Erfahrung unerlässlich.



Prof. Dr. med.

Jürgen Schölmerich

geb. 1948 in Marburg.

Studium der Mathematik und Medizin in Heidelberg und Freiburg, 1975 Promotion. Nach Forschungstätigkeit am Institut für experimentelle Pathologie der Bundeswehr

in Mainz Medizinische Universitätsklinik Freiburg. Zwei Forschungsaufenthalte an der University of California, San Diego.

1984 Habilitation. 1987 Oberarzt und Professor an der Medizinischen Universitätsklinik Freiburg.

1990 Lehrstuhl für Innere Medizin an der Universität Regensburg.

1991 Vorstand der Klinik und Poliklinik für Innere Medizin I.

1981 Langenbeck-Preis der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie (gemeinsam mit B. Kremer).

*Forschungsgebiete:*

Gallensäurenstoffwechsel und Cholestase, Pathophysiologie der akuten Pankreatitis, Pathophysiologie und Therapie chronisch entzündlicher Darmerkrankungen.

Prof. Dr. med. Dr. med. h. c.

Wolfgang Gerok

geb. 1926 in Tübingen. Studium der Medizin an den Universitäten Freiburg und Tübingen. Promotion

1950 in Tübingen. Wissenschaftliche Arbeit am Max-Planck-Institut für Biochemie, am Pathologischen Institut Tübingen und am Laboratorium für Proteinchemie des Universitätsspitals Zürich. Klinische Ausbildung an den Universitätskliniken in Marburg, Tübingen und Mainz. 1968 Lehrstuhl für Innere Medizin der Universität Freiburg. 1994 Emeritierung.

1992 Dr. med. h. c. der Universität Regensburg. 1994 Wahl in den Orden Pour le mérite für Wissenschaften und Künste.

*Forschungsgebiete:*

Biochemie und Molekularbiologie der Leber und der Leberkrankheiten.

liche Voraussetzungen, zumal sie auch Grundlage weiterer klinischer Forschung sind. Aber klinische Forschung wird nicht gedeihen, wenn originelle wissenschaftliche Nachwuchskräfte unter dem Vorwand ungenügender klinischer Erfahrung disqualifiziert werden, was um so leichter möglich ist, als klinische Erfahrung nicht quantifiziert werden kann.

Es müssen zudem an Hochschulkliniken Positionen geschaffen werden, die für qualifizierte Naturwissenschaftler attraktiv sind, d.h. längerfristige Perspektiven bieten und eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten mit einer gesicherten Grundausstattung im Rahmen des Schwerpunktthemas der jeweiligen Klinik oder Fakultät ermöglichen.

■ Abgesehen davon, daß **Leitungsfunktionen** an Hochschulkliniken, wie oben erwähnt, wesentlich aufgrund wissenschaftlicher Qualifikation und Interessen und – wo immer möglich – aufgrund geplanter Schwerpunktbildung besetzt werden sollten, muß sichergestellt werden, daß die Inhaber dieser Positionen einerseits genügend Zeit zur Wahrnehmung ihrer der klinischen Forschung zugehörigen Aufgaben haben und andererseits diesbezüglich einer Erfolgskontrolle unterliegen. Diese ist schwierig, aber durch erhöhte Flexibilität bezüglich der Personal- und Raumzuteilung unter Inanspruchnahme der existierenden Begutachtungssysteme denkbar.

■ Die **Zuteilung von Forschungsmitteln und -räumen** muß flexibler gestaltet werden. Fakultäten und Klinikverwaltungen müssen gemeinsame Wege finden, die Zuteilung von Forschungsflächen zeitlich limitiert und projektgebunden zu gestalten. Auch hier kann die begutachtete Einwerbung von Drittmitteln ein wichtiges, wenn auch nicht einziges Kriterium sein. Die staatlichen Mittel müssen ebenfalls aktivitäts- und erfolgsbezogen zugeteilt werden, da das »Gießkannenprinzip« geradezu dazu einlädt, diese Mittel für die Krankenversorgung, beispielsweise zur Abgeltung von Überstunden oder zur Finanzierung unkontrollierter, exzessiver Arzneimittelausgaben zu verwenden. Art und Umfang der Leistungen einer Hochschulklinik sind vorrangig an den Bedürfnissen von Forschung und Lehre zu orientieren, wobei der Versorgungsauftrag der Kliniken je nach regionalen Bedingungen nicht unberücksichtigt bleiben kann. Das vielerorts erkennbare verstärkte Interesse der Verwaltung an Forschung läßt ebenfalls auf Besserung hoffen.

■ Wesentliche Verbesserungen der klinischen Forschung lassen sich durch **Abbau der Berührungsängste** zwischen Kliniken und forschender Industrie erreichen. Voraussetzung dafür sind transparente und klare Strukturen der Finanzinteraktionen, eine Vereinfachung der Mittelverwaltung in den Kliniken und die Schaffung von klaren Regeln für die Durchführung solcher Arzneimittelprüfungen. Die häufig angebotenen und auch durchgeführten »Beobachtungsstudien« stellen eine

»Pseudoforschung« dar und werden bezeichnenderweise auch in der Regel von den Marketingabteilungen der Firmen, nicht aber von deren Forschungsstrukturen organisiert. Sie sollten an Hochschulkliniken nicht durchgeführt werden. Im Gegensatz dazu stehen Studien von der Pilotphase bis zur konfirmierenden kontrollierten Therapiestudie, die ohne Kooperation mit der pharmazeutischen Industrie nicht durchführbar sind. Aufgrund der vorhandenen Potentiale an klinischen Forschern und der durch Therapiestudien oft angestoßenen weiteren Grundlagenforschung sollten solche Studien an Hochschulkliniken konzentriert werden. Ihre Durchführung gehört zu den Aufgaben klinischer Forschung. Ähnliches gilt für Studien zur Bewertung diagnostischer und eingeführter therapeutischer Verfahren. Hier ist eine verbesserte Zusammenarbeit mit den Trägern der gesetzlichen Krankenversicherungen sinnvoll und erforderlich, da die Ergebnisse dieser Studien neben der medizinischen Anwendung auch Einfluß auf die ökonomischen Aspekte der Patientenversorgung haben. Signale der Kassen lassen hier auf bessere Kooperationsmöglichkeiten hoffen.

■ Schließlich muß die **Darstellung klinischer Forschung in der Öffentlichkeit** verbessert werden. Es gilt, die Notwendigkeit der klinischen Forschung unter Einschluß all ihrer Komponenten, also der direkt am Kranken erfolgenden Studien ebenso wie der Grundlagenforschung und insbesondere der Tierexperimente, zu verdeutlichen. Dies kann durch sachgerechte und nicht sensationsorientierte Publikationen in den Medien unter Beteiligung erfahrener Wissenschaftler erreicht werden.

### Resümee

Klinische Forschung ist notwendig, ihre Durchführung liegt zweifelsohne im Interesse der Gesellschaft. Auf welchen kurzen Nenner lassen sich unsere Überlegungen bringen? Klinische Forschung bedarf vor allem des Engagements und der Zusammenarbeit zahlreicher unmittelbar Beteiligter, aber auch der verständnisvollen Aufmerksamkeit einer breiten Öffentlichkeit – zu unser aller Nutzen.

Bildnachweis ► Seite 83

WEIL IHR GELD IHRE PRIVATE SACHE IST

Privatbankhaus seit 1828

**SchmidtBank**

125 Niederlassungen in Bayern  
Sachsen und Thüringen

# Regensburger Beiträge zur Prähistorischen Archäologie

Herausgegeben  
vom Lehrstuhl  
für Vor- und  
Frühgeschichte  
der Universität  
Regensburg

## BAND 1

Ergebnisse eines Kolloquiums  
in Regensburg  
28.-30. Oktober 1992

Archäologische  
Untersuchungen zum  
Übergang von der  
Bronze- zur Eisenzeit  
zwischen Nordsee  
und Kaukasus

450 Seiten, Großformat  
zahlreiche Skizzen  
gebunden  
ISBN 3-930480-20-4  
DM 130/öS 949/sFr 115

## BAND 2

Ergebnisse eines Kolloquiums  
in Regensburg  
4.-7. Oktober 1993

Archäologische Forschungen  
zum Kultgeschehen in der  
jüngeren und frühen  
Eisenzeit Alteuropas

594 Seiten, Großformat  
zahlreiche Skizzen  
gebunden  
ISBN 3-930480-21-2  
DM 169/öS 1234/sFr 150

## BAND 3

Christoph Huth

Westeuropäische Horte  
der Spätbronzezeit

488 Seiten, Großformat  
zahlreiche Skizzen  
gebunden  
ISBN 3-930480-22-0  
DM 169/öS 1234/sFr 150

# Vertrauen ohne Kontrolle?

## Über Chancen und Risiken von Vorsorgevollmachten

### Fürsorgebedürftigkeit

**Wer geistig oder körperlich so behindert ist, daß er seine Angelegenheiten ganz oder teilweise nicht besorgen kann, bedarf der Fürsorge durch eine andere Person. Früher erhielt eine derart hilflose Person einen Gebrechlichkeitspfleger oder, wenn sie durch Gerichtsbeschluß entmündigt worden war, einen Vormund. Seit Januar 1992 greift in diesen Fällen ein neues Rechtsinstitut: die Betreuung. Das Gesetz zur Reform des Rechts der Vormundschaft und Pflegschaft über Volljährige hat bewirkt, daß einem Betroffenen nunmehr ein Betreuer zur Seite gestellt wird, soweit seine Fürsorgebedürftigkeit es erfordert; die Entmündigung wurde abgeschafft. Betreuung ist aber nicht die einzige denkbare Form, wie Fürsorge organisiert sein kann. An ihrer Stelle kommt eine Vollmacht in Betracht, die einer Vertrauensperson vorsorglich erteilt wird.**

### Betreuung – die staatlich überwachte Fürsorge

Mit der Betreuung wollte man eine Einrichtung schaffen, die den Bedürfnissen fürsorgebedürftiger Personen besser entspricht, als dies im Recht der Vormundschaft der Fall war. Der Betreuer ist für einen bestimmten Kreis von Aufgaben zuständig, den das Gericht anhand der Fürsorgebedürftigkeit des Betroffenen bestimmt hat. Er nimmt also z. B. die »Gesundheitsangelegenheiten«, die »Vermögensangelegenheiten«, die »Kontrolle über den Post- und Fernmeldeverkehr«, die »Aufgabe der Mietwohnung«, die »Angelegenheiten betreffend die Unterbringung in einer geschlossenen Anstalt« oder, was selten vorkommt, »alle Angelegenheiten« seines Betreuten wahr. Insoweit ist ihm die Rechtsstellung eines gesetzlichen Vertreters verliehen, d.h. er oder sie kann im Namen des Betroffenen auftreten.

Dem ureigenen Interesse hilfloser Personen, ihr Leben soweit wie (noch) möglich selbst zu bestimmen, wird nach den Vorstellungen des Gesetzgebers nach dem neuen Recht nunmehr besser zur Geltung verholfen: Geistig Behinderte können zwar auch von Amts wegen einen Betreuer erhalten, doch sie können auch selbst beantragen, daß für sie eine Betreuung angeordnet wird. Ziel ist es, daß Eigeninitiative, wo sie entfaltet wird, möglichst Berücksichtigung findet. Der Hilflose kann vorschlagen, wer (oder wer auf keinen Fall) sein Betreuer sein soll. Das Vormundschaftsgericht hat dem zu entsprechen, wenn dies dem Wohl des Betroffenen nicht zuwiderläuft.

Ist der Betreuer sodann bestellt, besteht zwischen ihm und dem Betreuten ein gesetzlich näher ausgestaltetes Rechtsverhältnis, das die Selbstbestimmungsrechte des Hilflosen beachtet. Die Betreuung ist so zu führen, daß auf die aktuellen Wünsche und Lebensvorstellungen des Betreuten Rücksicht genommen wird. Der Betreuer muß sich so lange an entsprechende Äußerungen halten, bis ihm dies objektiv gesehen nicht mehr zumutbar ist oder das Wohl des Betroffenen nach anderen Entscheidungen verlangt. Betont etwa der auf sich allein gestellte schwerkranke und pflegebedürftige Betreute, daß er »niemals in ein Altersheim!« gehe, hat der Betreuer, soweit möglich, einen ambulanten Pflegedienst zu beauftragen, der den Patienten zu Hause versorgt. Wird freilich eine Rund-um-die-Uhr-Versorgung notwendig, die zu Hause nicht geleistet werden kann, darf der Betreuer den Betroffenen dennoch in einem Altenheim unterbringen. Im selben Sinne sind sogar Wünsche zu beachten, die vom Betroffenen schon vor der Bestellung eines Betreuers geäußert oder schriftlich festgehalten wurden (sogenannte antizipierte Betreuungsverfügung), wenn sie der Betreuer kennt.

Wird eine Betreuung angeordnet, wird die rechtliche Handlungsfähigkeit eines Betroffenen grundsätzlich nicht berührt – die den hilflosen Menschen diskriminierende Entmündigung ist weggefallen. Dennoch: Befindet sich der Betroffene geistig in einem Zustand, der eine freie Willensbestimmung völlig ausschließt, d. h. ist er geschäftsunfähig, sind seine Willenserklärungen gegenüber Dritten rechtlich bedeutungslos. Allerdings wird dies selten anzunehmen sein. Der von alters- oder krankheitsbedingten geistigen Beeinträchtigungen geplagte Mensch befindet sich oft in einer rechtlichen Grauzone zwischen der »normalen« Geschäftsfähigkeit und der Geschäftsunfähigkeit. Zeiten der Hilflosigkeit können sich mit lichten Momenten abwechseln, oder der Betreffende vermag einfach gelagerte Sachverhalte zu verstehen, nicht aber Komplizierteres zu durchdringen. Praktisch bedeutet das, daß der – ja volljährige – Betroffene, der noch willensbestimmt handelt, weiter rechtsgeschäftlich tätig sein kann, sofern im Geschäftsverkehr keine Zweifel an seiner Geschäftsfähigkeit angemeldet werden.

Die Selbstverantwortungsfähigkeit einer Person kann so weit gemindert sein, daß es zu ihrem Schutz erforderlich ist, die rechtsgeschäftliche Handlungsfähigkeit einzuschränken. Neigt etwa die fürsorgebedürftige Person in bestimmten An-

gelegenheiten zu selbstschädigenden Handlungen oder Geschäften, kann die in solchen Fällen notwendige Betreuung unter einem sogenannten Einwilligungsvorbehalt angeordnet werden. Erklärungen des Betroffenen sind daraufhin erst rechtswirksam, wenn der Betreuer hierzu seine Einwilligung erteilt. Die Möglichkeit des Betroffenen, selbstbestimmt am Rechtsverkehr teilzunehmen, ist in diesen Fällen abgeschnitten.

Ist die Betreuung im höchstpersönlichen Bereich angeordnet, etwa für die Einwilligung in die Freiheitsentziehung (Unterbringung) oder die Einwilligung in eine Heilbehandlung, achtet das Betreuungsrecht die Selbstbestimmungs kräfte des Betreuten in besonderer Weise: Wenn der Betroffene im Einzelfall die entsprechende Selbstbestimmungsfähigkeit (ausnahmsweise) noch hat – also z.B. in der Lage ist, zu begreifen, daß ihm zur Vorbeugung gegen eine sonst lebens gefährliche Grippekrankung eine Spritze verabreicht werden soll und welche Vorteile und Risiken das mit sich bringt –, darf *nur* er darüber entscheiden, ob er in die ärztliche Behandlung ein willigt. Eine Behandlung ohne oder gegen *seinen* Willen wäre rechtswidrig. Der Betreuer ist in diesem Fall für eine Einwilligung nicht zuständig. Fehlt es aber an der entsprechenden Einwilligungsfähigkeit, entscheidet der Betreuer an seiner Stelle, ob er die Einwilligung erteilt oder verweigert. Mit dieser Fremd-Entscheidung ist stets ein tiefgreifender Einschnitt in den Lebenskreis des Betroffenen verbunden. Bei schwerwiegenden Entscheidungen, die zugunsten oder zu Lasten des Betreuten zu treffen sind, stellt das Betreuungsgesetz den Betreuer als gesetzlichen Vertreter daher unter eine besondere Aufsicht (vgl. § 1904, § 1906 und § 1907 des BGB): Seine Einwilligung zugunsten oder zu Lasten des Betroffenen ist nur dann wirksam, wenn das Vormundschaftsgericht dies genehmigt.

Die Tätigkeit des Betreuers wird aber auch sonst stetig von gerichtlicher Kontrolle begleitet. So ist etwa der Betreuer in Vermögensangelegenheiten dem Vormundschaftsgericht zur Rechnungslegung verpflichtet. Bei der Vermögens verwaltung sind die gesetzlichen Vorschriften ein zu halten, die z.B. gewinnbringende, aber risiko reiche Geldanlagen ausschließen. Für bestimmte Rechtsgeschäfte, z.B. Grundstücksgeschäfte, muß der Betreuer die vormundschaftsgerichtliche Genehmigung einholen. Das Vormundschaftsgericht überwacht die gesamte Tätigkeit des Betreuers und hat daher die Möglichkeit, gegen etwaige Pflichtwidrigkeiten einzuschreiten; gegebenenfalls muß der bisherige Betreuer entlassen werden. Der Schutz vor dem Betreuer wird zudem im einzelnen weit gezogen: z.B. darf der in Vermögensangelegenheiten zuständige Betreuer als Vertreter des Betreuten grundsätzlich keine Schenkungen vornehmen – auch wenn ihm dies der oder die Betreute noch so nachdrücklich anträgt.

Die recht umfassende gerichtliche Begleitung der Betreuung – mag sie auch die Wahrung des Wohls des Betroffenen und den Schutz vor Mißbrauch im Auge haben – wird von vielen als Belastung, mehr noch: als unerwünschte

Einmischung des Staates in die Privatsphäre empfunden. Wer sieht sich schon gern ärztlicher Begutachtung oder nachforschenden Gesprächen mit einem Vormundschaftsrichter ausgesetzt, die klären sollen, wozu er noch oder nicht mehr in der Lage ist? Mögliche geistige Defizite werden zum Gegenstand eines Gerichtsverfahrens und damit zur öffentlichen Angelegenheit. Dem Betreuer sind zudem vom Gesetz her in vielen Angelegenheiten die Hände gebunden, da er – wie bereits erwähnt – manches überhaupt nicht darf, in anderen Angelegenheiten das Vormundschaftsgericht das letzte Wort behält. Ein unvermeidliches rechtliches Schicksal, das hingenommen werden muß?

### Die Vorsorgevollmacht – eine Alternative?

Eine Vertrauensperson, die mit einer passenden privatrechtlichen Vollmacht ausgestattet ist, könnte im Fall der Hilflosigkeit des Vollmachtgebers die genannten Aufgaben eines Betreuers wahrnehmen, ohne daß es umständlicher und gängelnder staatlicher Mitwirkung oder Kontrolle bedürfte. Die Angelegenheiten, die der Vollmachtgeber gesundheitsbedingt nicht mehr wahrnehmen kann, würden von ihr in seinem Namen wahrgenommen. Das Betreuungsgesetz selbst weist ausdrücklich darauf hin, daß »Betreuung (...) nicht erforderlich (ist), soweit die Angelegenheiten des Volljährigen durch einen Bevollmächtigten ebenso gut wie durch einen Betreuer besorgt werden können«, § 1896 Absatz 2 Satz 2, 1. Alternative. Die Idee, sogenannte (Alters-)Vorsorgevollmachten zu erteilen, wird seither verstärkt aufgegriffen. Vollmachten, die nach eigenen Vorstellungen gestaltet werden können, erscheinen im Vergleich zur Betreuung flexibler: Der Vollmachtgeber sucht seinen Bevollmächtigten selbstverantwortlich aus, etwa eine gute Freundin. Er legt fest, von welchem Zeitpunkt an die Bevollmächtigte für ihn tätig werden kann und darf. Er bestimmt, in welchen Angelegenheiten die Bevollmächtigte für ihn handeln darf. Er kann gegenüber der Bevollmächtigten detailliert vorgeben, wie sie seine Aufgaben zu erledigen hat. Er kann ihr aber auch Freiräume lassen, wenn er darauf vertraut, sie werde »in seinem Sinne« handeln.

Ob solch eine vorsorglich erteilte Vollmacht als »echte Alternative« zur Betreuung bezeichnet werden darf? Die Vollmacht ersetzt die Betreuung nur, wenn sie *ebenso gut wie* staatlich angeordnete Betreuung ist. Das Gesetz geht zwar davon aus, daß ein Bevollmächtigter die Funktion eines Betreuers wahrnehmen und sogar ersetzen kann; es hält aber auch Fälle für denkbar, in denen *trotz* vorhandener Vorsorgevollmacht die Bestellung eines Betreuers erforderlich wird. Letzteres ergibt sich auch aus § 1896 Absatz 3, wonach der Aufgabenkreis eines Betreuers auch »die Wahrung der Rechte des Vollmachtgebers gegenüber seinem Bevollmächtigten« zum Inhalt haben kann. Da Betreuung dann angeordnet wird, wenn und soweit dies erforderlich ist (§ 1896 Absatz 1 Satz 1), muß man für die Erteilung einer Vorsorgevollmacht folgendes einkalkulieren: Betreuung kann hinsichtlich solcher Aufgabenkreise erforderlich sein,

Aus dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB)

### § 1896

- (1) Kann ein Volljähriger aufgrund einer psychischen Krankheit oder einer körperlichen, geistigen oder seelischen Behinderung seine Angelegenheiten ganz oder teilweise nicht besorgen, so bestellt das Vormundschaftsgericht auf seinen Antrag oder von Amts wegen für ihn einen Betreuer.
- (2) Ein Betreuer darf nur für Aufgabenkreis bestellt werden, in denen die Betreuung erforderlich ist. Die Betreuung ist nicht erforderlich, soweit die Angelegenheiten des Volljährigen durch einen Bevollmächtigten (...) ebenso gut wie durch einen Betreuer besorgt werden können.
- (3) Als Aufgabenkreis kann auch die Geltendmachung von Rechten des Betreuten gegenüber seinem Bevollmächtigten bestimmt werden.

### § 1904

Die Einwilligung des Betreuers in eine Untersuchung des Gesundheitszustandes, eine Heilbehandlung oder einen ärztlichen Eingriff bedarf der Genehmigung des Vormundschaftsgerichts, wenn die begründete Gefahr besteht, daß der Betreute aufgrund der Maßnahme stirbt oder einen schweren und länger dauernden Gesundheitsschaden erleidet. (...)

### § 1906

- (1) Eine Unterbringung des Betreuten durch den Betreuer, die mit Freiheitsentziehung verbunden ist, ist nur zulässig, solange sie zum Wohl des Betreuten erforderlich ist, weil

1. auf Grund einer psychischen Krankheit oder geistigen oder seelischen Behinderung des Betreuten die Gefahr besteht, daß er sich selbst tötet oder erheblichen gesundheitlichen Schaden zufügt, oder

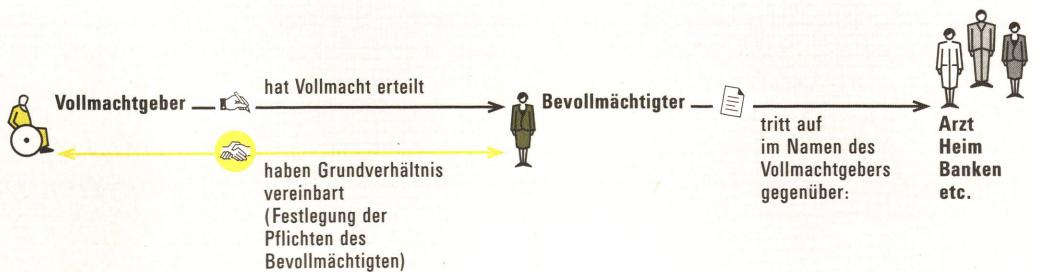
2. eine Untersuchung des Gesundheitszustandes, eine Heilbehandlung oder ein ärztlicher Eingriff notwendig ist, ohne die Unterbringung des Betreuten nicht durchgeführt werden kann und der Betreute auf Grund einer psychischen Krankheit oder geistigen oder seelischen Behinderung die Notwendigkeit der Unterbringung nicht erkennen kann oder nicht nach dieser Einsicht handeln kann.

- (2) Eine Unterbringung ist nur mit Genehmigung des Vormundschaftsgerichts zulässig. (...)

### § 1907

- (1) Zur Kündigung eines Mietverhältnisses über Wohnraum, den der Betreute gemietet hat, bedarf der Betreuer der Genehmigung des Vormundschaftsgerichts. Gleches gilt für eine Willenserklärung, die auf die Aufhebung eines solchen Mietverhältnisses gerichtet ist. (...)

**1 Wenn der Vollmachtgeber hilflos geworden ist, kann sein Bevollmächtiger in seinem Namen im Rechtsverkehr auftreten, sofern eine entsprechende Vorsorgevollmacht erteilt wurde. Im Grundverhältnis sollte festgelegt worden sein, inwiefern der Bevollmächtigte für den Vollmachtgeber auftreten darf.**



die der Bevollmächtigte nach dem Inhalt der Vollmacht nicht wahrnehmen kann. Die Betreuungsnotwendigkeit kann aber auch – unabhängig vom Inhalt der Vollmacht – im Rechtsverhältnis des hilflosen Vollmachtgebers gegenüber seinem Bevollmächtigten wurzeln. Eine Vollmacht, die ebenso gut wie Betreuung ist, muß offensichtlich besondere Qualitäten aufweisen.

### Künftige Hilflosigkeit rechtlich im Griff?

Schon die Abfassung einer Vorsorgevollmacht wirft in verschiedenster Hinsicht Probleme auf. Wann, wie und in welchem Umfang die Fürsorgeperson für den Vollmachtgeber tätig werden können soll, will genau überlegt sein.

Der Vollmachtgeber muß bei Erteilung der Vollmacht geschäftsfähig sein. Das Gesetz definiert nicht positiv, wer geschäftsfähig ist. Vielmehr findet sich dort nur umschrieben, wann jemand als geschäftsunfähig anzusehen ist. Willenserklärungen, also auch die Erteilung einer Vollmacht, sind nichtig, wenn sie von einer geschäftsunfähigen Person abgegeben werden. Erteilt jemand in rüstigen Tagen eine Vollmacht, so werden gewöhnlich keine Zweifel daran bestehen, daß die Vollmacht wirksam erteilt ist. Anders verhält es sich jedoch, wenn die Kräfte einer Person schwinden: der Verlust geistiger Kompetenz verläuft zumeist in Schüben und nicht von heute auf morgen. Es müßte daher dokumentierbar sein, daß die Vollmacht ausgesprochen wurde, als die gebrechliche Person, bei der sich nun z.B. starke Anzeichen der Alzheimer'schen Krankheit zeigen, noch geschäftsfähig war. Erst wenn das nachgewiesen werden kann, wird der Rechtsverkehr die Vollmacht akzeptieren. Hierfür empfiehlt es sich, der bevollmächtigten Person eine notariell angefertigte Vollmachturkunde auszuhändigen, in der der Vollmachtgeber bestätigt, daß sie berechtigt ist, für ihn zu handeln. Der Notar ist gesetzlich verpflichtet, die Beurkundung abzulehnen, wenn er an der Geschäftsfähigkeit des Vollmachtgebers zweifelt. Es wird auch vorgeschlagen, die Vorsorgevollmacht einfach während eines Betreuungsverfahrens zu erteilen. Dort wird nach (zumindest in Bayern) gängiger Praxis ermittelt, ob die gebrechliche Person geschäfts(un)fähig ist. Kommt das Gericht zu der Überzeugung, daß der Betroffene geschäftsfähig ist, wäre damit der Nachweis erbracht, daß er noch Vollmachten erteilen kann. Dem Gebrechlichen bleibt es dann freilich nicht erspart, die Öffentlichkeit eines Betreuungsverfahrens auf sich zu nehmen.

Doch auch wer schon frühzeitig genug an die Altersvorsorge denkt, beabsichtigt regelmäßig nicht, daß ihn der Bevollmächtigte schon ab dem Tag der Vollmachtserteilung soll vertreten können. Vielmehr sind die Interessen darauf gerichtet, daß der Bevollmächtigte diese Berechtigung erst innehat, wenn der Vollmachtgeber selbst hilflos geworden ist. Der Tag X, an dem Fürsorgebedürftigkeit vorliegen wird, ist unbekannt; ungewiß ist zudem, ob es je dazu kommen wird. In diesem Zusammenhang ist es von Bedeutung, daß anlässlich der Erteilung einer Vollmacht zugleich zwischen Vollmachtgeber und Bevollmächtigtem eine vertragliche Regelung getroffen wird **1**. In diesem auf gegenseitiger Vereinbarung beruhenden sogenannten Grundverhältnis werden insbesondere die Pflichten des Bevollmächtigten näher festgelegt. Es richtet sich also inhaltlich an den Bevollmächtigten und entfaltet für ihn eine besondere Bedeutung. Die Vollmacht hingegen soll im Verhältnis zu Dritten im Rechtsverkehr belegen, daß und inwiefern der Bevollmächtigte berechtigt ist, im Namen des Vollmachtgebers aufzutreten. Letzteres wird praktisch u.a. nachgewiesen, indem der Bevollmächtigte eine Vollmachturkunde vorlegt. Grundsätzlich stehen deswegen zwei Lösungswege bereit, das Wirksamwerden der Vorsorgevollmacht zu steuern:

Einmal kann die Vollmacht selbst unter einer so genannten aufschiebenden Bedingung, d.h. mit der Maßgabe erteilt werden, daß sie erst beim Eintritt eines bestimmten Ereignisses wirksam wird. So könnte etwa der Vollmachtgeber die Bedingung wählen, daß die Vollmacht nur Wirksamkeit erlangt, »wenn ich einmal hilflos werden sollte«, was in der Vollmachturkunde vermerkt wird. Da die Vollmacht nach außen wirkt, wird das Einschätzungsrisiko, ob der Fall der Hilflosigkeit gegeben ist, auf diesem Wege dem Rechtsverkehr aufgeburdet. Obliegt es aber diesem zu ermitteln, ob der Bevollmächtigte berechtigterweise für den Betroffenen handelt, erreicht die Vorsorgevollmacht möglicherweise nicht ihr Ziel. Dritte können die Hilflosigkeit des Vollmachtgebers, der regelmäßig nicht in Erscheinung tritt, weder überprüfen noch beurteilen. Bei Zweifeln an der Handlungsbefugnis des Bevollmächtigten werden sie ihn als Stellvertreter des Betroffenen nicht akzeptieren.

Man könnte aber auch anders vorgehen: Die Vollmacht wird uneingeschränkt erteilt (»B. ist mein Bevollmächtigter«), d.h. man sieht einer erteilten Vollmachturkunde von außen nicht an, daß von ihr nur im Vorsorgefall Gebrauch gemacht

werden soll, der Bevollmächtigte also für eine hilflose Person auftritt. Allerdings werden im Grundverhältnis zwischen Vollmachtgeber und Bevollmächtigtem vertragliche Vereinbarungen getroffen, die darauf gerichtet sind, den Bevollmächtigten nur im Fall der Hilflosigkeit des Vollmachtgebers tätig werden zu lassen. Die Beurteilung, ob der Vollmachtgeber wegen Hilflosigkeit zu eigenem Handeln nicht mehr in der Lage ist, nimmt hier der Bevollmächtigte, die *Vertrauensperson* des Vollmachtgebers, vor. Verstößt er schulhaft gegen die Vereinbarungen, begeht er gegenüber dem Vollmachtgeber eine Vertragsverletzung, wofür er haftbar gemacht werden kann.

Beide Konstruktionen lassen sich freilich mit juristischer Finesse noch verfeinern. Der beratenden Zunft ist hier ein weites Feld eröffnet, wobei sich die Regelungsvorschläge daran ausrichten werden, wie weit das Vertrauen des Vollmachtgebers gegenüber seinem Bevollmächtigten im Einzelfall ausgeprägt ist. So könnte man z. B. »sicherheitshalber« erwägen, daß bei unbedingter Erteilung der Vollmacht jedenfalls die zugehörige Vollmachturkunde noch nicht sofort ausgehändigt wird. Das ändert zwar nichts daran, daß von der Vollmacht ab sofort Gebrauch gemacht werden kann (wenngleich aufgrund vertraglicher Vereinbarung nicht darf). Der Rechtsverkehr verlangt in der Praxis aber oftmals vom Bevollmächtigten den Nachweis seiner Befreitung durch Vorlage einer Vollmachturkunde. Die Vollmachturkunde dürfte jedoch von einer hierzu beauftragten, unabhängigen Person erst ausgehändigt werden, wenn sie die Voraussetzungen für den Vorsorgefall für gegeben hält oder z. B. ein Facharzt für Psychiatrie und ein Gerontologe die Hilflosigkeit des Vollmachtgebers diagnostiziert haben.

In welchen Angelegenheiten soll nun der Bevollmächtigte den Vollmachtgeber im Fall der Hilflosigkeit vertreten können? Der Vollmachtgeber hat die Wahl, ob er seinen Bevollmächtigten nur auf einem oder bestimmten Gebiet(en) für sich handeln lassen will oder ob er möchte, daß dieser »allzuständig« ist. Soll die Vorsorgevollmacht an die Vertrauensperson dazu geeignet sein, jede denkbare Betreuung weitestgehend zu vermeiden, wird er zu einer sog. Generalvollmacht greifen. Anders, wenn ihm die Betreuung z. B. nur in Vermögensangelegenheiten unerwünscht ist; hier genügt eine inhaltlich entsprechend beschränkte Vollmacht. Das klingt einfach, doch muß man auch hier mit Tücken rechnen: Da Fürsorgebedürftigkeit in vielfältigsten Zusammenhängen auftreten kann, können in der Vollmacht nicht alle Aufgaben des Bevollmächtigten einzeln aufgelistet werden. Man ist also zu Typisierungen gezwungen (wie etwa Vollmacht »in allen Angelegenheiten, die die Personensorge betreffen« oder »in Vermögensangelegenheiten« oder »in allen Angelegenheiten«). Damit steht aber oftmals nicht zweifelsfrei fest, in welchen Angelegenheiten der Bevollmächtigte zur Vertretung des Vollmachtgebers im einzelnen berechtigt ist. Bei einer Vollmacht »zur Einwilligung in die Heilbehandlung« kann man z. B. daran zweifeln, ob der Bevollmächtigte auch einen Arztbehandlungs- oder Krankenhaus-

vertrag abschließen kann. Die Formulierungen sollten so gewählt werden, daß sie über inhaltliche Zweifel erhaben sind; im eben genannten Beispiel wäre eine Vollmacht »für alle Gesundheitsangelegenheiten« brauchbarer.

Bedenken, ob die private Stellvertretung überhaupt uneingeschränkt zulässig sein kann, tauchen schließlich deswegen auf, weil ein Betreuer eines Hilflosen unter besonderer vormundschaftsgerichtlicher Kontrolle steht. Der Weg der privaten Fürsorge, der gerade gewählt würde, um diesem staatlichen Überwachungsmechanismus zu entgehen, könnte sich als Weg in eine unkontrollierbare Fremdbestimmung durch den Bevollmächtigten entpuppen. Eine Vorsorgevollmacht, die das erlaubt, würde der freiheitswahrenden Konzeption des Bürgerlichen Gesetzbuches widersprechen – keinesfalls kann sie ebenso gut wie eine Betreuung sein.

### **Wenn die Kontrolle fehlt ...**

Kann die private Erteilung möglichst umfassender Vollmachten der Selbstbestimmung des Betroffenen überhaupt dienlich sein, obwohl sie gerade ohne »Kontrolle von außen« auskommen will? Bringt die Vorsorgevollmacht die Selbstbestimmung nicht sogar in Gefahr? Denn: Verliert der Vollmachtgeber seine Selbstbestimmungsfähigkeit, bestimmt nunmehr der Bevollmächtigte über ihn. Andererseits kann man behaupten, daß auch dann Selbstbestimmung stattfindet: Der Bevollmächtigte wurde immerhin vom Vollmachtgeber selbst ausgesucht, weil der oder die Betreffende seine *Vertrauensperson* ist. Das gegenüber dem Bevollmächtigten entwickelte Vertrauen muß sich vom Sinn der Vorsorgevollmacht her aber gerade bewahren, wenn der Vollmachtgeber seine Selbstbestimmungsfähigkeit verloren hat. Wird der Vollmachtgeber hilflos, kann er nicht mehr beurteilen, ob der Bevollmächtigte im erwünschten Sinne handelt. Zu einer wirkungsvollen Überwachung des Bevollmächtigten ist er nicht mehr in der Lage. Hier bleibt er nur auf das Vertrauen verwiesen, das er dem Bevollmächtigten gegenüber einst entwickelt hat. Von den Folgen her nicht auszudenken ist nun, daß der Bevollmächtigte über Jahre hinweg unentdeckt genau die Wünsche mißachtet, die der Betroffene früher immer geäußert hat. Eine staatliche Kontrolle, ob der Bevollmächtigte von seinen Anlagen und Fähigkeiten her für seine Aufgabe geeignet ist, findet aber ebensowenig statt wie überprüft wird, ob die Aktionen oder das Untätigbleiben des Bevollmächtigten im Rahmen seiner Mission liegen.

Sobald es dem Vollmachtgeber an der Fähigkeit mangelt, seinen Bevollmächtigten zu kontrollieren, ist es ihm auch nicht mehr möglich, auf Treulosigkeiten zu reagieren, indem er die Vollmacht widerruft. Die Vorsorgevollmacht scheint ab diesem Zeitpunkt tatsächlich unwiderruflich zu sein, auch wenn sie rechtlich widerruflich erteilt ist. Unsere Rechtsordnung erachtet nun schon ausdrücklich unwiderruflich erteilte Vollmachten nur ausnahmsweise für zulässig. Das liegt darin begründet, daß es nur unter besonderen Umständen gerechtfertigt sein kann, einem Bevollmächtigten eine solch un-

**2** Die Kontrolle des Handelns des Vorsorgebevollmächtigten, wie sie das Betreuungsgesetz vorsieht: Der Überwachungsbetreuer tritt im Namen des hilflosen Vollmachtgebers auf. Ob die Voraussetzungen für die Bestellung eines Überwachungsbetreuers erfüllt sind, prüft das Vormundschaftsgericht, wenn es vom Kontrollbedürfnis Kenntnis hat.

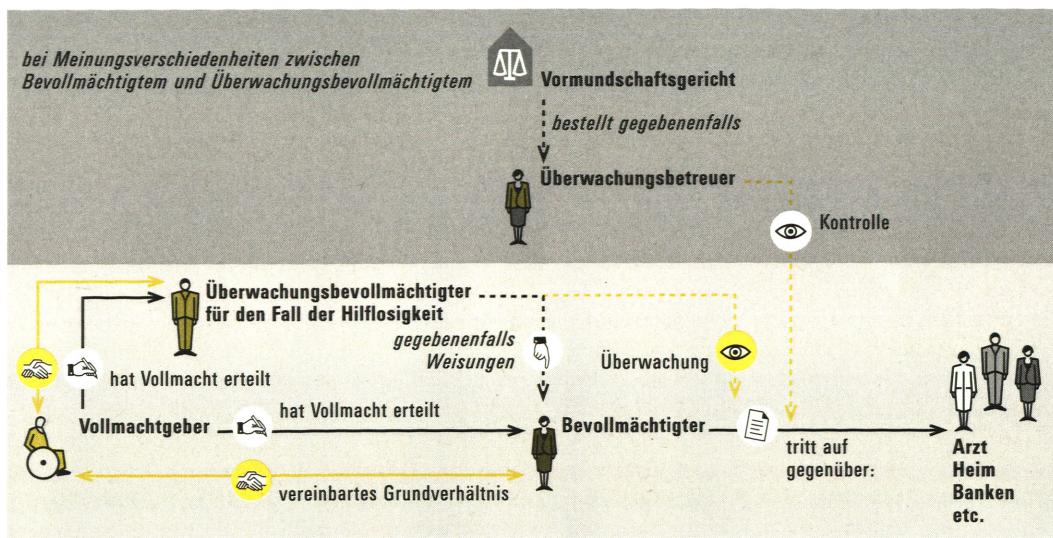


antastbare Rechtsposition zu verleihen. Wäre die Vollmachterteilung unter Ausschluß des Widerrufsrechts allgemein zulässig, könnte eine übermäßige Selbstbindung des Vollmachtgebers stattfinden. Der Vollmachtgeber wäre dem in seinem Namen handelnden Bevollmächtigten ausgeliefert, ohne durch Widerruf der Vollmacht Einhalt gebieten zu können. Das widerspräche dem Grundsatz der Privatautonomie und wird daher nicht toleriert, wenn die Vollmacht ausschließlich den Interessen des Vollmachtgebers dienen soll. Die Vorsorgevollmacht verkörpert aber geradezu den Prototyp einer solchen Vollmacht. Daraus folgt freilich nicht nur, daß eine Vorsorgevollmacht nicht unwiderruflich erteilt werden darf. Vielmehr ist aus diesen Gründen zu fordern, daß bei ihr eine rechtlich vorhandene Möglichkeit zum Widerruf auch tatsächlich realisierbar sein muß. Schon die Kontrolle im Vorfeld darf nicht verhindert sein. Andernfalls würde sich die Widerruflichkeit der Vollmacht als inhaltsleeres Recht erweisen, was der soeben verworfenen Unwiderruflichkeit gleichkäme.

Eine Möglichkeit zur Kontrolle des Bevollmächtigten ist im Betreuungsrecht selbst genannt: § 1896 Absatz 3 sieht vor, daß ein sog. Überwachungsbetreuer bestellt werden kann; er soll die Rechte des Vollmachtgebers gegenüber dem Bevollmächtigten wahren. Als gesetzlicher Vertreter des Vollmachtgebers ist er berechtigt, dem Bevollmächtigten bestimmte Anweisungen zu erteilen und, falls ihnen nicht Folge geleistet wird, die Vollmacht gegebenenfalls zu widerrufen **2**. Wie jeder Betreuer ist auch der Überwachungsbetreuer verpflichtet, das Wohl seines Betreuten zu wahren. Allerdings bedeutet seine Bestellung, daß ein Betreuungsverfahren nicht vermieden wird. Ein Überwachungsbetreuer könnte außerdem immer erst dann bestellt werden, wenn das Vormundschaftsgericht von Ereignissen Kenntnis erlangt, die seine Bestellung rechtfertigen, also z. B. daß der Bevollmächtigte den Interessen des hilflosen Vollmachtgebers zuwiderhandelt und seine Rechtsposition mißbraucht. Weder ein treuloser Bevollmächtigter noch der Rechtsverkehr haben aber ein Interesse daran, das Vormundschaftsgericht vom Schutzbedürfnis des Vollmachtgebers zu informieren.

Eine wirkungsvolle Kontrolle des Bevollmächtigten kann besser dadurch erreicht werden, daß der Überwachungsbetreuer durch einen Bevollmächtigten mit Überwachungsaufgaben ersetzt wird. Der Vollmachtgeber müßte hierbei zugleich mit der Bevollmächtigung seiner Vertrauensperson eine weitere Person bevollmächtigen, die an seiner Stelle den Bevollmächtigten überwacht. Beide Bevollmächtigte dürfen jeweils zu einem Widerruf der Vollmacht, die dem anderen erteilt wurde, nicht berechtigt sein. Kommt es nun zwischen dem zu Überwachungszwecken Bevollmächtigten und dem Vorsorgebevollmächtigten zu Meinungsverschiedenheiten darüber, ob letzterer seine Aufgaben korrekt wahrnimmt, bleibt zumindest einem von beiden die Möglichkeit, beim Vormundschaftsgericht die Bestellung eines Überwachungsbetreuers anzuregen. Auf diesem Wege wird mittelbar erreicht, daß sich der Vorsorgebevollmächtigte an die vom Überwachungsbewollmächtigten vorgegebenen Maximen hält. Dies wird der Vorsorgebevollmächtigte dann tun, wenn die Vorgaben nach seiner Auffassung im Sinne des Vollmachtgebers sind. Andernfalls wird er das Vormundschaftsgericht einschalten. Dasselbe wird umgekehrt der zur Überwachung Bevollmächtigte tun, wenn der Vorsorgebevollmächtigte von der Vollmacht keinen oder nicht den rechten Gebrauch macht. Die Konstruktion der *Doppelbevollmächtigung* trägt daher einerseits wirkungsvoll dazu bei, daß das Vormundschaftsgericht auf den Plan treten könnte, wenn die Selbstbestimmung des Vollmachtgebers in konkrete Gefahr geriete. Andererseits wird aber gerade so die Erforderlichkeit der Anordnung einer Überwachungsbetreuung weitgehend vermieden werden können **3**.

Freilich setzt eine wirkungsvolle Kontrolle durch einen Überwachungsbewollmächtigten voraus, daß Maßstäbe vorhanden sind, anhand derer gemessen werden kann, ob der Vorsorgebevollmächtigte seine Aufgaben im Sinne des Vollmachtgebers erledigt. Der Vollmachtgeber könnte eine Überprüfung erleichtern, indem er in der Vollmacht selbst nähere Angaben dazu macht, wie denn die Fürsorge durch den Bevollmächtigten auszusehen hat. Wie aber bereits oben angesprochen, wird die Vorsorgevollmacht mit Rücksicht auf den Rechts-



**3 Die Kontrolle des Handelns des Vorsorgebevollmächtigten bei der Doppelbevollmächtigung:**  
Der Überwachungsbevollmächtigte erteilt dem Vorsorgebevollmächtigten gegebenenfalls Weisungen nach den Kriterien, die der Vollmachtgeber vorgegeben hat. Die Bestellung eines Überwachungsbetreuers kommt nur bei Problemen in Betracht.

verkehr besser nicht mit Derartigem belastet. Dritte sollen von der zeitraubenden Prüfung entlastet sein, ob der Bevollmächtigte im Einzelfall auch wirklich vertretungsberechtigt ist. Vorzugsweise erscheint es daher, dem Bevollmächtigten im Rahmen des vertraglichen Grundverhältnisses aufzuerlegen, wie er seiner Fürsorgetätigkeit nachgehen soll. Entsprechende Wünsche des Vollmachtgebers erhalten aber nur dann Rechtsverbindlichkeit für den Bevollmächtigten, wenn sie noch im Stadium der Geschäftsfähigkeit geäußert werden – anderenfalls sind sie nur rechtlich unverbindliche Äußerungen. Am besten werden die Weisungen daher sogleich bei Begründung des Grundverhältnisses schriftlich festgehalten. Natürlich können hier nur grobe Linien vorgegeben werden, da das Ausmaß der eigenen Hilflosigkeit nicht vorhersehbar ist. Gegebenenfalls wird sich der Vollmachtgeber um die Festschreibung dessen bemühen, was der Bevollmächtigte keinesfalls in seinem Namen tun darf.

Ein Überwachungsbevollmächtigter hat gleichwohl nur bei einer ausführlicheren Weisungsliste überhaupt eine Chance zur Kontrolle. Hält sich der Bevollmächtigte im Rahmen der ihm erteilten Vollmacht, beachtet er jedoch nicht die ihm im Grundverhältnis für ihre Ausübung gesetzten Grenzen, liegt, rechtstechnisch gesprochen, ein sogenannter Vollmachtmissbrauch vor. Die Gefahr eines solchen Missbrauchs besteht immer dann, wenn die Rechtsmacht des Bevollmächtigten im Verhältnis zu Dritten weiter gezogen ist als im Grundverhältnis zwischen Vollmachtgeber und Bevollmächtigtem: also bei der hier favorisierten Art der Vorsorgevollmacht (siehe oben)! Je weniger Weisungen nun im Grundverhältnis erteilt worden sind, umso leichter kann der Bevollmächtigte unentdeckt den Interessen des Vollmachtgebers zuwiderhandeln. Vertrauen wird nicht immer mit Treue beantwortet.

#### Grenzenlos anvertraut?

Daß mittels kreativ-juristischer Überwachungsregelungen alle Risiken, die eine Vorsorgevollmacht für das Selbstbestimmungsrecht birgt, aufgefangen werden können, wäre dennoch ein vorschneller Schluß. Die Frage, ob es unsere Rechtsordnung überhaupt erlaubt, daß alle denkbaren Fürsorge-

angelegenheiten von einem Bevollmächtigten wahrgenommen werden dürfen, ist damit noch nicht sicher beantwortet. Vollmachten, die Vermögensangelegenheiten betreffen und im täglichen Rechtsverkehr gang und gäbe sind, sind insoweit nicht diskussionsbedürftig. Problematisch sind aber Vollmachten, die höchstpersönliche Angelegenheiten wie etwa die Einwilligung in eine Heilbehandlung oder eine freiheitsentziehende Unterbringung in einer geschlossenen Anstalt einem Bevollmächtigten in die Hände geben.

Inwieweit private Stellvertretung im höchstpersönlichen Bereich zulässig ist, hat im Bürgerlichen Gesetzbuch keine abschließende Regelung gefunden. Aus vereinzelt vorhandenen, ausdrücklich gesetzlich niedergelegten Vertretungsverboten, die man vor allem im Erb- und Familienrecht findet (so darf man sich z. B. bei der Eheschließung nicht von einem Bevollmächtigten vertreten lassen), ergibt sich nicht etwa im Umkehrschluß, daß private Stellvertretung »im übrigen« zulässig ist. Da bisher in Fürsorgeangelegenheiten der Blick nur auf die gesetzliche Vertretung durch Vormund oder Pfleger gerichtet war, liegen gesicherte Erkenntnisse zu den Grenzen privater Stellvertretung im höchstpersönlichen Bereich nicht vor. Der Ruf nach sinnvoller Erteilung von Vorsorgevollmachten erfordert, sich mit diesem grundlegenden Problem des Vollmachtsrechts auseinanderzusetzen. Hürden unseres juristischen Regelwerks, die eine private Stellvertretung in höchstpersönlichen Angelegenheiten von vornherein unzulässig machen, ließen sich allein mit passenden Formulierungen und Gestaltungen nicht überwinden. Insbesondere zu dieser Problematik haben wir in Regensburg geforscht. Im folgenden sei ein kleiner Einblick in die Gegenstände der Untersuchung und ihre Ergebnisse eröffnet:

Nachgewiesen wurde, daß eine allgemeine These, ob und unter welchen Voraussetzungen private Stellvertretung im höchstpersönlichen Bereich zulässig ist, nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft (nicht nur der Rechtswissenschaft!) nicht entwickelt werden kann. Hauptgrund dafür ist, daß – auch von medizinischer Seite her – hinreichende Erkenntnisse zur »Selbstbestimmungsfähigkeit« von Personen fehlen. Wie

bereits ausgeführt, muß in unserer Rechtsordnung der Vorrang der Selbstbestimmung gewahrt bleiben. Das bedeutet, daß ein Vertreter (sei er nun privat eingesetzt oder staatlich bestellt) über höchstpersönliche Angelegenheiten eines anderen überhaupt erst dann an dessen Stelle entscheiden darf, wenn es der betroffenen Person an der jeweils notwendigen *Selbstbestimmungsfähigkeit* fehlt. Das juristische Dilemma beginnt schon damit, daß das Gesetz die Kategorie der Selbstbestimmungsfähigkeit nicht kennt. Ausdrücklich definiert ist nur die *Geschäftsunfähigkeit*. Daneben verwenden Rechtsprechung und Literatur eine weitere Kategorie, die sog. *Einwilligungsfähigkeit*. Welche Fähigkeiten bei einem Betroffenen hierfür genau vorhanden sein müssen, ist aber weitgehend ungeklärt. Man behilft sich mit der Formel, daß er die Bedeutung, Schwere und Tragweite eines anstehenden Eingriffs in ein höchstpersönliches Rechtsgut (z. B. eine Operation durch den behandelnden Arzt) erkennen können und in der Lage sein muß, nach entsprechender Aufklärung willensbestimmt zu handeln. Nicht gesichert ist, wie sich Geschäftsunfähigkeit und Einwilligungsfähigkeit qualitativ zueinander verhalten. Zudem hat man sich noch nicht damit befaßt, welche unterschiedlichen Färbungen die Einwilligungsfähigkeit je nach dem von der Einwilligung betroffenen Rechtsgut annimmt (etwa: Ist für die Einwilligung in Eingriffe in die Gesundheit oder die Freiheit derselbe Grad an Selbstbestimmungsfähigkeit notwendig?).

Zu dem Problem, ob ein Bevollmächtigter an Stelle einer hilflosen Person in eine Heilbehandlung, also z. B. eine Operation, einwilligen kann, werden in der Lehre unterschiedliche Auffassungen vertreten; eine gesicherte Rechtsprechung liegt bisher nicht vor. Argumentiert wird in zwei Richtungen:

Man kann einmal die Situation bei gesetzlicher Vertretung durch einen Betreuer, der für die Einwilligung in die Heilbehandlung zuständig ist, mit der Lage bei privatem Einsatz eines Vertreters vergleichen. Der Betreuer steht von vornherein unter besonderer vormundschaftsgerichtlicher Kontrolle. Darüber hinaus ist nach § 1904 die Einwilligung eines Betreuers in die Heilbehandlung des Betreuten, wenn damit eine besonders schwere Gesundheits- oder Lebensgefahr verbunden ist, nur dann wirksam, wenn das Vormundschaftsgericht hierzu seine Genehmigung erteilt. Prüfungsmaßstab für das Gericht ist das Wohl des Betroffenen. Für die Beurteilung wird es in der Regel ärztliche Sachverständigengutachten heranziehen müssen. Man kann nun mit einem sogenannten Erst-recht-Schluß arbeiten: Wenn sogar ein Betreuer vormundschaftsgerichtlicher Genehmigung bedarf, muß dies erst recht bei privater Vertretung gelten. Obwohl entsprechende gesetzliche Regelungen bisher nicht vorhanden sind, wird daher wegen der Vergleichbarkeit der beiden Sachverhalte gefordert, daß hier auch die Einwilligung eines privaten Vertreters vom Vormundschaftsgericht genehmigt werden muß, soll sie wirksam sein. – Es wird aber auch anders angesetzt: Gerade weil der Bevollmächtigte kein Betreuer und daher kein gesetzlicher Vertreter ist, könnten für ihn die Beschränkungen der gesetzlichen Vertretungsmacht nicht gelten. Und weil

es die Möglichkeit zur Bestellung eines Überwachungsbetreuers gebe, könnten Vollmachten Betreuung in jeder Hinsicht ersetzen.

Als Problemzugang wählte man demgegenüber in Regensburg einen bisher nicht beachteten Gesichtspunkt: Willigt eine Person in ihre Heilbehandlung, etwa eine bevorstehende Operation, ein, muß die Einwilligung nach allgemeiner Überzeugung jederzeit widerrufen werden können. Das Erfordernis wurzelt direkt im Selbstbestimmungsrecht des einzelnen. Daraus läßt sich die Anforderung ableiten, daß die Einwilligung in eine Heilbehandlung, die von einem privaten Vertreter erklärt würde, ebenfalls widerruflich sein müßte. Diese Gedanken können in weiteren Schritten für die Vorsorgevollmacht fruchtbar gemacht werden: Der Bevollmächtigte soll für einen Vollmachtgeber einwilligen, der einwilligungsunfähig ist. Zu einem Widerruf einer in seinem Namen erklärt Einwilligung ist dieser Vollmachtgeber, dem es an Urteilsfähigkeit fehlt, aber nicht mehr in der Lage. Anstelle des Hilflosen könnte zwar ein Überwachungsbetreuer auf einen Widerruf der vom Bevollmächtigten erklärt Einwilligung hinwirken. Damit das klappt, wäre aber zu verlangen, daß der Überwachungsbetreuer rechtzeitig vor der endgültigen Vornahme der Operation bestellt ist. Der behandelnde Arzt müßte sich wohl an das Vormundschaftsgericht wenden, um Entsprechendes anzuregen. Daraus folgt: Was hier juristisch immerhin konstruierbar wäre, ist für die Praxis viel zu umständlich und daher nicht zu empfehlen.

Auch bei der Einwilligung in die Freiheitsentziehung streitet man sich: Muß ein hilfloser Mensch zu seinem Schutz in eine Einrichtung verbracht werden, die er nicht beliebig wieder verlassen kann, ist über seinen Aufenthalt zu bestimmen. Da er eine Einwilligung zu dieser Freiheitsentziehung selbst nicht mehr erteilen kann, müßte sie von einem Bevollmächtigten stellvertretend in seinem Namen erklärt werden können. Auch hier finden sich Befürworter, die erforderlichenfalls auf die Überwachungsbetreuung zurückgreifen wollen. Von einigen wird wieder der Erst-recht-Schluß angewendet: Wenn schon, wie § 1906 es vorschreibt, die Einwilligung eines Betreuers vormundschaftsgerichtlicher Genehmigung bedarf, kann doch zum Schutz des betroffenen Vollmachtgebers bei privater Vertretung nichts anderes gelten.

Diese Lösungen überzeugen gleichwohl nicht: Die Freiheit der Person genießt bereits über das Grundgesetz einen besonderen Schutz. Dies wird in unseren Gesetzen dadurch verwirklicht, daß Freiheitsentziehungen – gleich welcher Art – der richterlichen Kontrolle bedürfen. In Regensburg wurde schon früh darauf hingewiesen, daß es hierzu in diametralem Gegensatz stünde, wenn sich eine Person unkontrolliert der Bestimmungsbefugnis eines anderen unterwerfen könnte, indem sie einer anderen Person Vollmacht zur stellvertretenden Aufenthaltsbestimmung erteilt. Schon die Gefahr, daß eine Person zum Handlungsobjekt anderer herabgewürdigt wird, kann unsere Rechtsordnung nicht billigen.

Private Fürsorge in bedeutenden höchstpersönlichen Angelegenheiten erlauben unsere Gesetze

Dr. jur.  
Ute Walter  
geb. 1966 in Fürth.  
Studium der Rechtswissenschaften  
in Regensburg,  
1. Juristische Staatsprüfung 1990,  
2. Juristische Staatsprüfung 1993,  
1996 Promotion.  
Seit 1993 Wiss. Assistentin am  
Lehrstuhl für Bürgerliches Recht  
und Deutsche Rechtsgeschichte.  
Forschungsgebiete:  
Familienrecht, insbesondere  
Betreuungsrecht und Kind-  
schaftsrecht, Persönlichkeitsrechte,  
Moderne Geschichte  
des Schmerzensgeldes.

In vollem Bewußtsein über Tragweite und Auswirkungen dieser Vollmacht verfüge ich bei voller Geschäftsfähigkeit nachfolgende

Vorsorgevollmacht:

Hiermit bevollmächtige ich, Elisabeth Zagel, geb. am 20.2.1920, wohnhaft in 93055 Regensburg, Leyserstr. 8,

meine Nachbarin, Frau Susanne Riedhammer, geb. am 3.3.1943, wohnhaft in 93055 Regensburg, Leyserstr. 9,

mich in allen persönlichen und rechtlichen Angelegenheiten, auch soweit sie meine Gesundheit betreffen, in jeder denkbaren Weise zu vertreten, soweit es rechtlich zulässig ist.

Im Falle einer psychischen Krankheit, geistigen oder seelischen Behinderung wünsche ich in eine geeignete Einrichtung verlegt zu werden, da ich meinen Angehörigen nicht zur Last fallen möchte.

Meine monatlichen Taschengeldüberweisungen an meine Enkelkinder Bettina und Christoph in Höhe von je DM 200 monatlich sollen bis zu einer Minderung meines Vermögens auf DM 30.000 beibehalten werden, längstens jedoch bis sie jeweils ihr 27. Lebensjahr vollendet haben.

Im Falle der Auflösung meiner Wohnung sollen meine persönlichen Erinnerungsstücke, vor allem meine Bilder im Wohnzimmer, meine gesammelten Briefe und mein Biedermeier-Sekretär in mein Zimmer im Pflegeheim verbracht werden. Meine Münzsammlung soll meine Bevollmächtigte in Verwahrung nehmen. Meine sonstigen Möbel und Haushaltsgegenstände können an gemeinnützige Organisationen abgegeben werden. Wäsche und Kleidungsstücke, die ich im Pflegeheim nicht mehr benötige, sollen an die Caritas-Kleiderkammer oder eine vergleichbare Organisation, die bedürftige Menschen direkt unterstützt, gespendet werden.

Sollte ich aufgrund meiner Krankheit oder Behinderung nicht mehr in der Lage sein, einen angemessenen Barbetrag zur persönlichen Verfügung selbst zu verwalten (Taschengeld), soll mir die Bevollmächtigte Annehmlichkeiten ermöglichen, wie sie meinen bisherigen Vorstellungen und Wünschen entsprechen.

Mein Vermögen soll bei meinen beiden bisherigen Hausbanken verbleiben. Bei der Vermögensverwaltung ist der Rat der jeweiligen Filialleiter/-innen einzuholen und zu berücksichtigen. Entsprechende Bankvollmachten habe ich meiner Bevollmächtigten bereits erteilt.

Über mein Grundstück am Schwetendorfer Weiher darf nicht verfügt werden. Die Bevollmächtigte soll für ihre Dienste eine jährliche Zuwendung von DM 1.200 erhalten. Ihre in Zusammenhang mit der Wahrnehmung der Vollmacht entstehenden Aufwendungen sind je nach Anfall jährlich bis zu DM 600 abrechenbar.

Die Vollmacht ist jederzeit widerruflich.

Regensburg, den 7.7.1997

Elisabeth Zagel

*Elisabeth Zagel*  
Unterschrift der Vollmachtgeberin

Susanne Riedhammer

*Susanne Riedhammer*  
Unterschrift der Bevollmächtigten

daher jedenfalls nicht, ohne daß eine vorbeugende staatliche Überwachung sichergestellt ist.

**Sinnvoller als Betreuung?**

Welche Fürsorgeform für eine Person die individuell passende ist, richtet sich danach, ob die eigenen Zukunftsvorstellungen ohne die Erteilung einer Vorsorgevollmacht die notwendigen Freiräume finden können. Nur die genaue Kenntnis, wie das Betreuungsrecht die staatlich bereitgehaltene Fürsorge gestaltet, ermöglicht einen seriösen Entscheidungsprozeß. Professionelle juristische Beratung ist hierfür unabdingbar. Ob Betreuung daraufhin

Beispiel einer Vorsorgevollmacht (ohne Überwachungsbevollmächtigung): Im ersten Teil formuliert Frau Zagel den Umfang der Vollmacht an Frau Riedhammer.

Die Anweisungen im zweiten Teil gestalten das Grundverhältnis nach den individuellen Wünschen von Frau Zagel näher aus.

in bestimmten Bereichen als für einen selbst inkzeptabel eingestuft wird, hängt von den eigenen Vermögensverhältnissen und nicht zuletzt auch davon ab, ob man überhaupt noch Menschen um sich hat, denen man sich ohne weiteres anvertrauen möchte.

Wer sich nicht mit dem Gedanken beschäftigen will, daß zumindest altersbedingte Verwirrtheit oder Hilflosigkeit jeden von uns treffen kann, gibt damit (vielleicht unbewußt?) der gesetzlichen Betreuung den Vorzug.

# Aus der Welt der »kleinen Grünen«

## Zur Biologie der Cyanobakterien

### Mikroorganismen

**Nicht nur grüne Blätter sind zur Photosynthese befähigt. Vor ca. 3 Milliarden Jahren konnten das bereits photoautotrophe Bakterien, allerdings verwendeten sie noch kein Wasser. Später erst, mit dem Auftreten von Cyanobakterien und grünen Algen, trat der Prozeß der Wasserspaltung auf den Plan, der für die Entwicklung höheren Lebens von erheblicher Bedeutung war. Die Energie für die Wasserspaltung, bei der Sauerstoff freigesetzt wird, stammt aus dem Sonnenlicht. Sie wird auch zur Reduktion von Kohlendioxid und zur Bildung von Ammoniak und Wasserstoff genutzt. Die meisten Cyanobakterien leben von Licht und rein anorganischem Material. Sie stellen somit die geringsten Nährstoffansprüche unter allen Lebewesen.**

#### Einheit und Vielfalt, Dauer und Wechsel

Der enorme biologische Vielfalt liegt eine gewisse strukturelle und chemische Einheitlichkeit zugrunde. Die verschiedenartigsten Lebewesen wie Bakterien, Pflanzen, Tiere und Mensch sind aus Zellen aufgebaut, die sich einerseits bei den einzelnen Organismenarten und den verschiedenen Zellarten eines Organismus in Struktur und Funktion bemerkenswert unterscheiden, andererseits jedoch auch vieles gemeinsam haben. So besitzen sie die gleichen Typen von Proteinen, Nukleinsäuren und Polysacchariden, die ihrerseits wiederum aus den für alle Organismen gleichen niedermolekularen Bausteinen wie Aminosäuren, Nukleotiden und Monosacchariden zusammengesetzt sind. Gemeinsamkeiten der Lebewesen zeigen sich auch bei den chemischen Reaktionswegen zum Aufbau von Zellbestandteilen, im genetischen Code sowie bezüglich evolutionsgeschichtlicher Vorfahren.

Zellen müssen sich von ihrer Umwelt abgrenzen, wenn sie die funktionelle Ordnung bewahren wollen, die sie zu Lebewesen macht. Die Abgrenzung geschieht mit Hilfe einer Membran aus organisierten flächigen Aggregaten von Fett- und Eiweißstoffen. Dem Zwang zur Abgrenzung steht aber eine ebenso unausweichliche Öffnung zur Außenwelt gegenüber. Durch die Membran hindurch werden dem Zellinneren die verschiedenartigsten Nahrungsstoffe zur Energie- und Baustoffversorgung zugeführt und Abfallstoffe entfernt. Lebewesen tauschen dauernd Materie, Energie und Informationen mit ihrer Umgebung aus. Die stete Synthese von Zellbestandteilen er-

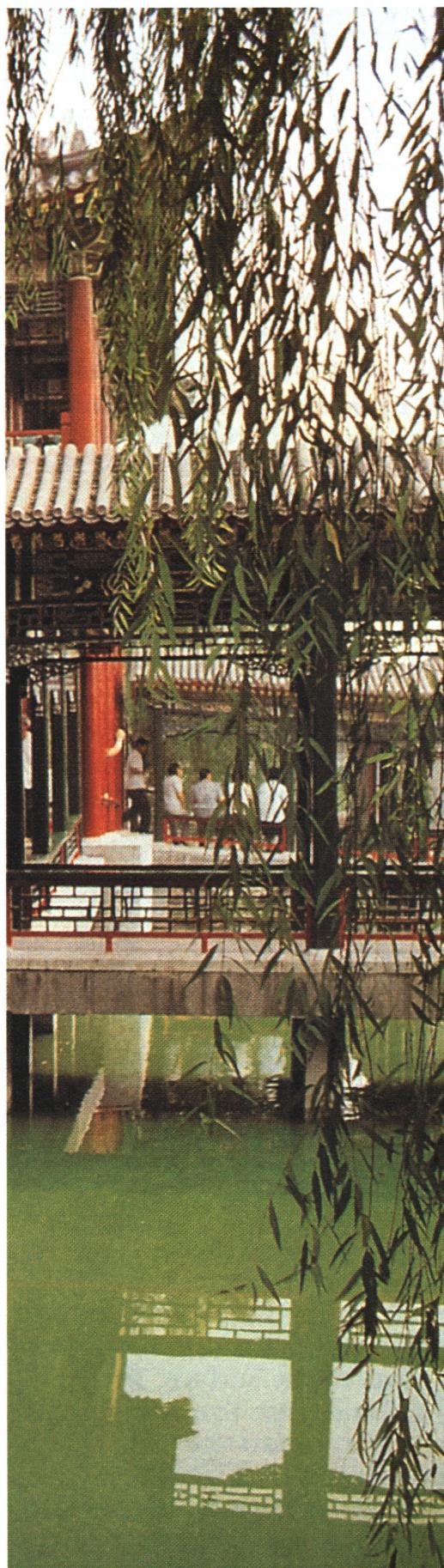
fordert chemische, das Anhäufen und Zurückhalten von Salzen osmotische und die Geißelbewegung bei Bakterien mechanische Arbeit. Die biologische Membran ist also eine Art molekularer Grenzzaun, der weit mehr bietet als ein Maschendraht oder ein Filter. Sie verfügt über spezifische molekulare Pumpen und Kanäle, die als Transportsysteme die Zusammensetzung des Zellinneren bestimmen. Der chemische Aufbau eines Organismus bleibt über längere Zeit konstant, doch ist die Ausstattung der Zellen und auch der Organismen mit Molekülen keineswegs statischer Natur, sie unterliegt vielmehr einem dynamischen Fließgleichgewicht: Moleküle werden ständig durch chemische Reaktionen auf- und wieder abgebaut, so daß im System ein fortwährender Masse- und Energiefluß stattfindet. Kennzeichen des Stoffwechsels sind vielstufige Reaktionsfolgen, Verknüpfung von Stoffwechselvorgängen zu einem kybernetischen Netz, selbstregulierende Eigenschaften sowie zirkuläre Reaktionsabläufe.

#### Die »kleinen Grünen« - Algen oder Bakterien?

Bis vor etwa vierzig Jahren wurden die mikroskopisch kleinen, grünen Cyanophyzen ihrer Farbe und Fähigkeit zur Photosynthese wegen zu den Algen gerechnet. Das Synonym »blaugrüne Algen« weist auf diese frühere Einteilung hin. Erst seit man zwischen kernlosen und kernhaltigen Zellen, Prokaryonten und Eukaryonten, zu unterscheiden gelernt hatte, zählte man die Cyanophyzen aufgrund ihrer Zellorganisation und ihres Zellmodus eindeutig zu den Prokaryonten und gab ihnen die Bezeichnung Cyanobakterien. Diese aus Wasser gasförmigen Sauerstoff freisetzenden und von Licht sich ernährenden Lebewesen besitzen weder einen Zellkern noch Zellorganellen. Ihr Erbgut - Desoxyribonukleinsäure als Trägerin der genetischen Information - liegt als Kernäquivalent im Zytoplasma.

#### Eine enorme Vielfalt tut sich auf

Die genetische, metabolische und morphologische Verschiedenheit der Cyanobakterien kann sich mit der aller anderen Bakterien messen. Ihre Ursprünge gehen bis an den Anfang des Lebens zurück. Fossilien der Vorfahren dieser Organismen wurden in drei Milliarden Jahren alten Gesteinsschichten entdeckt. Etwa 2000 bekannte Arten von Cyanobakterien besiedeln die verschiedensten Standorte der Erde. Sie sind blaugrün über grün bis rot und braun gefärbt, ihre Zellform ist kugelig bis stäb-



**1** Peking, Teich im »Park der großartigen Aussicht«. Durch die Massenvermehrung von Cyanobakterien der Gattung *Microcystis* erhält er sein giftgrünes Aussehen.

**2** Cyanobakterien als Aufwuchs auf dem Betonbalkon der chemischen Institute der Universität Regensburg.

chen- oder fadenförmig (Größen von 1 bis 50  $\mu\text{m}$ ). In erster Linie findet man sie in Gewässern **1**, in Böden und als Aufwuchs auf Felsen und Beton **2**. Einige von ihnen sind in der Lage, an extremen

oder nährstoffarmen Standorten wie in sauren und bis zu 70 °C heißen Gewässern oder an Felsen und Baumrinden in Höhen bis zu 4000 Metern über dem Meeresspiegel zu wachsen.

### 3 Mikroskopische Aufnahmen

drei verschiedener  
Arten von Cyanobakterien.

oben:

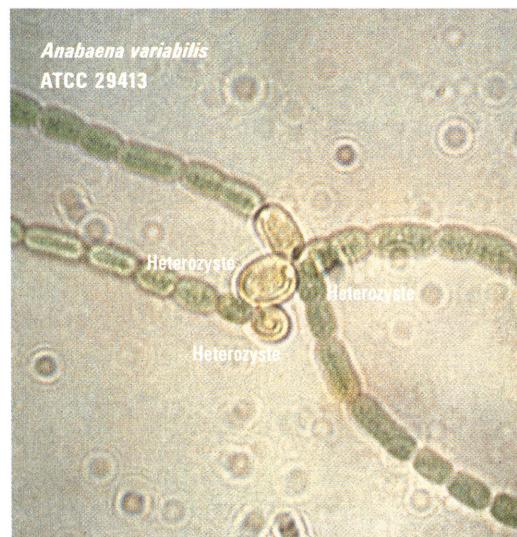
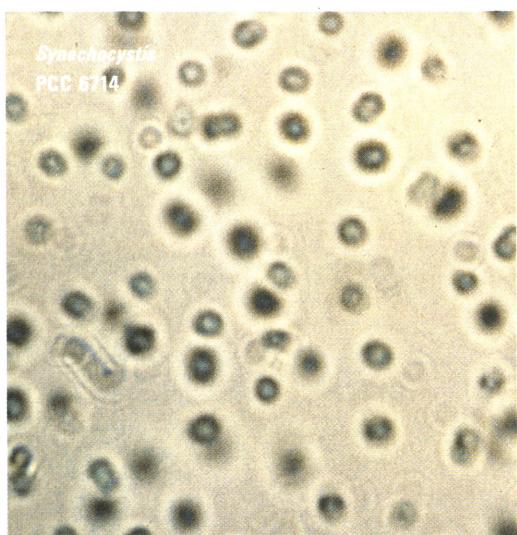
Cyanobakterien *Synechocystis*  
(Vergrößerung: 6000 fach).

mitte:

Cyanobakterien *Spirulina*  
(Vergrößerung: 2100 fach).

unten:

Cyanobakterien *Anabaena*  
mit Heterozytten  
(Vergrößerung: 2100 fach).



Die zahlreichen Cyanobakterienstämme lassen sich in mehrere große Untergruppen einteilen, die sich in ihrer Morphologie unterscheiden. So gibt es einzellige Stäbchen und Kokken (z. B. *Synechocystis* 3 oben), fadenförmige Zellverbände ohne Heterozytten, deren Filamente sich entweder linear oder spiralförmig (z. B. *Spirulina* 3 mitte) zusammenlagern können, und fädige Cyanobakterien mit Heterozytten (z. B. *Anabaena* 3 unten), die den Stickstoff der Luft binden können.

### Proteinreiche Nahrung aus dem Texcoco-See

Seit Jahrhunderten schon werden Cyanobakterienstämme, vor allem die Gattung *Spirulina spp.*, zur menschlichen und tierischen Ernährung eingesetzt. Unabhängig voneinander wurden und werden aus dem Texcoco-See in Mexiko *Spirulina maxima* und aus dem Tschad-See in Afrika *Spirulina platensis* gewonnen. Sie sind proteinreich, enthalten essentielle Aminosäuren und essentielle Fettsäuren.

Aus dem Texcoco-See wird die Gattung *Spirulina* in großen Mengen geerntet und gelangt dann in Form von *Spirulina*-Mehl hauptsächlich als Tierfutter auch in überseeische Länder oder in Form gepreßter Pillen als Appetitzügler in unsere Apotheken.

In einigen tropischen Ländern werden *Spirulina*-arten auf güllehaltigem Abwasser gezüchtet, um dieses zu reinigen. Diese Cyanobakterien sind in der Lage, den Harnstoff der Gülle als Stickstoffquelle zu verwerten. Nach der Ernte können sie als proteinreiche Nahrungsquelle an Schweine verfüttert werden.

### Cyanobakterien, die Wasserstoff produzieren

»Erdhaar« ist eine begehrte chinesische Delikatesse. Es handelt sich hierbei um Zellfäden eines Organismus, der am Rande der Wüste Gobi lebt und eine Ansammlung von Cyanobakterien darstellt. Britische Forscher untersuchten die Wasserstoffproduktion durch Erdhaar. Es ist möglich geworden, diese Bakterien in Kultur zu züchten und sie zu veranlassen, Wasserstoff – den Brennstoff der Zukunft – vermehrt zu produzieren. Man hofft, den Wirkungsgrad, der bei dem unter natürlichen Lebensbedingungen wachsenden Erdhaar noch bei 1% liegt, künstlich auf ca. 10% zu steigern. Bei einigen anderen Cyanobakterien wurde bereits ein Wirkungsgrad von 5% erreicht. Um die gewünschten höheren Wirkungsgrade zu erreichen, muß man jedoch die günstigsten biochemischen Bedingungen ermitteln. Es ist gelungen, die filamentösen Erdhaar-Cyanobakterien in haardicken hohlen Fasern oder in Poren kleiner Schaumstoffwürfel zu fixieren und damit in einem Photobioreaktor über 15 Monate lang kontinuierlich Wasserstoffgas zu gewinnen. Um entscheiden zu können, ob sich diese phototrophen Cyanobakterien zur großtechnischen Produktion von Wasserstoff verwenden lassen, werden allerdings noch langfristige Untersuchungen notwendig sein.

### Vorsicht Gift!

Unter günstigen Bedingungen (Wassertemperatur zwischen 15 °C und 30 °C, pH 6–9, ausreichende Nahrung und Wind) können sich die in Süßwasser lebenden Cyanophyzen explosionsartig vermehren und so eine Wasserblüte verursachen 4. Dabei bilden einige von ihnen Substanzen, die bei Mensch und Tier als Nerven- und Lebergifte wirken. Etliche Wild- und Nutztiere, die dieses mit Cyanobakterien verseuchte Wasser tranken, starben eines schnellen Todes.

Vertreter von sieben der inzwischen zwölf nachweislich für Mensch und Tier toxischen

Gattungen werden mittlerweile in Kultur gehalten und lassen sich biotechnologisch in größerem Maßstab ernten. So war es möglich, ausreichende Mengen an Toxinen zu gewinnen, deren chemische Struktur aufzuklären und nach ihrem Wirkmechanismus zu suchen. Beispielsweise produziert das Zellketten bildende Cyanobakterium *Anabaena flos aquae* Giftstoffe wie Anatoxin A, Anatoxin A (S), Saxitoxin und Neosaxitoxin, deren chemische Struktur bekannt ist. Bis auf Anatoxin A (S) kommen diese Gifte auch in einigen anderen Cyanobakterien vor.

Anatoxin A imitiert den Nerven-Überträgerstoff Acetylcholin und blockiert dessen Rezeptor. Dadurch wird die Kontraktion der quergestreiften Muskulatur unterbrochen, was schließlich zum Tod durch Atemlähmung führt. Anatoxin A (S) hemmt das Acetylcholin abbauende Enzym. Dies bewirkt eine Anhäufung von Acetylcholin im Körper und löst eine permanente Erregung aus. Tod durch Atemlähmung und Herzstillstand sind die Folge. Saxitoxin und Neosaxitoxin hemmen die Weiterleitung von Nervenimpulsen, was ebenfalls zu Atemlähmung mit oft tödlichem Ausgang führt. Die letale Dosis beträgt für den Menschen etwa 1 Milligramm.

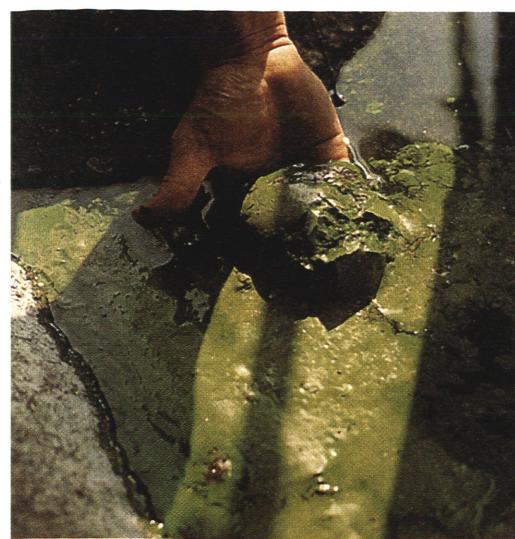
Zahlreiche Cyanobakterien, wie z. B. *Microcystis aeruginosa* oder *Nodularia spumigena* erzeugen Gifte, die die Leber schädigen. Diese Verbindungen bringen die funktionellen Leberzellen zum Schrumpfen, wodurch der normalerweise enge Kontakt zwischen den Zellen verloren geht. Auch jene Zellen, die die sogenannten sinusoiden Kapillaren in der Leber auskleiden, trennen sich voneinander. Blut tritt in das Organgewebe über und sammelt sich in schädigender Weise an. Ein Kreislaufschlag ist häufig die Folge.

Wie beschrieben, wird Spirulina-Mehl als Tierfutter und als Appetitzüger bei Menschen verwendet. Der amerikanische Hydrobiologe und Toxikologe Wayne W. Carmichael ist zwar der Ansicht, daß Spirulina durchaus harmlos sei. Doch sieht er insofern eine Gefahr, als es keine gesetzlichen Richtlinien für die Vertreiber gibt, »ihre Produkte auf cyanobakterielle Toxine oder potentiell toxische Arten von Cyanobakterien zu kontrollieren«. Auch hier gilt, daß Kontrolle besser als Vertrauen ist.

#### **Was ist blaugrün und frißt Pestizide und polychlorierte Benzole?**

Diese Frage stellte vor nicht allzulanger Zeit ein Wissenschaftsjournalist in der britischen Zeitung *New Scientist*. »Schluß damit, daß Sie Ihren Garten mit gereinigtem Abwasser gießen. Werfen Sie dafür lieber ein paar blaugrüne Algen in das verunreinigte Wasser, und Sie werden es von organischen Verbindungen und Schwermetall-Ionen billig und wirksam reinigen«, riet er seinen Lesern.

Grundlage dieses Ratschlags für die Gartenpraxis ist der Glücksschlag, der im Jahre 1989 der amerikanischen Mikrobiologin Judith Bender mit ihrem Mitarbeiter Peter Phillips über diesen Prozeß gelang. Die beiden Forscher wollten im Rahmen eines Hilfsprogramms für die Domini-



**4 Cyanobakterien der Gattung *Microcystis* im Uferbereich von Loch Balgavies in Schottland. Wie eine Lache aus grüner Ölfarbe schwimmen sie auf der Wasseroberfläche.**

kanische Republik Fischfutter entwickeln und befanden, daß dazu proteinreiche Cyanobakterien geeignet sein könnten. Um diese zu fixieren, benutzten Bender und Phillips den bei Farmern leicht zu bekommenden Grasschnitt. Cyanobakterien und Grasschnitt bildeten zusammen eine lederartige, schleimige, grüne Masse, für die die Mikrobiologin die Bezeichnung »mikrobiologische Matte« kreierte. Nun machte man die interessante Entdeckung, daß das Wasser im Versuchsbecken – nachdem sich die mikrobiologische Matte gebildet hatte – reiner war als zuvor. Von da an prüften die beiden Forscher die Fähigkeit der Matten, Umweltgifte effizient zu entfernen. »Die Matten bauten alles ab, was wir ihnen gaben. Alles! Wir fanden nichts, was nicht abgebaut wurde«, so Frau Bender enthusiastisch. Dies »alles« schloß nicht nur eine große Zahl verschiedener Pestizide, sondern auch Verbindungen wie den Sprengstoff Trinitrotoluol und industrielle Abfälle wie polychlorierte Benzole ein. Zudem konzentrierte die Matte in ihrer oberen Schicht noch Schwermetall-Ionen aus dem Wasser.

Der Reinigungseffekt war derart effektiv, daß Bender und Phillips ein kommerzielles Unternehmen gründeten. Mit ihrem Verfahren konnten sie bereits das Vertrauen der US-amerikanischen Bundesregierung in Washington gewinnen. Sie erhielten den Auftrag, alte Kohlen-, Gold- und Silberminen, aber ebenso mit Pestiziden verseuchte Böden von Bananenplantagen in Westindien zu reinigen.

In Deutschland haben Wissenschaftler und Techniker des Instituts für Getreideverwertung in Brandenburg Anlagen zur Wasserreinigung durch »Mikro-Algen«, z. B. *Spirulina platensis*, entwickelt. »Gezähmte Algenblüte frißt Schadstoffe«, so das Motto. Gedacht ist an die Eliminierung von Ammonium-, Nitrat- und Phosphat-Ionen, an eine Tertiärreinigung von kommunalem Abwasser und Gülle, an Ammonium-Ion-Entsorgung aus Abläufen von Biogasanlagen und Grundwassersanierung an kontaminierten Düngemittelumschlagplätzen; geplant sind ferner die Reinigung von düngemittelbelastetem Regenwasser, Wasserreinigung an Fischzuchtkreislaufanlagen und an die Eliminierung von Schwermetall-Ionen wie z. B. Blei, Cadmium und Kupfer.

**5** Aufbau der Zellen

von Cyanobakterien.

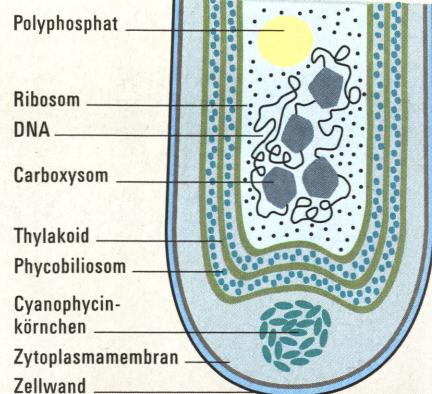
links:

Vegetative Zelle.

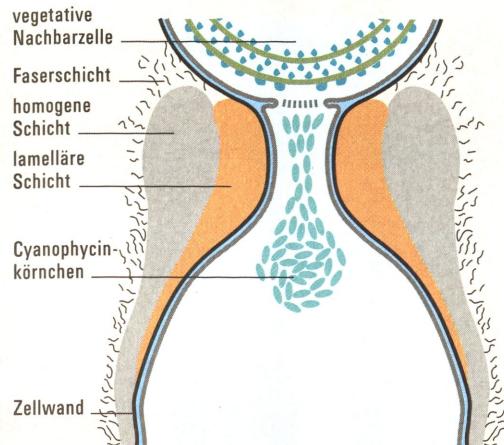
rechts:

Heterozyste.

**vegetative Zelle**



**Heterozyste**



**Klein, aber komplex aufgebaut**

Wie Abbildung 5 (links) zu erkennen gibt, ist das Zytoplasma der Cyanobakterien von einer Zytoplasmamembran und einer Zellwand umgeben, die aus einem Mureinnetz und einer äußeren Membran besteht. Das Mureinnetzwerk durchzieht den zwischen Zytoplasmamembran und äußerer Membran liegenden Raum, es umgibt die Zelle gewissermaßen wie ein Strumpf. Murein ist aus einem hochmolekularen Peptidoglycan aufgebaut, das bei den von uns angezüchteten und untersuchten Cyanobakterien 6 *Synechocystis* PCC 6803, *Spirulina maxima* SAG B 84.79 und *Anabaena variabilis* ATCC 29413 zum A1g-Typ gehört. Wir haben bei *Anabaena variabilis* auch einen hochmolekularen Zucker nachweisen können, der kovalent an das Mureinnetz gebunden ist. Viele Cyanobakterien scheiden Kohlenhydrate aus, die die Zellen als Kapseln umgeben und sie gegen Umwelteinflüsse widerstandsfähiger machen.

Die Zytoplasmamembran der Cyanobakterien hat entscheidende Stoffwechselfunktionen; sie stellt die osmotische Schranke der Zelle dar. Ihre Lipid-

Doppelschicht ist für hydrophile Moleküle nicht durchlässig, während hydrophobe Substanzen leicht hindurchdiffundieren können. Am Transport von Nährstoffen in die Zelle hinein und dem Export von Produkten aus der Zelle heraus sind ihre Membranproteine ebenso beteiligt wie an der biochemischen Synthese von Zellwandbestandteilen.

Sauerstoff atmende, also aerobe Bakterien verfügen über einen in der Zytoplasmamembran verankerten besonderen Apparat: die Atmungs- oder Elektronentransportkette. Bei der Zellatmung vollzieht sich die »biochemische Knallgasreaktion«: ein beträchtlicher Teil der Energie aus der »Wasserstoffverbrennung« wird in Form von biologisch verwertbarer Energie zur Verfügung gestellt, und nur ein geringer Teil geht als Wärme verloren.

Parallel zur Zytoplasmamembran von Cyanobakterienzellen – vereinzelt mit ihr verbunden oder unregelmäßig verteilt – finden sich bei fast allen Cyanobakterien intraplasmatische Membranstrukturen, Thylakoide genannt, die Träger der Komponenten einer Energieumwandlungsmaschinerie sind. Hierzu gehören Licht sammelnde Pigmente

**6** Anzucht von Cyanobakterien

in 20-Liter-Steilbrustflaschen bei 30 °Celsius und ständiger Belichtung mit (dem Pflanzenwachstum angepaßten) Fluora-Leuchtstoffröhren und Belüftung mit einem Luft-Kohlendioxid-Gemisch (0,2% CO<sub>2</sub>).



(Antennenpigmente), Reaktionszentren und Elektronentransportketten. An den durch Chlorophyll grün gefärbten Thylakoidmembranen sind außen noch scheibenförmig blaue und bei manchen Arten auch rote Pigmente angebracht. Daneben kommen im Zytoplasma der Cyanobakterien noch polyedrisch geformte Körperchen vor, die das Schlüsselenzym der Kohlendioxid-Fixierung enthalten.

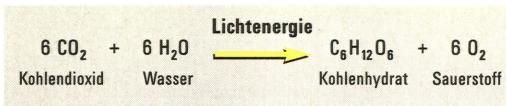
## Kraftstoff produzierende phototrophe Organismen

Der Prozeß, bei dem Lichtenergie in biochemisch verwertbare Energie umgesetzt wird, heißt Photosynthese. Organismen, die hierzu in der Lage sind, nennt man phototroph (griech. *phos* = Licht, *trophe* = Nahrung). Die Art Photosynthese, wie sie höhere Pflanzen, Algen und Cyanobakterien leisten, wird als oxygen bezeichnet, da sie eng mit der Freisetzung von Sauerstoff aus Wasser verbunden ist. Phototrophe Bakterien, wie z.B. die Purpurbakterien (*Rodospirillaceae*, *Chromatiaceae*) und grünen Bakterien (*Chlorobiaceae*), produzieren keinen Sauerstoff und sind daher anoxygene Phototrophe.

Phototrophe Lebewesen beziehen ihre Lebensenergie aus der Sonne. Sonnenenergie wird genutzt, um Elektronen in der lichtgesteuerten Reaktion von Wasser auf Kohlendioxid zu übertragen.

ser und dem Chlorophyll der darüber lebenden Organismen absorbiert wird. Cyanobakterien haben da einen Ausweg gefunden. Sie verfügen über Systeme, die eine Nutzung des das Wasser durchdringenden grünen und gelben Lichts für die Photosynthese zulassen. Bei den einzelnen phototrophen Arten variiert das photosynthetische Wirkungsspektrum. Als Kollektiv sind sie in der Lage, Lichtenergie vom Ultravioletten bis zum infraroten Spektralbereich zur Photosynthese auszunützen.

Kohlendioxid wird sowohl von den Pflanzen als auch von Cyanobakterien aus der Umgebung aufgenommen und auf die Stufe von Kohlenhydraten reduziert. Cyanobakterien verfügen offenbar über einen Mechanismus, Kohlendioxid zu konzentrieren, um es dem aktiven Zentrum in erhöhtem Maße anzubieten. Dazu müssen auch Bicarbonat-Ionen in Kohlendioxid überführt werden. An der Beschleunigung dieser Reaktion soll ein Zinkenthaltendes Metalloenzym beteiligt sein, das in der Natur weitverbreitet vorkommt. Obgleich nach Literaturangaben die Spiegel an diesem Enzym in Cyanobakterien äußerst niedrig liegen, sollen sie dennoch ausreichen, den genannten Zweck zu erfüllen. Uns gelang es – auch nach intensivem Bemühen – allerdings nicht, in den von uns untersuchten drei Cyanobakteriengattungen das Enzym mit den üblichen Methoden nachzuweisen, auch in daraus gewonnenen Protein-Konzentraten nicht.



Ein Chemiker würde sagen: Unter dem Einfluß von Licht wird Kohlendioxid reduziert und Wasser oxidiert.

In Cyanobakterien erfolgt die Photosynthese, ähnlich wie in grünen Pflanzen, durch zwei Arten von Lichtreaktionen mit den sogenannten Photosystemen I und II. Der Photosyntheseapparat lässt sich in drei funktionelle Komponenten unterteilen: den lichtsammelnden Komplex mit seinen Antennenpigmenten, das Reaktionszentrum und die Elektronentransportkette. Die Absorption von Lichtquanten erfolgt durch verschiedene Photosynthese pigmente, die den Lichtsammelkomplex bilden. Hauptpigment der Cyanobakterien ist das auch Blattgrün genannte Chlorophyll a. Wird ein Lichtquant von einem dieser Moleküle absorbiert, so wird das Molekül energetisch angeregt. Es gibt die Anregungsenergie an benachbarte Chlorophyllmoleküle weiter. Dieser Prozeß der Resonanzübertragung wiederholt sich so lange, bis die Energie des eingefangenen Lichtquants auf ein besonders langwellig absorbierendes Chlorophyll a eines Reaktionszentrums trifft und hier in photochemische Arbeit umgesetzt wird.

## Cyanobakterien wissen sich zu helfen

Phototrophe Organismen wie Rotalgen und Cyanobakterien, die im Meer in einer Tiefe von einem Meter oder mehr leben, erreicht oft nur wenig blaues oder rotes Licht, da dieses vom Was-

Die bei der Photosynthese entstehenden Kohlenhydrate enthalten die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Sie haben chemische Energie gespeichert, die u.a. in der Zellatmung genutzt wird. Kohlenhydrate verfügen über »Kohlenstoffgerüste«, aus denen sich Carbonsäuren, Fettsäuren und Fette herleiten. Neben den Kohlenhydraten und Fetten existieren in der Zelle hochmolekulare Proteine und Nukleinsäuren, deren Bausteine Stickstoff enthaltende Aminosäuren bzw. heterozyklische Stickstoffbasen sind.

Tier und Pflanze sind auf die Zufuhr von Stickstoff angewiesen. Die Pflanze entnimmt ihren Stickstoffbedarf aus dem Boden, welcher Stickstoff in Form von Nitraten und Ammoniumverbindungen enthalten muß. Tier und Mensch besitzen diese Fähigkeit nicht. Sie können ihren Stickstoffbedarf nur in Form von pflanzlichem und tierischem Eiweiß oder geeigneten Stickstoffverbindungen, wie z. B. Aminosäuren, decken. Die in den tierischen Organismus aufgenommenen organischen Stickstoffverbindungen werden abgebaut und größtenteils als Harnstoff mit dem Harn ausgeschieden. Bei der Verwesung von Pflanzen und Tieren bleiben zum Schluß Nitrat- und Ammoniumverbindungen zurück, die dann wiederum Pflanzen zur Verfügung stehen. Der Kreislauf beginnt von neuem.

Bei intensiver Landwirtschaft werden dem Boden mehr Stickstoffverbindungen entzogen als in verwertbarer Form in ihn wieder zurückkehren.

Deshalb ist in vielen Fällen das Aufbringen »künstlicher Stickstoffdünger« erforderlich, die nach dem großtechnischen Haber-Bosch-Verfahren hergestellt werden. Der Nährstoff Stickstoff ist neben Phosphor ein wachstumslimitierender Faktor zu Wasser und zu Lande.

### **Winzige 'Düngemittelfabriken' - die Heterozysten**

In zahlreichen natürlichen Biotopen reichen die Stickstoffquellen nicht aus, um ein optimales Wachstum von Organismen zu ermöglichen. Ge-wisse Bakterien besitzen die Fähigkeit, Stickstoff der Luft zu Ammoniak zu reduzieren, ein Prozeß, den man Stickstoff-Fixierung nennt. Da die Erdatmosphäre zu etwa 80% aus Stickstoff besteht, verfügen diese Bakterien über einen fast unerschöpflichen Vorrat an Substrat. Allerdings würde dieser Vorrat mit einer Halbwertszeit von 20 Millionen Jahren abnehmen, würde er nicht durch denitrifizierende Bakterien wieder aufgefüllt. Wichtige Stickstoff fixierende Organismen sind die Wurzelknöllchenbakterien von Schmetterlingsblütlern (z. B. Lupinen, Erbsen, Bohnen, Klee) und anderen Pflanzenarten (z. B. Erlen, Ödweiden). Auch ca. 40 von den bekannten Cyanobakteriengattungen vermögen den Stickstoff der Luft zu fixieren und an der Biomasseproduktion der Meere teilzuhaben. Wegen ihrer Eigenschaft zur Stickstoff-Fixierung besitzen diese Cyanobakterien großes agronomisches Interesse.

Bei bestimmten filamentösen Cyanobakterien kommt es innerhalb der Filamente zur Ausbildung von Heterozysten 3 (unten), wenn sie ohne gebundenen Stickstoff wachsen müssen. Von je 9 Zellen differenziert sich eine zu einem Heterozyst. In 5 ist der Aufbau einer vegetativen Zelle (links) und eines Heterozysten (rechts) schematisch dargestellt. Die vegetativen Zellen der meisten filamentösen Cyanobakterien haben eine klar ersichtliche Feinstruktur, die mit der gram-negativer Bakterien vergleichbar ist. Den Protoplasten umgibt eine Zellwand und der Photosyntheseapparat mit seinen Photosystemen I und II ist Bestandteil der Thylakoidmembran. Der Heterozyst dagegen unterscheidet sich von der vegetativen Zelle hauptsächlich durch seine dickeren Zellwände, eine schwache Pigmentierung und durch lichtbrechende Cyanophycinkörnchen. Der Nitrogenase genannte Enzymkomplex der Heterozysten, der den elementaren Stickstoff der Luft in biochemisch verwertbare Form umsetzt, ist äußerst sauerstoffempfindlich. Deshalb fehlt diesen Zellen das Sauerstoff produzierende Photosystem II, nicht aber das Photosystem I. Bei der Reduktion von Stickstoff durch das nur in den Heterozysten vorkommende Enzym Nitrogenase werden Ammoniak und Wasserstoff gebildet. Heterozysten fixieren wenig oder gar kein Kohlendioxid. Die Kohlenhydrate, über die sie verfügen, stammen aus der photosynthetisch aktiven vegetativen Nachbarzelle, mit der sie über Porenkanäle verbunden sind.

Auch unter den Cyanobakterien finden sich einige, die – wie die Wurzelknöllchenbakterien – mit Pflanzen in Symbiose leben. Als Beispiel sei die

Symbiose von *Anabaena azolla* mit dem Wasserfarn *Azolla* genannt. Hier befinden sich die Cyanobakterien in den Gewebehohlräumen der Blätter und verfügen über bis zu 15% mehr Heterozysten als gewöhnliche *Anabaena spp*. Der Mensch macht sich diese Symbiose auf gefluteten Reisfeldern zunutze: Läßt man den Wasserfarn auf der Oberfläche des stehenden Gewässers wachsen, so wird auf diese Weise der gesamte Stickstoffbedarf des Reisfeldes gedeckt.

Nitrogenase ist ein Stickstoff-fixierendes Enzym, das einen Komplex von Proteinen mit bemerkenswert ähnlichen Eigenschaften bei allen bisher untersuchten, über zwanzig Organismen darstellt. Die beiden Schlüsselkomponenten in diesem Komplex sind Dinitrogenase-Reduktase und Dinitrogenase. Isolierte Nitrogenasen sind extrem sauerstoffempfindlich. Die Halbwertszeit für die Inaktivierung der Dinitrogenase-Reduktase an Luft liegt bei 30 Sekunden, für Dinitrogenase beträgt sie 10 Minuten. Nitrogenasen müssen wohl auch in der lebenden Zelle vor Sauerstoff geschützt werden. Die auf Stickstoff-Fixierung spezialisierten Heterozysten haben offenbar deshalb verstärkte Zellwände, um das Eindringen von Sauerstoff zu erschweren. Außerdem besitzen diese Zellen neben ihrer Nitrogenase ein Enzym, das bei der Nitrogenase-Reaktion verbrauchte Reduktionsäquivalente rezykliert und durch die dabei stattfindende Reduktion des Sauerstoffs die sauerstoffempfindliche Nitrogenase schützt.

### **Hunger nach Ammonium-Ionen**

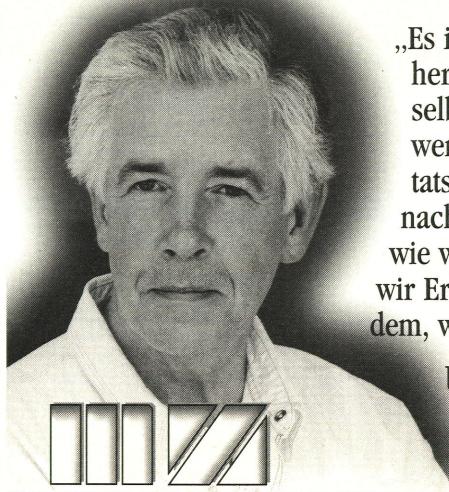
Cyanobakterien benötigen für ihren Stickstoff-Stoffwechsel hauptsächlich Ammonium-Ionen. Diese Ammonium-Ionen können direkt aus der Umgebung aufgenommen, durch Nitrat- und Harnstoff-Assimilation bzw. durch Fixierung von Luftstickstoff gewonnen werden. Bei der Harnstoff-Assimilation wird mit Hilfe des Enzyms Urease Harnstoff zu Kohlendioxid und Ammoniak hydrolysiert. Es gibt zahlreiche im Boden vorkommende Bakterienstämme, die über das Enzym Urease verfügen. Sie zersetzen damit landwirtschaftlich ausgebrachten Stickstoffdünger und entlassen den wertvollen Stickstoff in flüchtiger Form in die Atmosphäre. Wir haben festgestellt, daß auch die drei von uns untersuchten Cyanobakterien *Synechocystis*, *Spirulina maxima* und *Anabaena variabilis* fähig sind, Harnstoff als einzige Stickstoffquelle zu verwerten. Alle drei enthalten Ureasen, die isoliert, gereinigt und näher charakterisiert wurden. Es gelang uns, das Wachstum der Cyanobakterie *Spirulina maxima*, die von Harnstoff als einziger Stickstoffquelle lebte durch Zugabe spezifischer Urease-Inhibitoren zu hemmen.

Ist das Ammonium-Ion letztlich aus Luftstickstoff gewonnen, so wird es von Glutaminsäure unter Bildung von Glutamin übernommen, das aus der Heterozyste in die vegetative Zelle übertritt und dort als Stickstoffquelle u. a. für den Aufbau von Aminosäuren, den Bausteinen der Proteine, sorgt.

Prof. Dr. rer. nat.  
**Manfred Liefländer**  
geb. 1930 in Göttingen.  
Studium der Chemie und Medizin  
an der Universität Göttingen.  
1958 Promotion in Chemie,  
Physikalischer Chemie und  
Physiologie.  
1959–1971 Wiss. Mitarbeiter  
am Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin, Göttingen.  
1966 Habilitation in  
Physiologischer Chemie an der  
Universität Göttingen.  
1971 Professur für Chemie an  
der Universität Regensburg.  
**Forschungsbiete:**  
Chemie zusammengesetzter  
Peptide und Glycolipide,  
Membranbiochemie, Enzymologie,  
Stickstoff-Stoffwechsel bei  
Cyanophyzen, Geschichte der  
Physiologischen Chemie.

Dr. rer. nat.  
**Bärbel Knoll**  
geb. 1966 in Hanau.  
Studium der Chemie an der  
Universität Regensburg.  
1991 Diplom,  
1995 Promotion.

# vom Leichtsein Sich-leicht-**UND** nehmen



„Es ist wohl den Versuch wert, herauszufinden, wie wir uns selbst zu verstehen haben, wenn zum Menschsein tatsächlich das Verlangen nach Leichtigkeit gehört, und wie wir leben müßten, wenn wir Ernst machen wollten mit dem, was dies Verlangen sagt.“

**Ulrich Hommes**

Über die Leichtigkeit. 160 Seiten. Gebunden. ISBN 3-931904-12-1. DM 39,80



MITTELBAYERISCHE DRUCK- UND VERLAGS-GESELLSCHAFT

Bildung



Die Wissenschaft lebt...

...von der spannenden und fruchtbaren Diskussion zwischen jung und alt. Hier werden wichtige Erfahrungen weitergegeben, neue Fragen bringen neue Ideen hervor. Ganz so wie im täglichen Leben auch. Mit der neuen WOCHE nehmen Sie an allen wichtigen Diskussionen teil, die das Leben und die Zukunft in unserer Stadt bestimmen. Erleben Sie Regensburg. Jeden Donnerstag neu.



Leben in Regensburg

# Lassen sich Eier

vergriffen

vergriffen

Blick in die Wissenschaft

Blick in die Wissenschaft

Forschungsmagazin der  
Universität Regensburg

**Essay**  
Zeichen aus dem Zenit  
Die „Altzeitende“ Igerl – ein neues Kunstwerk  
im Regensburger Universitätsgebäude

**Wirksame Medikamente**  
Rechts oder links – das ist hier die Frage  
Was ist Ihnen rechte oder linke Hand  
und das Auswirken zu tun, die Sie einnehmen?

**Reichstagsgeschichte**  
Als das Reich noch in der Stadt residierte  
Reichstagsaktenforschung in Regensburg

**Kirchengeschichte**  
Der „Teil“ des Würzburger Apologeten  
Hermann Schell (1550–1606)  
Über die Anfänge des sog. Modernismus in Deutschland

**Die Academicus 1992**  
Das wissenschaftliche Erscheinen:  
Die Zukunft der Universität  
in der modernen Welt

**Elektrischer Sinn**  
Funksignale in tropischen Flüssen  
Kommunikation bei  
schwämmelektischen Fischen

**Quellenstudien der Theologie**  
Auf den Schultern der Riesen sehn  
Die Zweige das Neus besser  
Wirklichkeit ist: Die Sammlung „Rete zur Theologie“

**Entzündliche Darmkrankungen**  
Wenn das Immunsystem des Darms  
aus dem Gleichgewicht gerät  
Entzündungsreaktionen bei Herpes, Cytomegalie und Coxsackievirus

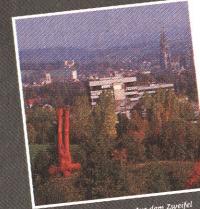
**Architektur als Sprache**  
St. Peter in Rom als Mausoleum der Päpste  
Baupraktik der Renaissance  
und die Weisheit zur Architektur

Nummer 1/92  
1. Jahrgang  
DM 12

Blick in die Wissenschaft

Forschungsmagazin der  
Universität Regensburg

1  
ISSN 0942-928x



Essay

Wie frei ist die Kunst?  
Überlegungen zum Verhältnis von  
Universalität und Mentalität

Interkulturelles Lernen

Wie verändert man mit China?

Was ist Amerikaner Deutsche als stur?

Psychologie der Begegnung mit fremden Kulturen

biologische Arzneimittel

Tumorkämpfung mit Naturstoffen –

eine Utopie?

Immuntherapie durch plantarische Polysaccharide

Klassische Archäologie

Götterfest, Wettkämpfe und Ritterparaden

Auf dem Wege

zu einem neuen Verständnis des Parthenonmastes

aussteinerne Physik –

aber: Bei minus 196 °C ist sie

Werkstattbericht

Texte in Hexametern

Anträge literarischer Bibliographie in Konstanzer Tz.

Das Werk des Iuvenas

Festrede

Weltall oder die Republik des Rahmes

150 Jahre Nationaltheater

schwebende Magnete

und Strom ohne Widerstand

Hochtemperatur-Supraleiter

Bindungsforschung

Kindchen auf einer Süßsee-Insel

Kinderbildung in Naturversteckender Sicht

Marketing

Warum kaufen Verbraucher

teure Markenartikel?

Profilgenauigkeit von Konsumenten

aus dem Zweifel  
gewinnt der Mensch  
seine Leistungen

Heft 2  
1. Jahrgang 1993  
DM 12

ISSN 0942-928-x

Blick in die Wissenschaft

Forschungsmagazin der  
Universität Regensburg

2  
ISSN 0942-928-x

Essay

Ein Leben ohne Chemie –  
Traum oder Albtraum?  
Neben und Risiken der Chemie

Hochtemperatur-Ökologie

Marche mögen's heiß  
Milieumodelle leben  
an der obersten Grenze der Temperatur

Bluthochdruck

Wenn das Herz überlastet ist  
Anpassung des Herzzyklus an  
chronische Druckbelastung

Krebstherapie

Immunkompetenz und versteckende Wirkungen  
des Immunsystems

Festrede

Die Krankenhausmedizin  
im Wandel des Alternsalters

Auch in Zukunft gelten alles?

Verfassungsgeschichte

Wahlverschrechtes der Papste

Die Kontrolle der geistigen Macht  
durch die Karikatur

Antisemitismus

Designdeser Gaud

Nachricht auf eine unsichtbare Weltkarte  
mit geheimnisvollen Linien

Kunst des Mittelalters

Mensch vor Gericht

Überlegungen zu Abgrenzung  
und Abgrenzung

Interview

Kooperation zugunsten von K

Archäologie

Designdeser Gaud

Nachricht auf eine unsichtbare Weltkarte  
mit geheimnisvollen Linien

Kunst des Mittelalters

Mensch vor Gericht

Überlegungen zu Abgrenzung  
und Abgrenzung

Interview

Kooperation zugunsten von K

Archäologie

Vogt

6

Heft 6  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

7

Heft 7  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

8

Heft 8  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

9

Heft 9  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

10

Heft 10  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

11

Heft 11  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

12

Heft 12  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

13

Heft 13  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

14

Heft 14  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

15

Heft 15  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

16

Heft 16  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

17

Heft 17  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

18

Heft 18  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

19

Heft 19  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

20

Heft 20  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

21

Heft 21  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

22

Heft 22  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

23

Heft 23  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

24

Heft 24  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

25

Heft 25  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

26

Heft 26  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

27

Heft 27  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

28

Heft 28  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

29

Heft 29  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

30

Heft 30  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

31

Heft 31  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

32

Heft 32  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

33

Heft 33  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

34

Heft 34  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

35

Heft 35  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

36

Heft 36  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

37

Heft 37  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

38

Heft 38  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

39

Heft 39  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

40

Heft 40  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

41

Heft 41  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

42

Heft 42  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

43

Heft 43  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

44

Heft 44  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

45

Heft 45  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

46

Heft 46  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

47

Heft 47  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

48

Heft 48  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

49

Heft 49  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

50

Heft 50  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

51

Heft 51  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

52

Heft 52  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

53

Heft 53  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

54

Heft 54  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

55

Heft 55  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

56

Heft 56  
4. Jahrgang 1995  
DM 12

ISSN 0942-928-x

57

Heft 57  
4. Jahrgang 1995  
DM 12



# »Gansjung, Kletzenbrot, Zwetschgendatschi ...«

## Ein Wörterbuch der deutschen Sprache in Altbayern

### Werkstattbericht

In Regensburg entstand vor über 300 Jahren die erste Sammlung bairischen Wortguts. Das 1689 erschienene *Glossarium Bavanicum* des Regensburgers Johann Ludwig Prasch war die erste Sammlung solcher Art im gesamten deutschsprachigen Raum. In Regensburg ist nun die jüngste Dokumentation der deutschen Sprache in Altbayern entstanden, ein neuartiges Wörterbuch: *Bairisches Deutsch*.

#### Bairisch ist nicht gleich bayerisch

Die Schreibung mit *ai* wird in Volkskunde und Sprachwissenschaft verwendet, wenn vom Stamm der *Baiern* (Bajuwaren) und deren Sprache die Rede ist, um es vom politischen Begriff des Freistaats *Bayern* abzusetzen (was erst seit dem Anfang des 19. Jahrhunderts konsequent mit *ay* geschrieben wird, seit der hellenophile König Ludwig I. verfügte, daß der Name seines Landes das griechische *y* enthalten solle). Nicht alle *Bayern* sprechen Bairisch. Und *Bairisch* spricht man nicht nur in Bayern, sondern auch in Österreich und Südtirol.

1 Die Karte zeigt deutlich die Dreiteilung des deutschen Sprachraums: Niederdeutsch, Mitteldeutsch und Oberdeutsch. Der größte zusammenhängende Dialektraum ist das Gebiet der bairischen Mundarten, das den gesamten Südosten einnimmt: Altbayern, fast ganz Österreich und Südtirol.

Es ist nicht allgemein bewußt, daß Bayern bei weitem keine einheitliche Sprachlandschaft darstellt. Außenstehende glauben oft, es gäbe so etwas wie eine bayerische Staatssprache. Zwar existiert eine Art »bayerische Koiné« münchenischer Prägung, die auch im Rundfunk, im bayerischen Fernsehen und in der Werbung ihren Platz hat – aber dies ist nicht »das Bayerische«! Es ist ein im wesentlichen nur lautlich dem oberbayerisch-münchnerischen Dialektklang angenähertes Hochdeutsch.

Mitschuldig an der falschen Gleichsetzung von *bairisch* und *bayerisch* sind der Duden und andere gängige Wörterbücher: *Bairische Wörter und Lautungen* werden darin mit der Regionalmarkierung »bayr.« versehen. Dieses Kürzel ist eine plump vereinfachende landschaftliche Kennzeichnung.

Es muß in diesem Zusammenhang differenziert werden – einerseits kleinräumiger, denn:

- nicht alles, was in *Bayern* vom scheinbar landschaftsneutralen Allgemeindeutsch abweicht, ist bairisch – es kann auch schwäbisch oder ostfränkisch sein;
- vieles, was *bairisch* ist, ist nicht in ganz Bayern einheitlich verbreitet;



- andererseits großräumiger, denn:
- viele der altbayerischen Besonderheiten sind »unspezifische Bavarismen«, sie sind *bairisch-österreichisch* oder *gesamt-ostoberdeutsch*;
- nicht wenige von ihnen decken sich darüber hinaus mit dem angrenzenden schwäbisch-alemannischen Raum, sind also *gesamt-oberdeutsch*;
- überraschend viele davon finden sich weit über Bayern hinaus verbreitet und gehören zum *südlichen Deutsch*. Dieses schließt jenseits des Oberdeutschen große Bereiche des mitteldeutschen Raums ein, bis hinauf zur Grenze zum Niederdeutschen; es umfaßt etwa das gesamte Gebiet der sogenannten hochdeutschen Mundarten, d. h. nahezu zwei Drittel des deutschen Sprachraums 1.

In den folgenden Ausführungen wird der Einfachheit halber der Begriff *bairisch* in der verengten Bedeutung »bayerisches Bairisch« gebraucht, d. h. »bairische Sprache und Dialekte in Oberbayern, Niederbayern und in der Oberpfalz sowie in angrenzenden Gebieten«, also in der Region, die man als *Altbayern* zusammenfaßt 2.

### Bairisch und Deutsch sind keine Gegensätze

Die Vorstellung, *Bairisch* und *Deutsch* seien Gegensätze, wird genährt von gewissen Bavarica mit Titeln wie »Bayrisch auf deutsch«. Ein solcher Gegensatz ist laienhaft konstruiert und sachlich unhaltbar. *Bairisch ist Deutsch!* Der gemeinte Unterschied betrifft die Sprachebenen *Dialekt* oder *Hochsprache*, die nach linguistischen und soziologischen Kriterien voneinander zu scheiden sind (sprachgeschichtliche Entwicklung, Sprachbenutzer, situative Verwendung, kommunikative und geographische Reichweite). Beide Ausprägungen sind Erscheinungsformen des heutigen Deutsch. Selbst der bäuerliche Basisdialekt einer abgelegenen Talschaft im Bayerischen Wald ist integraler Bestandteil der deutschen Sprache. Die deutsche Gegenwartssprache besteht nicht nur aus der überkommenen Literatursprache und einigen Versatzstücken aus einer nirgendwo recht verwurzelten Alltagssprache (meist nordwestdeutscher oder berlinischer Provenienz), die in den Medien und in der Jugendsprache um sich greift. Auch die vielfältigen Regionalismen aller Landschaften sind – zumindest soweit sie die Grenze zur Schriftlichkeit überschreiten – zur *Schriftsprache* zu rechnen.

Wolfgang Johannes Bekh hat behauptet, der Duden sei »nicht bayernfreundlich«. Man kann diesen Satz nicht aufrechterhalten; denn immerhin ist die (oben kritisierte) Angabe »bayr.« unter den spezifizierten binnendeutschen Landschaftskennzeichnungen häufiger vertreten als jede andere. Richtiger erscheint es zu sagen: Die für Altbayern typische Form des Deutschen ist für die meisten standardsprachlichen Wörterbücher eine weitgehend *unbekannte Größe*.

Verwunderlich ist das keinesfalls: Während Österreich und die Schweiz lexikographisch gut erfaßt sind, trifft das für Altbayern nicht zu. Was es hier gibt, sind Dialektlexika – allen voran das *Bayerische Wörterbuch* von Johann Andreas Schmeller aus dem 19. Jahrhundert, dem sich seit 1995 das der Bayerischen Akademie der



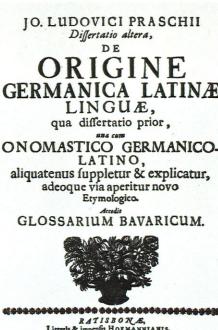
- 2 Die bayerischen Regierungsbezirke Oberbayern, Niederbayern und Oberpfalz faßt man zusammen unter dem Begriff Altbayern. Die in diesem Gebiet heimischen Dialekte und die darauf basierenden Umgangssprachen sind bairisch: nordbairisch im Norden, (west-)mittelbairisch im Isar-Donaubau und südmittelbairisch gegen die Alpen hin.

Wissenschaften an die Seite zu stellen beginnt –, dazwischen mehr oder weniger laienhafte oder an obskuren Orten veröffentlichte Wörtersammlungen, die nur in Ausnahmefällen über die Qualität unterhaltsamer Bavarica hinausreichen. Was aber wirklich fehlt, ist ein Wörterbuch *Wie sagt man in Altbayern?*, also ein Pendant zu *Wie sagt man in Österreich?* von Jakob Ebner (2. Auflage 1980) und *Wie sagt man in der Schweiz?* von Kurt Meyer (1989).

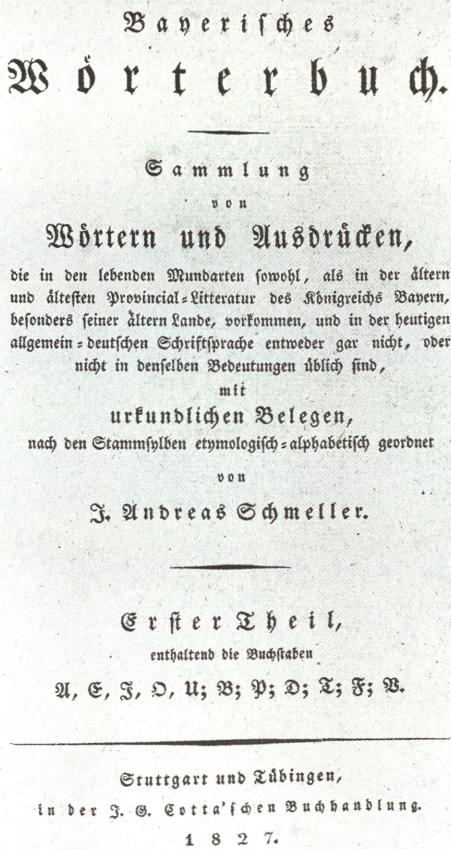
### Bairische Wörterbücher

Deren gibt es eine stattliche Anzahl. Den Anfang machten schlichte Wörtersammlungen, sogenannte *Idiotika*. Das eingangs erwähnte *Glossarium Bavaricum* 3 des Regensburger Barock-Gelehrten Johann Ludwig Prasch (1689) ist nicht mehr als eine zehn Seiten umfassende Liste von Dialektwörtern, die der Autor aus seiner Heimatstadt kannte. Dennoch kommt dieser Arbeit besondere Bedeutung insofern zu, als das Bairische darin erstmals zum Gegenstand einer wissenschaftlichen Arbeit geworden ist. Genau ein Jahrhundert später veröffentlichte der hervorragendste Vertreter der Aufklärung in Altbayern, Andreas Dominikus Zaupser, sein *Baierisches und oberpfälzisches Idiotikon* (1789), an dem besonders bemerkenswert ist, daß sich der Verfasser der Mühe unterzog, Wörter aus den verschiedenen Mundartlandschaften zu sammeln und sie, soweit möglich, hinsichtlich ihrer Region zu kennzeichnen. Damit war eine erste Periode reger dialektlexikographischer Tätigkeit eingeleitet. Es folgten verschiedene bairische Wörterbücher, so etwa die von Lorenz von Westenrieder (1816) und Johann von Delling (1820).

- 3 Wissenschaftliche Beachtung fand der bairische Dialekt zum erstenmal in Johann Ludwig Praschs »*Glossarium Bavaricum*«, das 1689 in Regensburg erschien.



4 Eine große Rarität ist die vierbändige Erstausgabe von Johann Andreas Schmellers »Bayerischem Wörterbuch« (1827–1837). Die erweiterte Fassung (1872–1877) hingegen ist in verschiedenen Nachdrucken weit verbreitet.



5 Im Vorwort zu ihrem »Deutschen Wörterbuch« (1854 ff.) würdigten die Brüder Jacob und Wilhelm Grimm das Werk des Johann Andreas Schmeller als vorbildliche Leistung.

Fürs deutsche wörterbuch behauptet die kenntnis aller hochdeutschen volksmundarten hohen werth, und ich musz sogleich zum lobe der Baiern hinzusetzen, dasz kein ander unsrer stämme ein wörterbuch aufzuweisen hat, das dem von SCHMELLER irgend gleichkäme, so meisterhaft ist hier die sprache selbst und ihr lebendiger zusammenhang mit sitten und bräuchen dargestellt, und doch hat der letzte band bedauerliche kürzung erfahren, weil der verleger bedenken trug das volle werk fertig zu drucken; möge jetzt von des verfassers hinterlassenschaft, worunter sich auch zur zweiten ausgabe des wörterbuchs der reichste stof ausgearbeitet findet, nichts vorenthalten werden.

Diese erste Generation von Dialektwörterbüchern fand ihren Höhepunkt im *Bayerischen Wörterbuch* (1827–1837) von Johann Andreas Schmeller 4, dem aus Tirschenreuth in der Oberpfalz gebürtigen Zeitgenossen und Forscherkollegen der Brüder Grimm 5. Die Wissenschaft von der deutschen Sprache, die Germanistik, ist in ihrer Grundlegung aufs engste verbunden mit der Beschäftigung mit den oberdeutschen Dialektien. Schmellers Wörterbuch ist ebenso wie seine Grammatik (1821) eine Pionierleistung der jungen Germanistik.

Der Schweizer F. J. Stalder war Schmellers bedeutendster Vorläufer. Mit seinem *Versuch eines Schweizerischen Idiotikon* (1806–1812) hatte er das erste wissenschaftlich fundierte Wörterbuch eines deutschen Dialekts geschaffen, das weit über das bloße Sammeln und Inventarisieren von Mundwörtern hinausging. Die Dialekte wurden nicht mehr als von der Standardsprache abweichende Kuriositäten gesehen. Stalder erkannte, daß sich gerade in den Mundarten die Kontinuität der

Sprachgeschichte am reinsten und folgerichtigsten manifestiert.

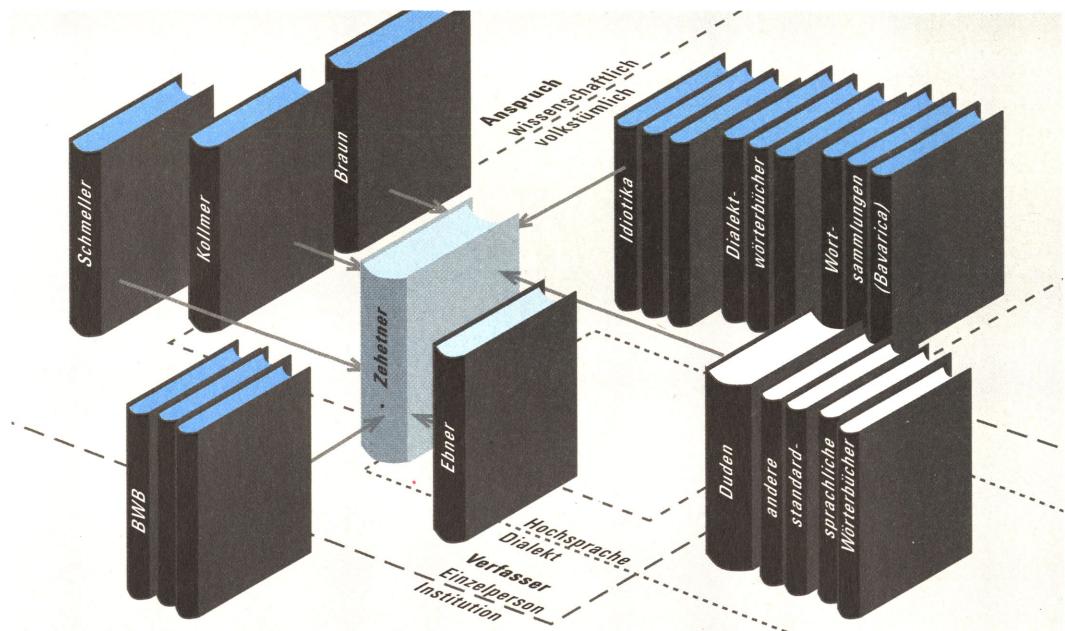
Auch Schmeller behandelt den Dialekt als ein in sich geschlossenes Sprachsystem, das sich im Laufe der Jahrhunderte als die eigentliche Volksprache entwickelt hat, und zwar konsequent und bruchlos aus dem Alt- und Mittelhochdeutschen, während das Schriftdeutsche als »Übereinkunft der Gebildeten« recht unterschiedliche Entwicklungsstränge in sich vereinigt. Mit der 2. Ausgabe von Schmellers Wörterbuch, unter Berücksichtigung der vom Verfasser hinterlassenen Nachträge bearbeitet und mit einem Register versehen von Georg Karl Frommann (1872–1877), beginnt eine zweite Generation von Dialektwörterbüchern, die auch heute noch unentbehrliche Nachschlagewerke darstellen; sie erfüllen wesentliche Kriterien der modernen Lexikographie.

Die epochenmachende Leistung Schmellers ließ es lange Zeit überflüssig erscheinen, ein grundlegend neues bairisches Wörterbuch zu schaffen. Erst 1912 beschloß die Bayerische Akademie der Wissenschaften eine Neubearbeitung von Schmellers Werk, und zwar unter Einbeziehung auch der bairischen Mundarten in Österreich und Südtirol. Zusammen mit der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien wurden zu diesem Zweck Wörterbuch-Kommissionen ins Leben gerufen. In verschiedenen Phasen der Erhebung sammelte man neues Material aus den lebenden Mundarten und ergänzte es durch das Exzerpieren historischer und literarischer Quellen. Nach dem Zweiten Weltkrieg trennten sich die Wege der beiden Kommissionen, und das Material wurde 1961 schließlich nach Maßgabe der Staatsgrenzen aufgeteilt. Bereits 1963 veröffentlichte die Wiener Kommission die 1. Lieferung des Teils »Österreich«, während man sich in München weiter mit dem Sammeln und Ordnen beschäftigte. Erst nach personeller Neubesetzung der Arbeitsstelle (1988) fand die jahrzehntelange Stagnation ein Ende: 1995 erschienen die lang ersehnte 1. Lieferung (A–Acker) sowie das Quellenheft des neuen *Bayerischen Wörterbuchs* (BWB) 6.

Neben die beiden umfangreichen wissenschaftlichen Wörterbücher stellt sich eine große Anzahl kleinerer, die sich nach Umfang, Anspruch und wissenschaftlicher Solidität (hinsichtlich der Absicherung durch Quellen, der etymologischen Bezüge etc.) weder mit Schmeller messen noch an das BWB heranreichen können. Die am Lehrstuhl für deutsche Sprachwissenschaft der Universität Regensburg entstandene Magisterarbeit von Christian Ferstl (*Altbayerische Wörtersammlungen des 20. Jahrhunderts*, 1995) sieht die meisten von ihnen und nimmt eine kritische Wertung vor. Nur einige wenige darunter sind als Sammlungen mit dem Anspruch auf Eigenständigkeit und Ernsthaftheit hervorzuheben, so etwa *Die bairische Fibel* von Josef Ilmberger (1977) und Franz Ringseis' *Neues Bayerisches Wörterbuch* (3. Auflage 1994). Beachtenswerte wissenschaftliche Leistungen liegen vor im *Großen Wörterbuch der Mundarten des Sechsämter-, Stift- und Egerlandes* von Hermann Braun (1981 ff.) und in Michael Kollmers dreibändigem Werk



8 Im Rahmen der deutschen Lexikographie ist »Bairisches Deutsch« gekennzeichnet durch den Versuch, einen Mittelweg zu beschreiten. Es vereinigt die Einträge aus alten und neuen, aus standardsprachlich-überregionalen und bairisch-mundartlichen Wörterbüchern. Auch im Hinblick auf Anspruch, Benutzer und Verfasserschaft nimmt es eine Mittelstellung ein.



Oberpfalz und der daran angrenzenden Gebiete);

- das neben den Dialekten auch die mundartnahe *Verkehrssprache* und die *regionale Hoch- und Schriftsprache* berücksichtigt;
- das *Belege aus dem regionalen Schrifttum* anführt;
- das darauf abzielt, *Defizite und Fehler* in vorhandenen Wörterbüchern aufzuzeigen und zu revidieren;
- welches das an verstreuten Orten aufzufindende Material zusammenzufassen versucht in einem *einzigem Wörterbuch*.

Bisher war kein Versuch unternommen worden, eine Art Summe zu ziehen aus standardsprachlichen und mundartlichen Wörterbüchern, kein Versuch, die Kluft zu überbrücken zwischen der mundartlichen Ebene einerseits und einer postulierten deutschen Einheitssprache andererseits – verkürzt gesagt: kein Versuch, einen Mittelweg zu beschreiten zwischen den volkstümlichen *Bavarica* und dem *Duden-Deutsch* 8. Daher ist man in Regensburg darangegangen, die altbayerische Ausprägung des Gegenwartsdeutschen zu dokumentieren: die *autochthone Varietät der deutschen Sprache im Südosten der Bundesrepublik*.

Ulrich Ammon hat 1994 auf offensichtliche lexikographische Lücken hingewiesen, indem er feststellt, daß es ein Wörterbuch »Wie sagt man in Deutschland?« nicht gibt, ebensowenig den Wörterbuchtyp »Nationale Varianten einer Sprache«. Das Defizit ist aber noch weitreichender. Die deutsche Sprache in Deutschland ist nicht undifferenziert faßbar als »Binnendeutsch«. Dieser Begriff ist zu vage und bedarf der Aufschlüsselung in sprachgeographische Spielarten (Varietäten). In der ersten Euphorie der deutschen Wiedervereinigung wie auch jetzt in der Zeit sich daraus ergebender wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Schwierigkeiten, nicht zuletzt auch im Schatten der gegenwärtigen Reform der Rechtschreibung, gerät ein sprachpolitisches Anliegen zunehmend in den Hintergrund: die Bewahrung der *Vielfalt der regionalen Ausprägungen* der deutschen Sprache. Eine überwiegend am »anderen Deutsch« (d. h. in unserem

Falle: nicht am Oberdeutschen) orientierte Sprachpolitik weiß regionale Besonderheiten in den Substandard oder ins deutschsprachige Ausland abzuschieben. Das Bestreben, ein einheitliches bundesrepublikanisches Deutsch durchzusetzen, verkennt die Tatsache, daß das Deutsche kein eigentliches Zentrum hat, sondern eine Vielzahl prinzipiell gleichwertiger Zentren: Deutsch ist eine *plurizentrische Sprache* 9. Der deutsche Kulturaum war immer größer als der jeweilige deutsche Staat, und »das Zusammenzwingen von Staat, Nation und sogenannter nationaler Kultur war immer fragwürdig und ist spätestens heute als Anachronismus durchschaubar«, sagte Bundespräsident Roman Herzog am 24. September 1996 in der Frankfurter Paulskirche. Wenn die Väter der Bundesrepublik die Kulturhoheit den Ländern überließen, so haben sie wohlweislich auch dieser Tatsache Rechnung getragen. In jüngerer Zeit kann man sich jedoch des Eindrucks nicht erwehren, man wolle auf dem Verwaltungswege die Einheimischen des Rechts auf regionalsprachliche Identität innerhalb ihrer Muttersprache berauben. Wenn gleich heute Mundartliches in den Medien und in der Werbung in zunehmendem Maße Verwendung findet, ist die dialektnahe Verkehrssprache Altbayerns auf dem besten Wege, zu einer bedrohten Spezies zu werden. Daher die Forderung nach »sprachlichem Artenschutz«: Das *sprachliche Biotop Altbayern* ist zu schützen, damit es vor Verödung und vor dem Verschwinden bewahrt bleibt.

Voraussetzung dafür ist eine Erfassung der regionalen Varietäten, hier eben derjenigen Altbayerns. Es ist zu prüfen, ob einzelne Wörter und Formen in der regionalen Verkehrssprache oder in den Mundarten verankert sind oder nicht. Ein solcher Nachweis erfolgt durch Sichtung und Sortierung des Wortschatzes nach den Kriterien »Dialektdeckung« und »Heteronymie«, d. h. Kompatibilität mit den regionalen Dialekten bzw. Kontrastierung gegen Pendants aus anderen regionalen Varietäten (aus dem jeweils »anderen Deutsch«). Auf diese Weise ist die *lexikographische*



9 Die deutsche Sprache hat kein einziges überregionales Sprachzentrum, das sich etwa mit der Rolle vergleichen ließe, die Paris für das Französische darstellt oder London für das Englische. Deutsch ist dadurch gekennzeichnet, daß es »plurizentrisch«, ja »pluriareal« ist: Regionalität ist ein wesentliches Merkmal der deutschen Sprache, worin eine kulturelle, bewußteinsmäßige und sprachliche Binnen-gliederung zum Ausdruck kommt. Ein »Südstandard« und ein »Nordstandard« lassen sich klar unterscheiden, wenngleich diese Tatsache bisher nur wenig Beachtung gefunden hat.

Grauzone auszuleuchten, die sich erstreckt zwischen: den autochthonen regionalen Verkehrs-sprachen Altbayerns einerseits, dem norddeutsch majorisierten modischen Einheitsjargon andererseits und der tatsächlich überregionalen Hoch-sprache.

Für die Region Altbayerns gilt es, den Nach-weis zu erbringen für die Richtigkeit dessen, was der Basler Germanist Heinrich Löffler behauptet: *Eine bayerische Variante des Hochdeutschen scheint es zu geben, auch wenn sie innerbayerisch kaum bewußt ist und von außen vielfach bezweifelt wird.*

Willkommen ist die dabei zu gewinnende Einsicht in die *staatenübergreifenden Zusammen-hänge* des südlichen Deutsch. Ein Wörterbuch der deutschen Sprache in Altbayern will und kann nicht mehr sein als ein Baustein, ein erster Schritt in Richtung auf das Fernziel einer vollständigen Dokumentation des *Standards Süd*, der deutschen Sprache in Österreich, in Südtirol, in der Schweiz, in Bayern, Baden-Württemberg und weit darüber hinaus bis an den Rand des Niederdeutschen: der »Süd-Duden« – bereits in den siebziger Jahren gefordert (so etwa von Wolfgang Johannes Bekh).

#### Was bietet das neue Wörterbuch?

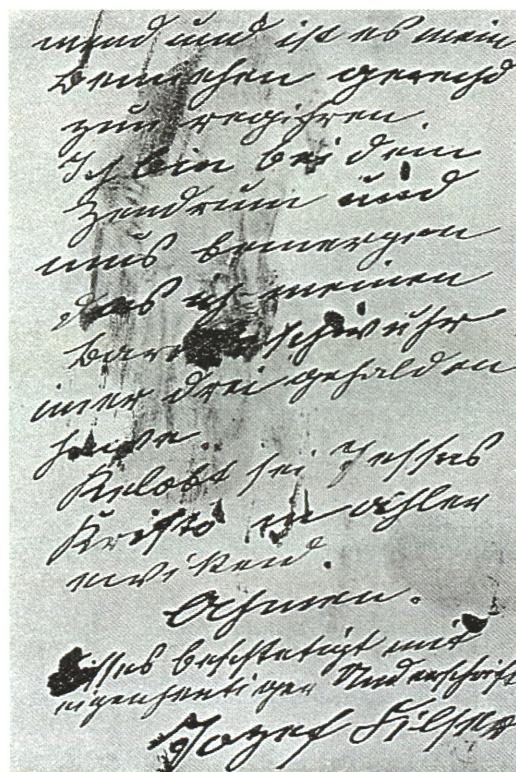
Gegenstand der Dokumentation ist primär *nicht* die mundartliche Ebene. Zu registrieren sind all diejenigen Eigenheiten, die prinzipiell oder wenigstens tendenziell der *Schriftsprache* zugeordnet werden können, weil sie durch ihr Auftreten in Literatur, Zeitungen und anderen Medien (Plakate, Werbung, Speisenkarten, Produktnamen etc.) oder in gehobener Mündlichkeit (politische Rede, Predigt etc.) einen so hohen Grad an Öffentlichkeit erreichen, daß sie zum aktuellen Bestand des heutigen Deutsch zu rechnen sind. Wörter wie die im folgenden Abschnitt aufgeführten sind Belege für diejenige Varietät der deutschen Sprache, wie sie in der einheimisch-orientierten Sprachrealität Altbayerns auftritt. Einheimischen wie *Zuagroosten* (die »Zugereisten«, das sind die Wahl- und Neubayern) soll die Möglichkeit

eröffnet werden, in einem Wörterbuch nachzu-schlagen, was ihnen an Wörtern und Wendungen auf Schritt und Tritt begegnet. Nach landläufiger Ansicht »gibt es« nur das, was in einem Wörter-buch verzeichnet steht.

Dabei geht es nicht nur um die Wörter als solche und deren grammatische Merkmale (z. B. Aussprache, Silbenstruktur, Betonung, Genus, Formenbildung), sondern auch um syntaktische Unterschiede (*ich bin – ich habe gelegen*), schließ-lich auch um kommunikative und situative Normen, die im deutschen Sprachgebiet teilweise stark differieren (*Griß Gott – Guten Tag*).

Die Erfassung des altbayerischen Schrifttums in Wörterbüchern läßt zu wünschen übrig. Das gilt nicht nur für die Literatur, soweit sie über den »Klassiker« Ludwig Thoma hinausgeht 10.

10 Ludwig Thoma gilt als Klassiker der altbayerischen Literatur. Seine Theaterstücke und Romane, seine »Heilige Nacht« sind allgemein bekannt, ebenso seine »Filser-Briefe« (Ausschnitt aus der Originalausgabe von 1909).



**11** So liest man in »Cherubim« von Werner Fritsch, erschienen 1987. Keines der konsultierten Wörterbücher verzeichnet *falzen* in der hier vorliegenden Bedeutung. Dabei handelt es sich um ein Wort, das offenbar ein Jahrtausend lang lebendig geblieben ist, ohne daß es je in ein Wörterbuch aufgenommen worden ist. Althochdeutsch *falzan* in der Bedeutung »schlagen« läßt sich erschließen aus den belegten Wortbildungen *anafalz* und altenglisch *anfealt* »Amboß«. Jetzt gegen Ende des 20. Jahrhunderts taucht *falzen* in dieser Bedeutung in der deutschen Literatur auf.

**12** Ein Vergleich der Einträge unter dem Stichwort »Fletz« illustriert die unterschiedliche Informationsdichte verschiedener vorliegender Wörterbücher:

»Bayerisches Idiotikon« von Andreas Dominikus Zaupser (1798; Nachdruck 1986);

»Bayerisches Wörterbuch« von Johann Andreas Schmeller (1872; jüngster Nachdruck 1985);

»Neues Bayerisches Wörterbuch« von Franz Ringseis (1985; 3. Auflage 1994);

»Duden: Das große Wörterbuch der deutschen Sprache in 6 Bänden« (1976 ff.);

»Bairisches Deutsch« von Ludwig Zehetner (1997).

Hab irgendmal einen allein ein wenig gefalzt.

Zurückgeschlagen hab ich ja auch so gut wie gar nicht zeitlebens. Als Kind ein wenig vielleicht. ... Kann schon irgendmal einen ein wenig gefalzt haben.

Das Deutsch einer Lena Christ, eines Oskar Maria Graf oder Karl Valentin – Autoren, deren Werke heute in Neuauflagen präsent sind – ist fast gar nicht in den Wörterbüchern vertreten. In der zeitgenössischen bairischen Literatur (etwa in den Werken von Herbert Achternbusch, Carl Amery, Wolfgang Johannes Bekh, Lieselotte Denk, Harald Grill, Franz Xaver Kroetz, Eugen Oker

### S' *Flegz*. Der äußere Gang in jedem Stockwerke, ehe man zu den Zimmern kommt.

**Das Fleß** (Flötz, Pfälz), 1) der Boden, der Grund; (Salzb., Lungau, B. v. Noll) die *flegzbirn*, was andernwärts die *Grödbirn* oder *Grundbirn*, Kartoffel, *solanum tuberosum*. Grimm, Wbch. III, 1772, 2) (ibid.) der Stubenboden. 3) sonst in Bayern: der gepflasterte oder aus festgestampftem Lehm bestehende Boden der Gänge im Hause, der Haustur, der Haustenne; diese Gänge oder die Haustur selbst. Ahd. *flazzi*, *flazzi*, mhd. *vleze*; ist ahd. *schott*; *fletz*; Graff III, 777. BM. III, 340. Grimm, RA. 319. Wbch. III, 1771. Zeitschr. II, 342. VI, 174. 180. (cf. lat. *platea*?). Gl. a. 192: *flazzi*, *area*, sonst *flezzia*, *pavimentum*, *atrium*. „*Maß fwer und der das flezzia*“, Kindh. Jesu, Hahn p. 87, 62. „*Da vleze das e was belait mit taken bei dem fire*“, das. 94, 10. „*Umb die wiegen ist ej gar swaizig (blutig) auf dem fleß*“ (Boden). Cgm. 54, f. 56b. Gesta Romanorum., Keller p. 109. „*Daß ich Hungrigen noh flezzia noh hetti gab*“, fragte man sich nach der alten Weichtsformel (M. m. 22) an. Nicht unähnlich dieser mit Bed. 2) stimmende Formel heißt es in Graffs Diutischa I, 347: „*alze einer vrouwen rechte quam, die eime sursten wol gegan zu flezzia unde auch zu bette*.“ „*fleßstein, petra*“; Voo. Archon. f. 65. „*Uebrigens hat die abh. Sp. auch ein Adj. *flazzi* für flach*; gl. a. 102: *flazziu hant und L* 142. 173: *flazza, palma*; 868: *untar flazzum, sub planda*. Zeitschr. II, 342.

### Fletz, Flez

### Hausflur im Bauernhaus

**Fletz** [fle:ts, auch: flets], das od. der; -es, -e [mhd. *vletze*, ahd. *flezz*, *flazzi* = geblümter Boden, Tenne, Lagerstatt] (südd.): *Hausflur*.

**Fletz, Flötz, Flöz**, die (!) <oder> der <oder> das: gepflasterter \*Flur, Vorplatz, (Haus-) = Gang im Bauernhaus: a) die F.: *Die Mutter lag in der F., im Vorhaus aufgehabt* (WIMSCHNEIDER, Herbstmilch 7). *Dann war sie ... in die F. gegangen* (BEKH, Guglweid 189). b) der F.: ... *Halle, von der aus eine zweiläufige Podesttreppe den im Westtrakt gelegenen geräumigen Fletz erschließt* (DEHIO, Oberpfalz 316). Zu ebener Erde schnitt der Flötz ... den Grundriß des Hauses haargenau in zwei Hälften (BEKH, ebd. 38). *Zwei Steintreppen hinab in den Flöz* (OKER, Lebensfäden 132). *Zurück durch den F.* (GRILL, Hochzeit 25). c) das/der F.: *auf dem Flöz; im Hausflöz* (GRAF, Kalendergeschichten 105; Harter Handel 57). *Als wir von der Trauung zurückkamen, stand die Schwiegermutter im F.* (WIMSCHNEIDER, ebd. 76). □ Schwanke des Genus, ahd. *flezz*, mhd. *vletze* (neutr.); auch SCHMELLER gibt das F. an; vgl. hsprl. *das Flöz*. Die mhd. Aussprache ist entweder [fle:z], wobei Dehnung im Einstilber (*der/das*) *Fletz* vorliegt, oder [flets] ohne Dehnung beim Fem. (eigentlich *die Fletze*).

oder Herbert Rosendorfer) auftretende Wörter, die nicht gemeindeutsch verbreitet sind, fehlen meist in den gängigen (hochsprachlichen) Lexika, so z.B. *ausjäbrig*, *brandnetzgern*, *Hopperl*, *Kletzenbrot*, *Nischel*, *Ochsenfiesel*, *Odelgrube*, *per Arm gehen*, *pumperlgesund*, *Gschwerl* und *falzen* **11**. In der regionalen Presse findet man *aufmandeln*, *durchfieseln*, *Fitzelwerk*, *Glasscherbenviertel*, *häufeln*, *Heindl*, *hermetzgern*, *Krail*, *pratzeln*, *staad*. Unter »Speisen und Getränke« in Gaststätten stößt man auf *Bärwurz*, *Beuscherl*, (*die*) *Breze*, *Fleischpflanzl*, *Gansjung*, *Goßmass*, *Gockerl*, *Jagatee*, *Lüngerl*, *Obatzter/Obazda*, *Radi*, *Russ*, *Schwammerlbrüh*, *Steckerlfisch*, *Waldlervpfandl*, *Zwetschgendatschi* und vieles mehr, was nicht in den Wörterbüchern steht. Auf Plakaten liest man *Kirta*, *Musi*, *Buam* oder *Boum*. Auch in der Namengebung von Ladengeschäften und Produkten schlägt das Bairische durch (der Bräu, Bräustüberl/-stäubl, *Kasdandler*, *Geschenk-Laderl*, 's *Gäuwagerl*; *Hendl*, *Schweinshaxen*, *Rahmtpfen*, *Millirahmstrudel*). In der Öffentlichkeit ist eine neue Dialektnähe zu konstatieren, die zum Teil darauf beruht, daß man sich die Werbewirksamkeit von Assoziationen mit der »guten alten Zeit« und dem nostalgiefärbten Begriff »Heimat« zunutze macht. Ein Beispiel für viele stellt die im Sommer 1997 im »Spiegel« erschienene Anzeige eines japanischen Kameraherstellers dar: »Bedienung. Oans, zwoa - klick: fesche Bilder auf Knopfdruck ... Auf geht's! Pfundige Infos unter ...«.

In deutschen Wörterbüchern ist manches als »österreichisch« gekennzeichnet, obwohl es sich um unspezifische Austriaismen handelt, d. h. um Wörter und Formen, die ebenso selbstverständlich in Altbayern gebräuchlich sind. Sie sind gesamt-ostoberdeutsch (= bairisch-österreichisch). Wörter wie die folgenden sind für Altbayern und damit auch für das »Binnendeutsche« zu registrieren. Es sind einerseits eindeutig schriftsprachliche Wörter (*Backerbe*, *Backrohr*, *beiläufig*, *das Brösel*, *dafürstehen*, *durchwegs*, *fischeln*, *Fundamt*, *die Gaudi*, *der Karren*, *der Kasperl*, *Kasperltheater*, *Kipferl*, *Kletzenbrot*, *Krankenstand*, *Mutant*, *Partei(en)verkehr*, *Rufzeichen*, *das Sakko*, *der Salbei*, *Schaumrolle*, *sündteuer*, *Sur*, *suren*, *Surfleisch*, *Tram*, *Tuchent*, *übernächtig*, *übertragen* (Adj.), *die Wichs*, *wildeln*, *zaundürr*, *alle heiligen Zeiten*, *zerkriegen*, *die Zykame* u.a.); ferner solche mit umgangssprachlich-mundartlicher Neigung (*durchwuzeln*, *Flinserl*, *Graffel*, *händisch*, *Hundsveigerl*, *Kalbsvögerl*, *kiefeln*, *Kirta(g)*, *Krampus*, *Lacke* (Pfütze), *auf die Letzt*, *ober* (Präp.), *Patscherl*, *Re(c)herl*, *Salettl*, *Schnürlregen*, *Spassetteln*, *Weiberl*, ...-weis (Suffix), *Wuzerl* und viele andere mehr). Mögen sie auch aus der mundartnahen Ebene stammen – durch ihre Verwendung in veröffentlichter Schriftlichkeit erwerben solche Wörter Anspruch auf lexikographische Aufmerksamkeit.

### Was ist das Besondere am neuen Wörterbuch?

Anhand einer Gegenüberstellung der Angaben zum Wort **Fletz** **12** in verschiedenen Wörterbüchern sei aufgezeigt, in welcher Art das neue Wörterbuch eine Ergänzung und Zusammen-

fassung des bisher Vorliegenden anstrebt. Der Vergleich offenbart eine gewisse prinzipielle Nähe zu Schmeller, jedoch ohne dessen Einbeziehung älterer Sprachstufen und historischer Belege. Dafür werden *Belege aus dem zeitgenössischen Schrifttum* geboten: aus der regionalen Literatur und, in diesem Fall, aus einem Kunstmaler. Die Anmerkung (nach dem Zeichen □) versucht die Wechselbeziehung zwischen Genus und Silbenstruktur zu begründen. Andere Artikel bringen ebenfalls Belege aus der Belletristik, aber auch aus Zeitungen, Zeitschriften, Fachbüchern, Kochbüchern, von amtlichen Verlautbarungen, Plakaten und Speisenkarten, so etwa bei *her-* und bei *hinterfotzig*. Das Literaturverzeichnis, über 150 Titel umfassend, liefert die genauen bibliographischen Daten. Liegt zufällig kein literarischer Beleg vor (was aufgrund des begrenzten Korpus der Fall sein kann), so informiert, wo es nötig erscheint, ein Beispielsatz über die Verwendung. Mit der Absicherung durch Belege spricht dieses Wörterbuch – als bisher einziges dieser Art – die breite Öffentlichkeit an; das *Bayerische Wörterbuch* dagegen wird wohl nur einen begrenzten, vorwiegend fachlich-philologisch interessierten Benutzerkreis erreichen 6.

Großer Wert wird auf die Klarstellung der regionalen Aussprache (Phonetik, Phonologie) gelegt. Die für das Bairische typische Aussprache und Betonung eines Wortes sind jeweils angegeben, sobald sie sich vom Duden oder anderen hochsprachlichen Wörterbüchern unterscheiden. Ein wesentlicher Punkt sind die zwei *a*-Laute des Bairischen, die sprachgeschichtlich unterschiedlicher Herkunft sind und Phonem-Charakter besitzen, d. h. sie haben bedeutungsunterscheidende Funktion (*dásig* – *dásig*; *pátzig* – *pátzig/bátzig*). Im Wörterbuch ist der unmarkierte Buchstabe *a* als dunkles [å] zu lesen (*Mass*), während das überhelle bairische [å] mit einem Gravis-Akzent erscheint: *Mass*, *Mándl*, *Máschker*. Im Sinne einer möglichst lautgerechten Schreibung findet im Wörterbuch durchgängig die Neuregelung der *ss/ß*-Verteilung Anwendung, weil sich auf diese Weise z.B. (*die*) *Mass* und (*das*) *Maß*, oder *Geschoss* (Projektil) und *Geschoß* (Stockwerk) orthographisch eindeutig unterscheiden lassen.

Eigene Artikel informieren über die regional übliche Aussprache einzelner Laute bzw. Lautgruppen, so etwa von *b*, *d*, *g*, *s* (keine Stimmhaftigkeit), *p*, *t*, *k* (fehlende Härte und Behauchung), von *l*, *r*, *-ig*, *-igt* u. a. Nicht selten ist dabei auf die sprachgeographische Vielfalt einzugehen, zumindest in groben Umrissen, ebenso auf die Sprachebenen, die vereinfachend nur in drei Kategorien eingeteilt sind: *großregionale altbayerische Hochsprache* (ohne besondere Kennzeichnung), die verschiedenen *regionalen Verkehrs- oder Umgangssprachen* (ugs. = umgangssprachlich) und die vielfältig differenzierten *Mundarten* (mdal. = mundartlich). Da ein Großteil des präsentierten Wortschatzes aus dem Zwischenbereich zwischen Hochsprache und Mundarten stammt, ist es oft erforderlich, Varianten in Lautung, Schreibung und Wortform anzugeben (*Waidler*).

Einigen Wortbildungselementen sind ebenfalls Artikel gewidmet, wenn ihre Verwendung für das

**her-...**: betontes Verbal-Präfix mit iterativer, intensivierender, teilweise perfektivischer Bedeutung: a) wiederholt, ausdauernd, mit besonderer Intensität durchführen: *herbraten*, *~dengeln*, *~bauen*, *~jämmern*, *~martern*, *~stoßen*, *~wätschen* u. zahlreiche weitere. || **metzgern**: In der Sitzung sei Bürgermeister A. nach Aussagen von Teilnehmern regelrecht hergemetzgt worden (MZ 25.04.96). b) zubereiten, bereitstellen: (*Fleisch*) *~schneiden*, *~fitzeln*, (*Holz*) *~sägeln*, u. a. c) präsentieren, aufführen: (*ein Gestell*) *~machen*, (*jmdn*) *~trenzen*, *~wuiseln*, u. a. d) in unangenehm auffallender Weise (auf Kosten anderer) essen, trinken usw.: (*jmdn*) *~fressen*, *~saufen*, u. a. e) sich in beachtenswerter Weise entwickeln: *~wachsen* (heranwachsen). f) mit Erfolg durchführen: || *~bremsen*: Bis der Hecht Heiner ... den Allgaier (Traktor) hergebremst ... hat (FRITSCH, Cherubim 198). <übertragen> Der Konditor hat auffahren wollen, ist aber von seiner Frau mit einem »Läß ihn doch!« hergebremst worden (OKER, Lebensläden 134). || *~machen*: »Ich hätt' dir 25 Kinder hergemacht, daß du grad so g'schaut hätt'st« (GRAF, Leben meiner Mutter 514).

Eine Auswahl von Artikeln aus »Bairisches Deutsch« zeigt, was das neue Lexikon bietet: Angaben zu Aussprache, Formenlehre, Wortbildung, Wortherkunft und Wortgeschichte, soweit es erforderlich schien. Viele Stichwörter sind durch Belege aus dem zeitgenössischen Schrifttum abgesichert, da und dort ergänzt durch Angaben zu Volkskunde oder Kulturgeschichte.

**hinterfotzig**, Adj.: hinterhältig, verschlagen, heimtückisch, gemein, falsch, verlogen. Die Höllriegelin ..., eine zwei Zentner schwere, ältliche und ~e Bauernmolln (OKER, Lebensläden 29). Mit einem ~en Lächeln (DENK, Heimat Los 257). Diese wenig gewalttätige, aber etwas ~e Methode [brütenden Täuben Gipseier unterzuschieben] hat sich der Mensch vom Kuckuck abgeschaut (MZ 24.04.96). || °-keit, die: Heimücke, Gemeinheit. □ Das Wort *h.* ist keinesfalls von norddt. \*Fotze »Vulva« herzuleiten, sondern von bair. ↑ *Fotz*, *Fotzen* »Mund«.

**Mass** [mäss], die (!), -, -en (!/- <nach Zahlangaben im Plural endungslos>): a) Flüssigkeitsmaß, 1 Liter, meist Bier. Es werden nur ~en, keine Halben ausgeschenkt. 5 M. sind genug. b) <ugs.> (beim Eisstockschießen) Schub möglichst nah an die Daube heran. Leg eine saubere M. her! □ Dieses Femininum (<mhd. *diu māze*, ahd. *māza*>) geht in seiner Entwicklung völlig parallel mit *Straße*, bair. *Strass* <mhd. *strāze*: da es alte Zweisilber sind, erfolgt keine Dehnung, sondern nur Vokalkürzung vor Fortiskonsonanz. Dagegen erfährt mhd. *daz māz* > *das Maß* als Einsilber Dehnung; demnach heute bair. Lenissilbe mit stärker verdumptem *a*-Laut. – *Mass* ist hinsichtlich Schreibung, Aussprache, Genus u. Pluralbildung deutlich unterschieden von *Maß* (das, -es, -e; mdal. [mø:s]), hinsichtlich des *a*-Phonems auch von *die Masse* [mässe].

**Mándl**, *Mándl*, das, (-s), -n, <ugs.>: a) kleiner Mann, Männlein, \*Männchen. Unser Kanari ist ein M. b) Getreidegarben (3 bis 10), die ringförmig zum Trocknen aufgestellt sind; \*Hocke. Korn~; Getreide~, mdal. *Troad*~. – Ich habe die Garben gebunden, die dann auf dem Feld zu Mandln zusammengesetzt wurden, sieben Garben zu einem Mandl. – Er ... half uns beim Mandlaufstellen (WIMSCHNEIDER, Herbstmilch 63; 56). □ Diminutiv zu *Mann*; -dl statt -l siehe ↑ ...-l. – Meist nur mit einfacher *n* geschrieben (*Mandl*). – Sehr ähnlich in Wortgestalt u. Bedeutung b) ist nord- u. mitteldt. *die* \**Mandel* (verwandt mit lat. *manus*) »15 oder 16 Garben«; es besteht kein etymologischer Zusammenhang.

**g**: Regionalsprachlich wird an- u. inlautendes *g* (ebenso wie ↑ *b*, *d*) stummlos ausgesprochen (ähnlich dem nicht behauchten |k| in romanischen Sprachen, das bei Entlehnungen ins Bair. teilweise lautgerecht mit *g* übernommen wurde, z. B. ↑ *Gánt*, *Gugumer*, *guschen*, *Gusterer*). Darin liegt die Notwendigkeit vieler Querverweisungen zwischen *G* u. *K* begründet (so etwa bei *Gamille*, *Kamille*; *Grättler*, *Krättler*; *Grempl*, *Krempl*; *Greppe*, *Kreppe*; u. a.). – Stummlose Aussprache gilt ebenfalls für -gg-, das im Mittelbair. normalerweise lautgleich mit *ck* ist. Demnach sind *Bagger* u. *Packer* in mundartnaher Lautung Homophone. Deutsche Wörter wie *Egge*, *Roggen*, *flügge* sowie

bair. Orts- u. Eigennamen wie *Deggendorf*, *Eggendorf*; *Brugger*, *Egger*; *Wiggerl* usw. sprechen sich korrekt (also in regionaler Hochlautung) so aus, als läge die Schreibung »Ecke, Rocken, Deckendorf, Eckenfelden; Brucker, Ecker, Wickerl« vor. Nur im Südbair. werden die historisch begründeten Schreibungen mit *gg* bzw. *ck* unterschiedlich ausgesprochen: ersteres unaspiziert als [k], letzteres affriziert als [ckχ]. – Siehe auch bei ↑ ...-ig.

**Waidler**, *Waidla*, *Waitler* [waitl<sup>a</sup>], der, (-s), -: mundarische Schreibungen von ↑ *Wäldler*. Als gebürtiger *Waitler* schätzte er keinen irdischen Genuss höher als den Schnupftabak (LOHMEIER, Ostergelächter 51). 15% der *Waidler* sind ohne Arbeit (Bayerwald-Echo, 19.02.96). »*Waidla-Geist*« (Spiritosen-Marke).

**Hopfen-...**: ~*brock*(e, die; = ~*brocken*, das; = ~*zupf*, = ~*zupfen*, ~*ernte*, \*~*pflücke* (↑ *brocken*, *zupfen*). || ~*brocker*, der: ↑ = ~*zupfer* (I). || ~*spargel*, der: junge, dünne, noch nicht grüne Triebe der ~stöcke, die im April geerntet werden (früher Arme-Leute-Essen, heute eine teure Spezialität: 1995 kostete 1 kg H. 140 DM). || ~*zupf*, die; = ~*zupfen*, das: = ~*brock(en)*. Er war in der Ahrn [Ernte] im Allgäu drin: die haben dortmals besser zahlt als wie beim ~*zupfen* (ASENHUBER, Leichengeschäft 47). || ~*zupfer*, der, -s, -: 1. wer Hopfen zupft, bei der ~*ernte* arbeitende Saisonkraft; = ~*brocker*. 2. <Schimpfwort>: a) schlampig gekleideter verlotterter Mensch, = *Zupfianer*; b) <Plur.> Gesindel, Pack, = *Geschwerl*. □ Bed. 2 von ~*zupfer* erklärt sich daraus, daß in der Zeit bis um etwa 1960, als die ~*ernte* noch von Hand geschah, Scharen von Hilfskräften aus ganz Bayern u. dem Böhmerwald in die Hallertau kamen, unter denen es sicher auch viele Nichtseßhafte u. zweifelhafte Existzenzen gab, vor denen die Einheimischen auf der Hut waren. 1930 hatte das damalige Bezirksamt Mainburg 18.208 Einwohner, zur ~*ernte* kamen 12.783 Zupfer angereist. Siehe auch ↑ *Zupfianer*.

**Schichtl**: Auf geht's beim S.! Fangen wir an! Es geht los. Am Schluß des Nibelungenliedes geht es zu wie beim S. auf der Wiesn (Literatur in Bayern 44, S. 19). □ Der Papa Schichtl (1851–1911) war mit seinen fingierten Schauköpfungen ein Schaustelleroriginal auf dem Münchner Oktoberfest.

**Herrgott** ['- -] (nicht \*[- -]), der: 1. <kein Plur.> a) Gott (in erster Linie Gott Vater, = Himmelvater; auch Jesus). Ein Bayer [wird] nie die für ihm völlig abstrakte Bezeichnung »Gott« gebrauchen, er sagt stets »H.«, weil in dieser Verbindung die unantastbare Autorität des »Herrn« über alle vermeintlichen Herren den gültigen Ausdruck findet (GRAF, An manchen Tagen 86 f.). Wenn er Schmerzen hatte, verstand er sie als Strafe, ... eine Rache vom H. für sein Hadern und Fluchen (GRILL, Hochzeit 72). || Den H. einen guten Mann sein lassen: sich um nichts kümmern, die Hände in den Schoß legen. b) als Fluch nicht selten entschärft zu ↑ *Herrschaft(seiten)*. 2. H., der, -s, -en (!): bildliche Darstellung Gottes, meist Jesus als Kruzifixus. »*Herrgotten und Heilige*« (HALLER [Buchtitel]). || <Redensart> Ein altes Weib und ein (guß-)eiserner H. sind ein ewiges Werk.

**Servus!**: freundschaftlicher Gruß bei Begegnung u. Verabschiedung; = Grüß dich; = Behütt dich/Pfuiat di; = Adé; \*Hallo, \*Tschüß. || *einen S. reißen*: in demonstrativ freundlicher oder unterwürfiger Haltung grüßen; stramm militärisch mit Handbewegung an die Schläfe. □ Von lat. *servus* »Diener, Sklave«. Das aus dem Italienischen übernommene *Ciao*, *Tschau* hat die gleiche Grundbedeutung (der Grüßende als Sklave des Begrüßten). In jüngerer Zeit treten traditionelle Formeln hinter modisch *Hallo* (Begrüßung) u. *Tschüß* (Verabschiedung) zurück, die beide den Vorteil haben, sowohl geduzt als auch gesiezen Personen gegenüber verwendbar zu sein, während S. ein Duz-Verhältnis voraussetzt.

Bairische typisch ist, so etwa Präfixe wie *der-* und *ber-*, die Suffixe wie *-erer*, *-massig*, *-ert* und die Verkleinerungssilben *-erl* und *-l*. Aufgeführt sind auch Abweichungen hinsichtlich des Fugenelements, des Lautes, der zwischen die beiden Teile einer Zusammensetzung eingeschoben sein kann (*Schwein-s-braten* – \**Schwein-e-braten*; *maus-tot*, \**maus-e-tot*).

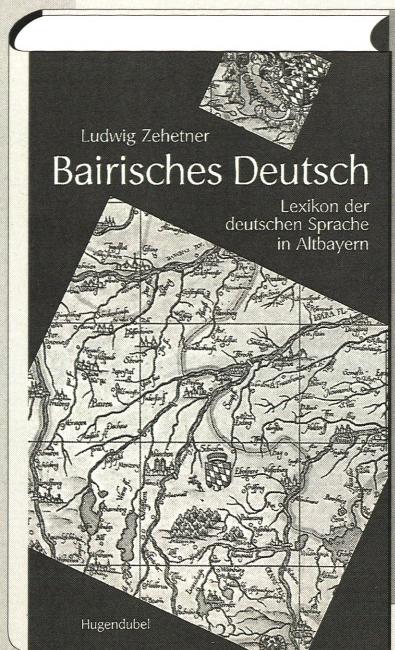
Die Formenlehre des Bairischen – also die Grammatik im landläufigen Sinne (Geschlecht der Substantiv, Pluralbildung, regelmäßige oder unregelmäßige Formenbildung der Verben usw.) – ist grundsätzlich berücksichtigt. Angaben zur Herkunft eines Wortes (Etymologie, Wortgeschichte) finden sich vornehmlich dann, wenn es etwas klar- oder richtigzustellen gilt oder Auskunft darüber nur schwer greifbar ist (so etwa bei *binterfotzig*, *Mass* oder *Mannl*).

Neben Wörtern, die man in einem Wörterbuch üblicherweise erwartet (Substantiv, Adjektive, Verben etc.), sind auch Grußformeln (*Grüß dich*) und emotionale Ausdrücke (*Geh weiter! Kreuzbirnbaum!*) aufgenommen, ebenso Wörter wie *Hopfen*, die in sprach- oder kulturgeschichtlicher Hinsicht von Interesse sind, auch ausgewählte Landschafts- und Eigennamen wie *Hallertau* oder *Schichtl*. Sprichwörter, Redewendungen, bürgerliche Wetterregeln, Kinderreime, Gstanzl- und Neckverse u. ä. belegen die Einträge als volkstümliches Wortgut, zum Beispiel bei *Herrgott*.

Das Wörterbuch soll ein organisches Ganzes sein. Dazu dienen die zahlreichen Querverweisungen (↑), mit denen die einzelnen Artikel untereinander verknüpft sind, und die Hinweise auf bedeutungsgleiche Wörter (Synonyme). Soweit diese ebenfalls bairisch sind, wird dies mit einem davorgesetzten hochgestelltes Gleichheitszeichen (=) angezeigt. Im Gegensatz dazu steht die Markierung mit einem Sternchen (\*), was besagt, daß die damit gekennzeichneten Wörter, Formen oder Betonungen nicht autochthon bairisch sind, d. h. in der natürlichen Ausdrucksweise einheimischer Baiern Fremdkörper (Heteronyme) darstellen. Nicht wenige Stichwörter sind einzig und allein deswegen aufgenommen, um die Heteronymie aufzuzeigen (*abschälen* – \**pellen*; *da schau her!* – \**sieh mal an!*, \**kuck mal!*; *Scherzl*, *Ränftl* – \**Kanten*). Gelegentlich wird auch auf Aspekte der Verwendbarkeit von Ausdrücken in bestimmten Situationen (Sprachpragmatik) eingegangen, zum Beispiel bei *Servus*.

Insgesamt werden die Leser feststellen, daß das Wörterbuch *Bairisches Deutsch* durchaus die Handschrift des Verfassers trägt, auch seine persönliche Sprachkritik enthält. Insofern steht es den Wörterbüchern von Schmeller oder Braun näher als solchen, die von Institutionen geschaffen werden und deshalb starren Richtlinien zu folgen haben. 8. *Bairisches Deutsch* ist eine Dokumentation des altbayerischen Deutsch, wie es den Sprachbenutzern geläufig ist, deren sprachliche Prägung noch vor den Umbrüchen der späten sechziger Jahre erfolgt ist, als sich die allgemeine Säkularisierung und Urbanisierung des Weltbilds durchzusetzen begann.

# Wie sagt man in Altbayern?



Dieses Wörterbuch unternimmt einen ersten ernsthaften Vorstoß in die Grauzone zwischen Dialekt und Schriftsprache, indem es das Altbayerische mit denselben sprachwissenschaftlichen Methoden kategorisiert, die der Duden auf das Hochdeutsche anwendet, und so als Sprachform aufwertet.

Ludwig Zehetner  
**Bairisches Deutsch**

Lexikon der deutschen Sprache in Altbayern

Ca. 400 Seiten, Festband mit Schutzumschlag

Ca. DM 48,-/öS 350,-/sFr 44,50

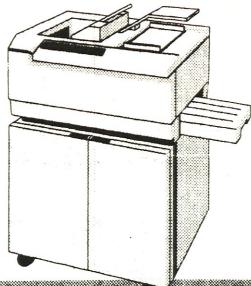
ISBN 3-88034-983-5

**Heinrich Hugendubel Verlag**

## Copy-Center Kohn

Guentherstraße 1 • 93053 Regensburg  
Tel.: 0941/7 000181 • Fax: 0941/7 000716

- Fotokopien  
(Billig-, Qualitätskopien)
- Farbkopien
- Reprokopien  
(DIN A0 und größer)
- Vergrößern / Verkleinern  
(400 % - 25 %)
- Plotten (HPGL/2, Calcomp, ...)
- Binden
- Planscannen
- Diplomarbeiten
- Dissertationen



**BOOKS** *livres* Ihr kompetenter  
Ansprechpartner

**MEDIZIN • TECHNIK • EDV  
NATURWISSENSCHAFTEN**

***cd-roms • software***

**JF LEHMANNS**  
FACHBUCHHANDLUNG

Universitätsstraße 31 • 93053 Regensburg  
gleich neben der Mensa

Tel. (09 41) 9 08 30 • Fax (09 41) 99 05 18  
e-mail: [rgb@jfl.de](mailto:rgb@jfl.de)  
via Internet: <http://www.LOB.de>

**Nutzen Sie die Kraft  
des Windes  
mit einer  
zukunfts-  
starken  
Kapitalanlage**

**Beteiligungen  
bereits ab DM 20.000,-  
Darlehen ab DM 1000,-**

Weitere  
Informationen  
über:

**WINDPOWER**  
GmbH

Gesellschaft zur Nutzung regenerativer Energien mbH

Bahnhofstr. 18  
93047 Regensburg  
Tel.: (09 41) 2 99 177  
Fax: (09 41) 2 99 178



Gegen den weltweiten Hunger wird wachsende Hilfe gebraucht. Deshalb fördern wir Landwirtschaft und Dörfer in Krisengebieten und Entwicklungsländern. Wer uns dabei unterstützt, sichert die Heimat und das Überleben vieler Menschen. Denn jede Spende fällt auf fruchtbaren Boden.



**DEUTSCHE WELTHUNGERHILFE**  
Spendenkonto Sparkasse Bonn: 1115

Deutsche Welthungerhilfe, Adenauerallee 134, 53113 Bonn  
Telefon: 02 28/22 88-0, Fax: 02 28/22 07 10

An illustration of a notepad with a blue swoosh graphic. The notepad has handwritten notes in German: 'Layout besprechen', 'Druckbeginn?', 'Jour Fixe Messe!', 'Seminar', 'Blumen?', 'Tel. 0721/423897 erl.', and the days of the week: 'MONTAG', 'DIENSTAG', 'MITWOCH', 'DONNERSTAG', 'FREITAG', 'SAMSTAG', and 'SONNTAG/FERNTAG'. The notepad is tilted at an angle.

**DONAUDRUCK**

REGENSBURG GMBH

Unternehmensgruppe Mittelbayerische Zeitung

Denken Sie an uns,  
wenn Sie wieder mal  
**Druck** haben ...

DONAU DRUCK Regensburg GmbH · Ditthornstraße 12 · 93055 Regensburg

PD Dr. phil.  
Gerhard Waldherr

Prof. Dr. rer. nat.  
Gustav M. Obermair

## ■ Literatur zum Thema

Brian Croke,  
Two Early Byzantine Earth-  
quakes and Their Liturgical  
Commemoration.  
Byzantion, 51  
1981, S. 122–147.

Gilbert Dagron,  
Quand la terre tremble.  
In: Travaux et Mémoires 8,  
Hommage à Paul Lemerle,  
Paris 1981, S. 87–103.

Gerhard H. Waldherr,  
Erdbeben – das  
außergewöhnliche Normale.  
Geographica Historica, 9  
Stuttgart 1997.

Gerhard H. Waldherr,  
Altertumswissenschaften  
und moderne Katastrophens-  
forschung.  
In: Eckart Olshausen,  
Holger Sonnabend (Hrsg.),  
Naturkatastrophen  
in der Antike.  
Geographica Historica, 10  
Stuttgart 1997.

**Reproduktionen:**  
Walter Ziegler, Fotograf,  
Institut für Kunstgeschichte,  
Universität Regensburg.

## ■ Bildnachweis

**1**  
Autor.

**2 6 7**  
Emanuela Guidoboni (Hrsg.),  
I terremoti prima del Mille in  
Italia e nell' area mediterranea.  
Bologna 1989.

**3**  
R. Brilliant,  
Pompeii AD 79.  
New York 1979, S. 192.

**4**  
Peter Franke,  
Max Hirmer,  
Die griechische Münze.  
München 1964,  
Tafel 78, S. 220.

**5**  
Bryce Walker,  
Erdbeben (Der Planet Erde –  
Time-Life-Bücher).  
Amsterdam 1992, S. 42.

**Reproduktionen:**  
Walter Ziegler, Fotograf,  
Institut für Kunstgeschichte,  
Universität Regensburg.

## ■ Literatur zum Thema

Henri Brunner,  
Rechts oder Links – das  
ist hier die Frage.  
Blick in die Wissenschaft, 1  
(1992), S. 12–19.

Friedrich Hund,  
Zur Deutung der  
Molekelspektren III.  
Zeitschrift für Physik, 43  
(1927), S. 805.

Rudolf Janoschek (Hrsg.),  
Chirality.

Berlin, Heidelberg, New York  
1991.

Arthur Koschany,  
Josef Kuffer,  
Gustav M. Obermair,  
Klaus Plessner,  
On the stability of  
chiral molecules in a nonlinear  
wave-mechanics.  
Physics Letters A, 185  
(1994), S. 412.

Peter Mittelstaedt,  
Philosophische Probleme der  
modernen Physik.  
Mannheim, Wien, Zürich  
1972.

## ■ Bildnachweis

**Portrait Galilei**  
Giorgio de Santillana,  
The Crime of Galileo.  
Chicago 1955, S. 65.

**Portrait Newton**  
Richard S. Westfall,  
Never at Rest.  
A Biography of Isaac Newton.  
Cambridge, London, New York,  
New Rochelle, Melbourne,  
Sydney 1980, S. 378.

**Portrait Richard P. Feynman**

Richard P. Feynman,  
Robert B. Leighton,  
Matthew Sands,  
Feynman – Vorlesungen über  
Physik, Band 1:  
Hauptsächlich Mechanik,  
Strahlung, Wärme.  
München 1991, Seite 1.

**Portrait Friedrich Hund**  
Archiv Irmgard Pfirsch-Hund,  
München.

**Reproduktionen:**  
Walter Ziegler, Fotograf,  
Institut für Kunstgeschichte,  
Universität Regensburg.

**1 2 3 4 5 6**  
nach Skizzen des Autors.  
**Grafik:**  
Barbara Meißner,  
Büro Meißner & Reisser,  
für Atelier Irmgard Voigt,  
München.

**5**  
Henri Brunner,  
Rechts oder Links – das  
ist hier die Frage.  
Blick in die Wissenschaft, 1  
(1992), S. 12–19.

**6**  
nach Dissertation  
Dr. Josef Kuffer,  
Institut für Physik,  
Archiv Irmgard Pfirsch-Hund,  
Regensburg 1997.

80 Jahre **UMZÜGE GEBR. RÖHRL** AMÖ-Fachbetrieb Transport GmbH

## Der Umzugsspezialist der Universität Regensburg

**Vollservice aus einer Hand**  
mit eigenen Schreinern,  
Elektrikern und Installateuren

- Umzüge im Stadt-, Nah-,  
Fern-, Auslandsverkehr
- Lehrstuhl- sowie  
Laborumzüge
- Übersee- und  
Containerumzüge

Thurmayerstraße 10a  
93049 Regensburg  
☎ (09 41) 2 17 71  
Fax (09 41) 2 54 18



- Spezialtransporte von Klavier – Flügel –  
Kassen – Computer- und  
Kunstgegenständen
- unverbindliche Umzugsberatung
- Geschultes Fachpersonal,  
Schreiner-Service
- Behutsame Umzüge für Senioren
- Beladungen in alle Richtungen
- Möbellagerung in sauberen Räumen
- Küchenkomplettmontagen –  
Möbelmontage
- Entrümpelung, Sperrmüll- und  
Altmöbelentsorgung

Für uns heißt Umziehen nicht nur transportieren

30 Jahre  
 Universität  
 Regensburg  
 Wir  
 gratulieren!

**KAEFER**

*Mehr als gute Ideen*



In der **Isoliertechnik** liegen Ökonomie und Ökologie dicht zusammen. Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz von KAEFER sorgen weltweit für sparsamen Energieeinsatz und schützen Umwelt, Mensch und Anlagen.

Erfolgreiche Planer erkennen diese Möglichkeiten und beziehen das KAEFER-Know-how bereits in der Projektierungsphase mit ein.

Rufen Sie uns an! Wir informieren Sie gerne über das Leistungsspektrum der KAEFER Sparten.

**TÜV CERT**  
 DIN EN ISO 9001

**KAEFER**  
 ISOLIERTECHNIK

Steigleherstraße 5, D-85051 Ingolstadt  
 Tel. (08 41) 9 65 69-0, Fax (08 41) 9 65 69-20

**K+B expert**   
 Elektro-Unternehmen  
**KAPPENBERGER + BRAUN**

## GESAMLEISTUNGSÜBERSICHT

- STARKSTROMANLAGEN
- SCHWACHSTROMANLAGEN
- STROMVERSORGUNGSANLAGEN
- MITTELPUNKTIONSANLAGEN
- VERTEILUNGS-UND SCHALTANLAGENBAU
- COMPUTER/TELEKOMMUNIKATION
- DATENNETZWERKE
- ALARM-U. BRANDMELDEANLAGEN
- MEß- UND REGELUNGSTECHNIK
- GROSS- UND EINZELHANDEL

**QUALITÄTSSICHERHEIT**  
**FACHKOMPETENZ**

**TÜV CERT**  
 DIN EN ISO 9001



**LEISTUNGSSTARK**  
**ZUKUNFTSTECHNIK**



EDV-Netzwerk

Schaltanlagenbau

TEL: 0 99 71/3 93-0  
 FAX: 0 99 71/ 33 00

CHAM • REGEN • MÜNCHEN • ILMENAU

Prof. Dr. rer. nat.

**Manfred Sumper**

Dr. rer. nat.

**Nils Kröger**

Prof. Dr. jur.

**Udo Steiner****■ Literatur zum Thema**

Angela M. Belcher,  
X. H. Wu,  
R. J. Christensen,  
Paul K. Hansma,  
Galen D. Stucky,  
Daniel E. Morse,  
Control of crystal phase  
switching and orientation by  
soluble mollusc-shell proteins.  
*Nature*, 381  
(1996), S. 56-58.

Nils Kröger,  
Christian Bergsdorf,  
Manfred Sumper,  
A new calcium binding  
glycoprotein family constitutes  
a major diatom cell wall  
component.  
*EMBO Journal*, 13  
(1994), S. 4676-4683.

Nils Kröger,  
Christian Bergsdorf,  
Manfred Sumper,  
Frustulins: domain conservation  
in a protein family associated  
with diatom cell walls.  
*European Journal of  
Biochemistry*, 239  
(1996), S. 259-264.

Stephen Mann,  
Geoffrey A. Ozin,  
Synthesis of inorganic  
materials with complex form.  
*Nature*, 382  
(1996), S. 313-318.

Jeremy Pickett-Heaps,  
Annemarie M. Schmid,  
Lesley Edgar,  
The cell biology of  
diatom valve formation.  
In: Frank Eric Round,  
David J. Chapman (Hrsg.),  
*Progress in Phycological  
Research*, Vol. 7  
Bristol 1990, S. 1-168.

**■ Bildnachweis**

Doz. Dr. Annemarie M. Schmid,  
Institut für Pflanzenphysiologie,  
Universität Salzburg.

Seiten 30/31  
*Fotografie*:  
Uwe Moosburger, Fotograf,  
Regensburg.

Seiten 33  
*Fotografie*:  
Artis, Uli Deck,  
Karlsruhe.

**■ Bildnachweis**

The advertisement features a dark grey background with a decorative border of vertical and horizontal lines. In the upper left, a silhouette of a top hat and a cane with a starburst at the end is shown. To the right, four star-shaped labels are arranged in a diamond pattern, each containing a different flooring material name: 'Parkett', 'Kork', 'Linoleum', and 'Teppich'. In the lower right, a large, bold, sans-serif font displays the brand name 'WILDENAUER'. The bottom of the ad contains the address 'Schlagfeld 6 - 92439 Altenschwand - Telefon (09434) 763'.



Wir gratulieren  
der  
**Universität Regensburg**  
zum  
**30-jährigen Bestehen.**

Es freut uns, daß wir mit unseren  
Bauleistungen zur Erweiterung des  
Klinikums beitragen durften.

Wir haben auch einen sehr guten Ruf  
als leistungsfähiger Partner für die  
Erstellung von schlüsselfertigen  
Projekten.

Was können wir für Sie tun?

# NOEBAU

Noe Baugesellschaft mbH  
Im Gewerbepark A 15  
93059 Regensburg  
Tel. 0941/46305-0      Fax 46305-20

*Wir waren mit der Ausführung von  
Dachdeckerarbeiten und Erstellung von Laborbauten  
für die medizinische Forschung betraut.*

TAHEDL

Fassadenbau GmbH

Wilhelm-Busch-Straße 2, 93138 Lappersdorf

Tel. (09 41) 8 00 51, Fax (09 41) 8 00 53

**Tahedl** Dach- und  
Wandarbeiten



**Freitag**  
Elektrounternehmen



**Ing. Ludwig Freitag GmbH & Co. KG**

Freileitungs- und Kabelbau  
Elektroinstallation  
Schwachstromanlagen  
Projektierung

**Industriestraße 3 ● 92331 Parsberg**  
**Telefon (0 94 92) 6 04-0 ● Telefax (0 94 92) 6 04-22**

**Psoriasis**

Prof. Dr. rer. nat.  
**Klaus Müller**  
 Prof. Dr. rer. nat.  
**Wolfgang Wiegere**

**Standpunkt**

Prof. Dr. med.  
**Jürgen Schölmerich**  
 Prof. Dr. med. Dr. med. h. c.  
**Wolfgang Gerok**

**Fürsorgebedürftigkeit**

Dr. jur.  
**Ute Walter**

**■ Literatur zum Thema**

Wissenschaftliches Beiheft des Deutschen Psoriasis Bundes, Selbsthilfe und Wissenschaft, 9 (1994).  
 Charles Camisa, Psoriasis. Oxford 1994.  
 Wolfgang Wiegere, Klaus Müller, Treatment of psoriasis with anthrones – chemical principles, biochemical aspects, and approaches to the design of novel derivatives. Skin Pharmacology, 8 (1995) S. 1–24.

**■ Bildnachweis**

**1 5**  
 nach Entwürfen der Autoren.  
**Grafik:**  
 Stephan Riedlberger für Atelier Irmgard Voigt, München.  
**2 4 7**  
 Archiv der Autoren.

**3**  
 Archiv  
 Prof. Dr. Michael Landthaler, Dermatologie, Universitätsklinikum, Universität Regensburg.

**■ Bildnachweis**

**1 2**  
**Grafik:**  
 Stephan Riedlberger für Atelier Irmgard Voigt, München.

**■ Literatur zum Thema**

Werner Bienwald, Betreuungsrecht. Bielefeld 1994, § 1896 BGB, Randnr. 118–158. Axel Bauer, Ulrich-Arthur Birk, Jürgen Rink, Heidelberger Kommentar zum Betreuungs- und Unterbringungsrecht. Heidelberg, Loseblattsammlung seit 1994, § 1896, Randnr. 181–209.

**1 2 3**  
**Grafik:**  
 Stephan Riedlberger für Atelier Irmgard Voigt, München.

Jürgen Damrau, Walter Zimmermann, Betreuung und Vormundschaft. Stuttgart, Berlin, Köln 1995, S. 358–371. Andreas Jürgens, Detlef Kröger, Rolf Marschner, Peter Winterstein, Das neue Betreuungsrecht. München 1994, Randnr. 71–79.

Dieter Schwab, Betreuung und private Fürsorge. In: Festschrift für Joachim Gernhuber zum 60. Geburtstag. Tübingen 1993, S. 815 ff.

Ute Walter, Die Vorsorgevollmacht. Grundprobleme eines Rechtsinstituts unter besonderer Berücksichtigung der Frage nach Vorsorge im personalen Bereich. Dissertation. Bielefeld 1997.



Die Rheinelektra Technik GmbH – ein Unternehmen der Lahmeyer Gruppe – konzentriert sich auf die technische Gebäudeausrüstung für Projekte jeder Größenordnung.

Als Systemintegratoren von komplexen Kommunikationslösungen führten wir für die Universität Regensburg den Aufbau eines hochschulinternen Rechnernetzes durch.

- Geländeweite Installation eines Lichtwellenleiter-Backbones
- Erschließung der einzelnen Gebäudegruppen mit LWL zu den Etagenverteilern
- Adaption aller Arbeitsplätze mittels Kat5 Verkabelung an das LWL-Netz
- Anbindung der einzelnen Arbeitsplätze über modulare, dienstunabhängige Anschlußeinheiten (Daten, Telefon)

Wir wünschen der Universität Regensburg weiterhin alles Gute.

## Rheinelektra Technik GmbH

Niederlassung München  
 Am Loferfeld 58, 81249 München  
 Telefon (0 89) 8 63 02-0



30 Jahre Universität Regensburg

*Wir gratulieren zum  
30jährigen Bestehen der  
Universität Regensburg*

# **Niefnecker**

**Marmorwerk**

**eigene Steinbrüche  
und Fertigungswerke  
Import – Export**

**Lieferprogramm:**

- Jura-Marmor**
- Solnhofener Platten**
- Granit, Bunt-Marmor etc.**

**Auf Wunsch auch mit Verlegung!**

**85072 Eichstätt, Westenstraße 101**

Telefon 0 84 21/97 85-0,

Fax 0 84 21/84 07

## **Wir helfen im Trauerfall**

### **Bestattungsvorsorge**



**BESTATTER**  
VOM HANDWERK GEPRÜFT

**ist Vertrauenssache**

**... DAMIT ZUM SCHMERZ NICHT NOCH PROBLEME KOMMEN.**

**Bestattungen »FRIEDE« 79 40 04**

Telefon

*Regensburg, Adolf-Schmetzer-Str. 22, Prüfeninger Str. 91, Landshuter Str. 72  
Regenstauf, Spindlhofstr. 15, Telefon (0 94 02) 7 06 86, Fr. Michaela Diez  
Neutraubling (Erzgebirgstr. 3), nach tel. Vereinbarung, Telefon (09 41) 79 40 04*



Wir sind ein renommiertes Bauunternehmen und mit ca. 500 Mitarbeitern erfolgreich im Hoch-, SF-Bau sowie Tief-, Ingenieur- und Straßenbau tätig.

**Guggenberger** G  
M  
B  
H

Hoch-, Tiefbau und Kieswerk  
Mintrachinger Str. 6, 93098 Mangolding

Als Ausführer von Tief-  
u. Rohbauarbeiten  
gratulieren wir der  
Universität Regensburg  
zum 30jährigen  
Bestehen.



# Ihr Partner für professionelle Spültechnik

## Geschirrspülmaschinen

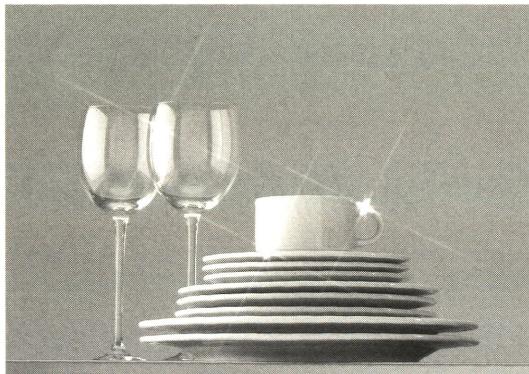
- automaten
- anlagen

in jeder Größe, Leistungsklasse und Systemvariante.

## Seit 7 Jahrzehnten die Kompetenz für

- ökonomische und ökologische Problemlösungen rund ums Geschirrspülen.
- innovative Technik
- höchste Reinigungsqualität
- hygienische Sauberkeit

MEIKO Maschinenbau GmbH & Co.  
Englerstr. 3 · D-77652 Offenburg  
Telefon 0781 / 203-0  
Telefax 0781 / 203-174  
<http://www.meiko.de>



## Mikroorganismen

Prof. Dr. rer. nat.

Manfred Liefänder

Dr. rer. nat.

Bärbel Knoll

### ■ Literatur zum Thema

L. J. Rogers,

J. R. Gallon,

Biochemistry of the Algae and Cyanobacteria, Proceedings of the Phytochemical Society of Europe. Oxford 1988.

Murray R. Badger,

G. Dean Price,

The Role of Carbonic Anhydrase in Photosynthesis. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 45 (1994), S. 369-392.

Thomas Kentemich,

G. Haverkamp,

H. Bothe,

Die Gewinnung von Wasserstoff durch Cyanobakterien. Naturwissenschaften, 77 (1990), S. 12-18.

Ursula Kaempfel,

Manfred Liefänder,

Polysaccharide covalently linked to the rigid layer of the cyanobacterium *Anabaena variabilis* ATCC 29413. Pharmaceutical and Pharmacological Letters, 2 (1993), S. 224-227.

Ursula Kaempfel,

Karl-Heinz Berghausen,

Manfred Liefänder,

Eignen sich Cyanobakterien für die menschliche Ernährung? Ein Beitrag über die essentiellen Aminosäuren von Cyanobakterien. Deutsche

Lebensmittel-Rundschau, 91 (1995), S. 50-52.

### ■ Bildnachweis

1 4

mit Genehmigung von „Spektrum der Wissenschaft“ und dem Autor von „Cyanobakterielle Toxine“, Prof. Dr. Wayne W. Carmichael, erschienen in Spektrum der Wissenschaft, (1994), S. 70-77.

2 6

Fotografie:  
Uwe Moosburger, Fotograf, Regensburg.

3

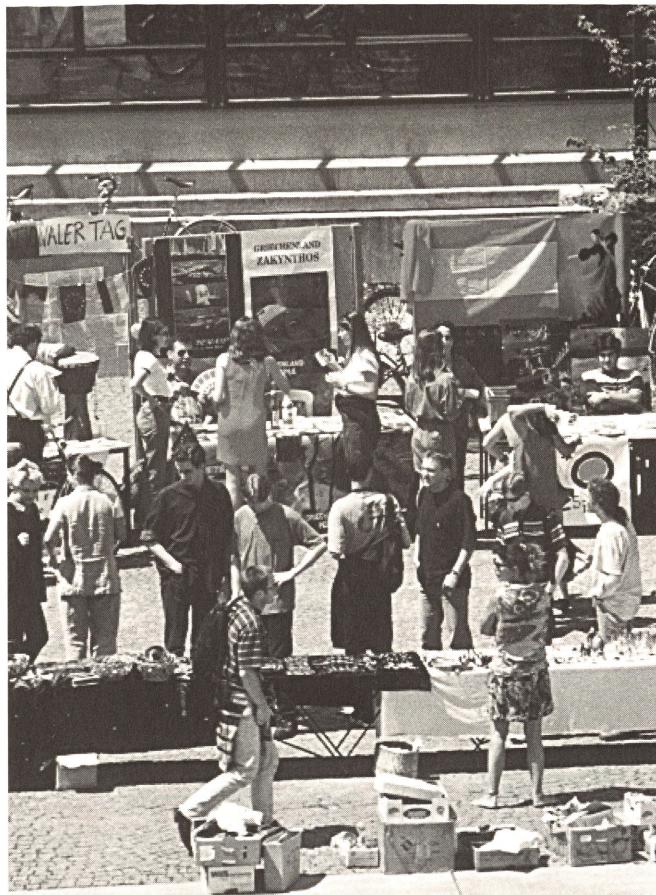
Dr. Ursula Kaempfel, Nürnberg.

5

nach Stanier und Cohen-Bazire: Annual Review of Microbiology, 31 (1977).

Grafik:

Stephan Riedlberger für Atelier Irmgard Voigt, München.



30 Jahre Universität Regensburg

*Wir gratulieren zum  
30jährigen Bestehen der  
Universität Regensburg*

# Niefnecker

## Lieferprogramm:

- exklusive Keramikfliesen
- Jura-Marmor, Solnhofener Platten
- Bunt-Marmor, Granit, Schiefer

Interessante Ausstellung!

Auf Wunsch auch mit Verlegung!

**93073 Neutraubling, Komotauer Straße 1**

Telefon 0 94 02/14 52, Fax 18 61

### Verkaufsbüro:

im Hause Richter + Frenzel

**93083 Obertraubling, Ernst-Frenzel-Straße 4**

im Hause Richter + Frenzel

**92421 Schwandorf, Max-Planck-Straße 1**

**Wir führten die Fliesenarbeiten aus!**



## **FLIESEN, MARMOR UND MEHR.**

Alles aus einer Hand, von der Planung bis zur Verlegung!

Besuchen Sie unseren neugestalteten

**Ausstellungs-Pavillon:**

- über 3000 qm Ausstellungsfläche
- über 80 kompl. Bädereinrichtungen
- Wohnideen in Fliesen und Marmor
- große Auswahl von Natursteinen
- Badmöbel & Accessoires

An der Bundesstraße 85

92439 Bodenwöhr-Neuenschwand

Tel. (0 94 34) 9 55 - 0



GEGR. 1900  
**SCHÖNHÖFER**  
BEDACHUNGEN  
Innungsfachbetrieb

Ob steil, ob flach-  
wir sind vom Fach!



Spengler- u.  
Dachdecker-  
arbeiten

Neubau — Altbau  
Denkmalschutzbauten

**E. Schönhöfer GmbH & Co. KG**

Regerstr. 25, 81541 München

Tel. 0 89/48 20 50

Hemauer Str. 7, 93309 Kelheim

Tel. 0 94 41/93 08

StD Dr. phil.  
Ludwig Zehetner

■ Literatur zum Thema

Ulrich Ammon,  
Über ein fehlendes Wörterbuch  
"Wie sagt man in Deutschland?" und den vergessenen  
Wörterbuchtyp "Nationale Varianten einer Sprache".  
Deutsche Sprache, 22,  
1994, S. 51–65.

Ulrich Ammon,  
Die deutsche Sprache in  
Deutschland, Österreich und  
der Schweiz. Das Problem  
der nationalen Varietäten.  
Berlin/New York 1995.

Wolfgang Johannes Bekh,  
Richtiges Bayrisch.  
München 1983.

Werner Fritsch,  
Cherubim.  
Frankfurt/Main 1987.

Heinrich Löffler,  
Germanistische Soziolinguistik.  
Berlin 1994.

Ludwig Zehetner,  
Ein Wörterbuch der deutschen  
Sprache in Altbayern.  
Warum und wie es entsteht.  
In: Rüdiger Harnisch,  
Ludwig M. Eichinger,  
Anthony Rowley (Hrsg.),  
„... im Gefüge der Sprachen“,  
Studien zu System und  
Soziologie der Dialekte.  
Festschrift für Robert  
Hinderling zum 60. Geburtstag.  
Stuttgart 1995, S. 251–268.

Ludwig Zehetner,  
Das südliche Deutsch und  
das andere Deutsch.  
In: Förderverein bairische  
Sprache und Dialekte, Aying  
(Hrsg.), Rundbrief, 16  
(1995), S. 2–7.

Ludwig Zehetner,  
Bairisches Deutsch.  
Ansätze zu einer lexiko-  
graphischen Dokumentation  
der Sprachwirklichkeit  
im Südosten Deutschlands.  
In: Claus-Jürgen Hutterer,  
Gertrude Pauritsch (Hrsg.),  
Beiträge zur Dialektologie des  
ostoberdeutschen Raumes.  
Göttingen 1998.

■ Bildnachweis

1 **Grafik:**  
Hans-Joachim Paul.  
In: Werner König,  
dtv-Atlas  
zur deutschen Sprache.  
München 1997, S. 230–231.

2 Ludwig Zehetner,  
Das bairische Dialektbuch.  
München 1985,  
Außenumschlag.

3 5 Bayerische Staatsbibliothek,  
München.

4 Jacob Grimm und  
Wilhelm Grimm,  
Deutsches Wörterbuch. Band I,  
Leipzig 1854, Vorrede S. XVII.

8 9 nach Skizzen des Autors.  
**Grafik:**  
Stephan Riedlberger  
für Atelier Irmgard Voigt,  
München.

10 Ludwig Thoma,  
Briefwechsel eines bayrischen  
Landtagsabgeordneten.  
Mit zwanzig Zeichnungen  
von Eduard Thöny.  
München 1909.

**Reproduktionen:**  
Walter Ziegler, Fotograf,  
Institut für Kunstgeschichte,  
Universität Regensburg.



# 10

Vorschau 10

## ■ Essay

Prof. Dr. Adolf Vukovich  
**Witzformen**  
Ästhetische Gegengewichte  
zur Anstößigkeit

Prof. Dr. Otto S. Wolfbeis  
**Lichtspiele**  
auf molekularer Ebene  
Optische Biosensorik

Prof. Dr. Franz Lehner  
**Zeichen der Zeit**  
Softwareprobleme mit der  
Jahrtausendwende

■ Festvortrag  
Prof. Dr. Jörg Traeger  
**Göttlich und gottlos**  
Vom Schöpfergeist der Renaissance

Dr. Sandra Loohs  
**Kinder als Zeugen**  
Gedächtnishilfen bei der  
Befragung in Gerichtsverfahren

Prof. Dr.  
Ingrid Neumann-Holzschuh  
**Romanistik unter Palmen**  
Romanische Kreolsprachen:  
Entstehung, Charakterisierung,  
sprachpolitische Situation

Prof. Dr. David Hiley  
**Vom mittelalterlichen**  
**Codex zur CD**  
Die Historia Sancti Emmerammi  
aus dem Jahr 1036

Prof. Dr.  
Hans-Christoph Dittscheid  
**Künstliche Paradiese**  
Vom Klostergarten  
zur Landesgartenschau

■ Blickpunkt  
Prof. Dr. Stefan Feuerbach  
Dr. Piotr Kasprzak  
**Prothesen – kein Privileg**  
**der Zahnärzte**  
Implantation von  
Gefäßprothesen

## Schriftenreihe der Europa-Kolloquien im Alten Reichstag

### Band 1

Günther Lottes (Hrsg.)  
**Region, Nation, Europa**  
Historische Determinanten  
der Neugliederung eines Kontinents

Tagungsband der  
Europa-Kolloquien  
im Alten Reichstag Regensburg  
1991

320 Seiten, broschiert  
ISBN 3-927529-90-7  
DM 48

### Band 2

Günther Lottes (Hrsg.)  
**Soziale Sicherheit**  
**in Europa**  
**Renten- und**  
**Sozialversicherungssysteme**  
im Vergleich

Tagungsband der  
Europa-Kolloquien  
im Alten Reichstag Regensburg  
1992

340 Seiten, broschiert  
ISBN 3-927529-91-5  
DM 59

### Band 3

Robert Hettlage (Hrsg.)  
**Bildung in Europa:**  
**Bildung für Europa?**  
Die europäische Dimension  
in Schule und Beruf

Tagungsband der  
Europa-Kolloquien  
im Alten Reichstag Regensburg  
1993

372 Seiten  
mit Abbildungen  
DM 59

### Sonderband

Wilfried Hartmann (Hrsg.)  
**Europas Städte**  
**zwischen Zwang**  
**und Freiheit**  
Die europäische Stadt um  
die Mitte des 13. Jahrhunderts

Sonderband der  
Europa-Kolloquien  
750 Jahre Reichsfreiheit  
der Stadt Regensburg  
im Alten Reichstag Regensburg

368 Seiten, broschiert  
ISBN 3-930480-31-X  
DM 59



Universitätsverlag Regensburg  
Margaretenstraße 4  
93047 Regensburg

Schriftenreihe  
der Europa-Kolloquien  
im Alten Reichstag

# Profil



## SELBST- VERWALTUNG

Wir fördern eigenverantwortlich das Wohl der Wirtschaftsgruppe Handwerk und sichern ihre Identität.

## INTERESSEN- VERTRETUNG

Wir bringen die Interessen des Handwerks in Politik und Wirtschaft ein und stärken sein Ansehen in der Öffentlichkeit.

## DIENST- LEISTUNG

Mit Fortbildung und Beratung sichern wir die Zukunft und festigen die Leistungsfähigkeit des Handwerks.

## HANDWERKSAMMERM NIEDERBAYERN · OBERPFALZ

Nikolastraße 10 · 94032 Passau

Tel. 0 85 1/53 01 -0 · Fax 0 85 1/5 81 45

Ditthornstraße 10 · 93055 Regensburg

Tel. 0 94 1/79 65 -0 · Fax 0 94 1/79 25 50

**U.R.**

**U.R.**  
Schriftenreihe  
der  
Universität  
Regensburg

*V o i g t*

Universitätsverlag  
Regensburg

