



Essay

**Ein Leben ohne Chemie –
Traum oder Alptraum?**
Nutzen und Risiken der Chemie

Hochtemperatur-Ökologie

Manche mögen's heiß
Mikrobielles Leben
an der obersten Temperaturgrenze

Bluthochdruck

Wenn das Herz überlastet ist
Anpassung des Herzmuskels
an chronische Drucküberlastung

Krebstherapie

Immunstimulierende Faktoren: Freund oder Feind?
Krebshemmende und krebsfördernde Wirkungen
des Tumornekrosefaktors

Festrede

**Die Krankenhausmedizin
im Wandel der Altersstruktur**
Auch in Zukunft jedem alles?

Verfassungsgeschichte

Wahlversprechen der Päpste
Die Kontrolle der päpstlichen Macht
durch die Kardinäle

Antisemitismus

Deggendorfer Gnad
Nachruf auf eine umstrittene Hostienwallfahrt
mit jüdenfeindlichen Elementen

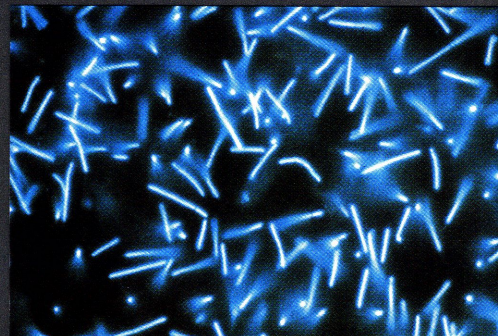
Kunst des Mittelalters

Mönche vor Gericht
Überlegungen zu Bildprogrammen
in Kapitelsälen

Interview

Kooperation zugunsten von Krebspatienten
Möglichkeiten und Grenzen
der Arbeit eines Tumorzentrums

*Faszinierender
Feuerzauber
im UV-Mikroskop:*



*entfacht von Methanopyrus,
dem Methanfeuer.
Dieser Mikroorganismus
liebt extreme Hitze,
lebt bei 110°Celsius
in der Tiefe der Südsee.*

Wir wollen immer weniger



In Deutschland fallen pro Jahr über zwei Millionen Altfahrzeuge zur Verschrottung an. 200 bis 250 kg pro Fahrzeug konnten bisher nicht wiederverwendet werden.

In der Vergangenheit konnten etwa 75 Prozent eines Altfahrzeuges wiederverwendet werden, vor allem Metalle. Der Rest landete auf Deponien.

BMW hat ein Konzept entwickelt, nach dem Altfahrzeuge umweltgerecht zerlegt werden und dieser Rest um die Hälfte verringert wird. Damit gelangen weniger Kunststoffe, weniger Glas und weniger Gummi auf den Müll. Auch sie werden wiederverwendet.

Bei BMW wird daran gearbeitet, weitere Teile in einen geschlossenen Materialkreislauf einzubeziehen. So bleibt immer weniger übrig. Und das Wenige wird zudem umweltgerecht entsorgt.

BMW AG

Prof. Dr. rer. nat.
Henri Brunner

Prof. Dr. rer. nat.
Christoph Meinel

Prof. Dr. med.
Michael Landthaler

Prof. Dr. phil.
Jörg Traeger

Redaktionsbeirat
Forschungsmagazin der
Universität Regensburg

Prof. Dr. phil.
Bernhard Gajek

Prof. Dr. jur.
Dieter Schwab

Dr. phil.
Martina Lorenz

Prof. Dr. rer. nat.
Wolfram Weise

Übel vermindern, ohne neue zu erzeugen. Georg Christoph Lichtenberg war Professor der Physik an der Universität Göttingen. Im Januar 1775 wurde er dort zum ordentlichen Professor ernannt. Der körperlich schwer behinderte, bucklige Gelehrte erforschte vor allem das Phänomen der Elektrizität. Aber er interessierte sich auch für Probleme der Astronomie, der Optik und der Psychologie. Er war ein vielseitiger Geist. Seine Vorlesungen waren berühmt: er hatte nämlich systematisch das Experiment in seinen Vortrag einbezogen. Daher gilt er als Vater der Experimentalvorlesung. Wir erinnern uns heute dieses Mannes aber vor allem deshalb, weil er unablässig über das eigene Tun und das seiner Mitmenschen nachgedacht und seine Gedanken in seltener Präzision und hinreißender ironischer Zuspitzung aufgeschrieben hat. Er war ein schonungslos kritischer Denker. So hat er um 1795 notiert: »Es wäre doch möglich, daß einmal unsere Chemiker auf ein Mittel gerieten, unsere Luft plötzlich zu zersetzen, durch eine Art Ferment. So könnte die Welt untergehen«.

Betreiben »unsere Chemiker« den Weltuntergang? Wie sähe die Welt aus ohne Chemie? Der Essay in diesem Heft von *Blick in die Wissenschaft* geht dieser Frage nach.

Man wird vielleicht einwenden: Wenn schon ein Chemiker dies tut! Letztlich wird er doch die eigene Zunft verteidigen! Es mag sein, daß ein Forscher dazu neigen wird, die Gefahren, die vom eigenen, mit Leidenschaft betriebenen Fach ausgehen, zu gering einzuschätzen. Gleichwohl darf seine Stimme nicht fehlen. Im Gegenteil, wir brauchen nicht nur seine Sachkompetenz, wir müssen auch von ihm fordern, daß er sich mit den Folgen seines Erkennens auseinandersetzt. Das gehört zu seiner Verantwortung. Andere mögen sich dann in die Diskussion einschalten.

Und so einfach, wie vielfach behauptet, ist die Unterscheidung von unbedenklich und gefährlich, nützlich und schädlich keineswegs. Das lehrt zum Beispiel die Geschichte des DDT. Diese Substanz wurde 1874 beschrieben. Ihre besonderen Wirkungen wurden erst viel später entdeckt. Im Jahre 1948 erhielt Paul Hermann Müller, der im Forschungslabor der Firma Geigy in Basel arbeitete, den Nobelpreis für seine Entdeckung der starken Wirkung von DDT als Kontaktgift gegenüber Insekten. Mit Hilfe des Giftes DDT ließ sich die Malariaerreger übertragende Mückenart erfolgreich bekämpfen. DDT bewahrte Millionen Menschen vor quälender Krankheit und frühzeitigem Tod. Heute ist die

Anwendung von DDT bei uns verboten. Denn inzwischen hat man seine verheerenden ökologischen Wirkungen kennengelernt ...

Wie nahe Hoffnung und Enttäuschung beieinanderliegen, wenn es um die Anwendung chemischer Substanzen – auch körpereigener – geht, zeigt der Beitrag über den Tumornekrosefaktor in diesem Heft. Dieser Aufsatz macht aber ebenso wie der über die komplexen Vorgänge im drucküberlasteten Herzen deutlich, daß wir bei der Bekämpfung bedrohlicher Krankheiten die wirksamsten Instrumente aus der Hand geben würden, verzichteten wir auf Chemie.

Freilich, das Dilemma allen Erkenntnisgewinns bleibt: »Es ist sehr traurig, daß das Bestreben der Menschen, Übel zu vermindern, soviel neues erzeugt« – so der hellsichtige und kritische Georg Christoph Lichtenberg.

Von menschlichem Bemühen, Übel zu vermindern, handeln in diesem Heft zwei hochinteressante Beiträge aus den Geisteswissenschaften. Heidrun Stein-Kecks berichtet über erzieherisch gemeinte Bildprogramme in den Kapitelsälen mittelalterlicher Klöster. Hans-Jürgen Becker erläutert, wie in derselben Zeit versucht wurde, päpstliche Macht zu begrenzen. Wie wirksam waren diese Bemühungen?

Schließlich gibt es einen Bericht über ein Forschungsprojekt, durch das mit einem Übel aufgeräumt wurde. Die historische Analyse der »Deggendorfer Gnad«, einer umstrittenen Hostienwallfahrt, entlarvt diese als getragen von jüdenfeindlichem Gedankengut. Die Wallfahrt wurde inzwischen aufgegeben.

Noch einmal zur Chemie: Wie Lebewesen es schaffen, sich bei Temperaturen um 100 °C wohlzufühlen, ist ein faszinierendes Kapitel aktueller Biologie, genaugenommen der Biochemie dieser Lebewesen. Den Begriff Biochemie übrigens gab es schon lange, bevor die Neuschöpfung von Worten wie Bio-Bier solch fröhliche – und oft unfreiwillig komische – Urstände feierte.

Prof. Dr. Helmut Altner
Rektor der Universität Regensburg
Herausgeber

Editorial

Helmut
Altner



Blick in die Wissenschaft

Forschungsmagazin der
Universität Regensburg

ISSN 0942-928-X

Heft 3
2. Jahrgang
Wintersemester 1993/94

Universitätsverlag
Regensburg GmbH
Geschäftsführer:
Karl Heinz Esser,
Peter Esser (stv)
Verlagsleitung:
Dr. Konrad M. Färber
(Verantwortlich für Inhalt
und Anzeigen iSdP)
Margaretenstraße 4
93047 Regensburg
Telefon (0941) 207-270
Telefax (0941) 207-307

MZ-Druck
Mittelbayerische Druck-
und Verlagsgesellschaft mbH
Regensburg

Satz:
SchumacherGebler, München

Gestaltung:
Irmgard Voigt, München

Recyclingpapier, säurefrei,
ohne optische Aufheller

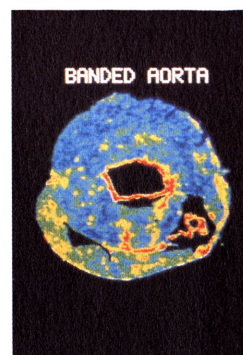
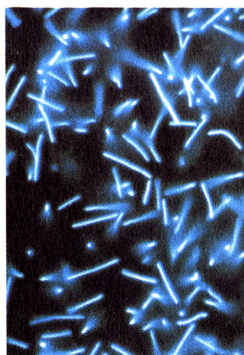
Auflage 8000

DM 12 (Einzelheft)

Weitere
Verlagsinformation:
Seite 88

Titelfoto:
Dr. Harald Huber
Institut für Mikrobiologie
Universität Regensburg

Autorenportraits:
Horst Hanske



Essay

Ein Leben ohne Chemie – Traum oder Alptraum?

Nutzen und Risiken der Chemie

Seite 4

Die Chemie und ihre
Produkte sind aus
unserem täglichen Leben
nicht mehr wegzudenken.
Es gilt, in der öffentlichen
Diskussion positive Aspekte
und Kritik an der Chemie
gegeneinander abzuwägen.

Hochtemperatur-Ökologie

Manche mögen's heiß Mikrobielles Leben an der obersten Temperaturgrenze

Seite 14

Erst in jüngster Zeit
wurden Mikroben entdeckt,
die in Wasser sogar
bei 110 °C leben können.
Was sind das für Organismen,
wie ist ihre Entwick-
lungsgeschichte, was kann man
mit ihnen anfangen?

Bluthochdruck

Wenn das Herz überlastet ist Anpassung des Herzmuskels an chronische Drucküberlastung

Seite 28

Neue Einsichten in
hormonelle Steuerungs-
mechanismen eröffnen
erfolgsversprechende
Strategien der
Schadensbegrenzung am
hochdruckbelasteten Herzen.

Krebstherapie

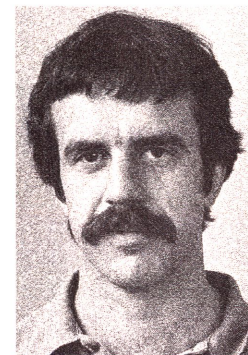
Immunstimulierende Faktoren: Freund oder Feind?

Krebshemmende und
krebserregende Wirkungen
des Tumornekrosefaktors

Seite 34

Der Tumornekrosefaktor,
ein körpereigener Botenstoff,
kann Tumore zerstören,
Krebs heilen.
Doch bei der Behandlung
sind Chancen und Gefahren
zu bedenken.

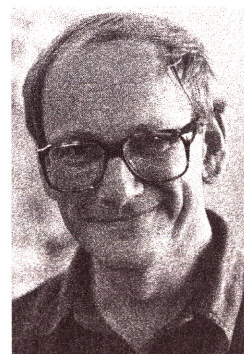
Bernd Echtenacher
Wiss. Mitarbeiter
Tumorimmunologie



Jürgen Sauer
Professor für
Organische Chemie



Karl O. Stetter
Professor für
Mikrobiologie

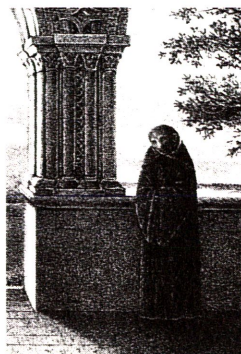
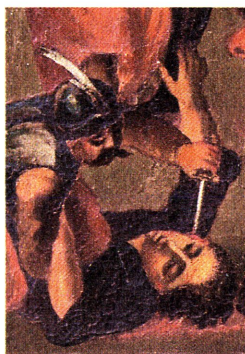


Günter Riegger
Professor für
Innere Medizin



Daniela N. Männel
Professorin für
Tumorimmunologie





Festrede

Die Krankenhausmedizin im Wandel der Altersstruktur:
Auch in Zukunft jedem alles?

Seite 40

Ein Bündel problematischer Entwicklungen stellt die Krankenhausmediziner bereits in naher Zukunft vor schmerzliche Fragen.

Verfassungsgeschichte

Wahlversprechen der Päpste
Die Kontrolle der päpstlichen Macht durch die Kardinäle

Seite 44

Regierte der Papst nach seiner Wahl unumschränkt – oder wurden im Konklave Verträge unterzeichnet, die auch für den Pontifex Maximus verfassungsrechtlich bindend waren?

Antisemitismus

Deggendorfer Gnad
Nachruf auf eine umstrittene Hostienwallfahrt mit jüdenfeindlichen Elementen

Seite 54

Die Legende vom Hostienfrevler Deggendorfer Juden ist als Geschichtsfälschung entlarvt. Jetzt wurde der Schlußstrich unter die jahrhundertlange Wallfahrtstradition gezogen.

Kunst des Mittelalters

Mönche vor Gericht
Überlegungen zu Bildprogrammen in Kapitelsälen

Seite 62

Ein neuer Forschungsansatz fragt nach Zusammenhängen zwischen der Ausgestaltung mittelalterlicher Kapitelsäle und den Funktionen dieses Raumes im Leben der Klostergemeinschaft.

Interview

Kooperation zugunsten von Krebspatienten
Möglichkeiten und Grenzen der Arbeit eines Tumorzentrums

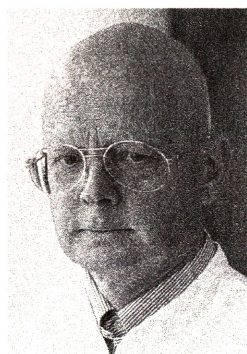
Seite 76

Das Regensburger Tumorzentrum ist ein Modellversuch. Es unterstützt die Fortbildung der niedergelassenen Ärzte, indem es ihnen die neuesten Ergebnisse von Forschung und Therapie verfügbar macht.

Ferdinand Hofstädter
Professor für Pathologie



Kai Taeger
Professor für Anästhesiologie



Hans-Jürgen Becker
Professor für Bürgerliches Recht, Europäische Rechtsgeschichte und Kirchenrecht



Manfred Eder
Wiss. Assistent Kirchengeschichte



Heidrun Stein-Kecks
Wiss. Assistentin Kunstgeschichte



Jeanne Rubner
Wissenschaftsredakteurin Süddeutsche Zeitung



Ein Leben ohne Chemie - Traum oder Alptraum ? Nutzen und Risiken der Chemie

Essay

*Ehe man etwas
brennend begehrt,
soll man das Glück
dessen prüfen,
der es besitzt.*

François de la Rochefoucauld

Sind die Chemie und ihre Produkte in unserem Alltag nicht entbehrlich? Ist ein Übergang von der ›harten‹ Chemie der Chemischen Industrie zur ›sanften‹ Chemie, was immer das bedeuten mag, nicht zwingend geboten? Die fordernden Schlagzeilen der ›veröffentlichten Meinung‹, die sehr stark die ›öffentliche Meinung‹ und die Entscheidungen der Politiker bestimmen, scheinen dies zu bestätigen. Immer wieder sich ereignende auch folgenreiche Unfälle im Bereich der Chemie lösen nicht nur eine notwendige Sachdiskussion, sondern auch eine pauschalisierende Polemik aus. Mit dem Ruf nach Verbannung der Chemie aus dem Industriestandort Deutschland sind die sehr komplexen Probleme nicht gelöst, eine sachliche und kritische Diskussion wird vielmehr verdrängt. Als Sachkundiger möchte ich versuchen, Sie in das Wissenschaftsgebiet der Chemie und der Probleme ihrer praktischen Anwendung – Nutzen und Risiken – einzuführen.

Ist Chemie überflüssig?

Das Vorurteil lautet: Chemie ist überwiegend schädlich!

Vorurteil, so definiert es der Große Duden, ist eine vorgefaßte Meinung, deren Wahrheitsgehalt fraglich ist und die eine sachgerechte Erfassung der Wirklichkeit verhindert.

Was kann man gegen Vorurteile tun? Sachinformation ist gefragt! Lassen Sie uns beginnen mit positiven Auswirkungen der Chemie im täglichen Leben, wie sie jedem bekannt sind. Folgen wir dabei der Hierarchie der Bedürfnisse des Menschen: Gesundheit, Ernährung, Kleidung, Wohnung und Kommunikation.

Gesundheit – ein Rechtsanspruch?

So scheint es heute, doch war es nicht immer so. Trotz aller Hiobsbotschaften und Warnrufe in den Medien steigt die durchschnittliche Lebenserwartung – im Mittelalter noch unter dreißig Lebensjahren liegend – seit der Mitte des letzten Jahrhunderts konstant an, für die Jahrtausendwende wird in der Bundesrepublik für Frauen ein Mittelwert von über achtzig Jahren erwartet, die Männer müssen sich mit einigen Jahren weniger zufriedengeben. Wie kam es dazu?

Zwei wesentliche Punkte haben hierzu beigetragen: Die verbesserte Hygiene und die weit wirkungsvolleren Therapierungsmöglichkeiten

der Medizin. An beiden Entwicklungen hat die Chemie einen wichtigen Anteil. Einige Daten mögen dies beispielhaft illustrieren:

- 1842 Erste Operation mit Äther-Narkose
- 1899 Aspirin lindert erstmals Schmerzen und Fieber
- 1910 Paul Ehrlich synthetisiert Salvarsan zur Bekämpfung der Syphilis
- 1916 Germanin gegen Schlafkrankheit
- 1921 Banting und Best isolieren Insulin und erkennen seine Bedeutung für die Bekämpfung der Zuckerkrankheit
- 1928 Fleming entdeckt das Penicillin
- 1929 Butenandt synthetisiert weibliche und männliche Geschlechtshormone
- 1935 Domagk erkennt die Wirkung von Sulfonamiden gegen Infektionskrankheiten
- 1946 Tuberkulostatika bekämpfen Infektionen
- 1951 Orale Antidiabetika ergänzen Insulin bei der Diabetes-Bekämpfung
- 1952 Erstes Psychosedativum
- 1956 Grundlagen der hormonalen Empfängnisverhütung
- 1960 Breitbandantibiotika rauben Infektionskrankheiten die Schrecken
- 1963 Beta-Blocker zur Bekämpfung von Bluthochdruck und Herzkrankheiten
- 1976 Möglichkeit der nichtoperativen Behandlung von Magengeschwüren
- 1979 Praziquantel, ein Medikament gegen die Parasitenkrankheit Bilharziose, die Geißel der Dritten Welt
- 1983 Gentechnologisch erzeugtes Humaninsulin verdrängt das schlechter verträgliche Schweineinsulin

Diese Erfolgsstatistik – für Millionen von Kranken die erlösende Botschaft – ließe sich beliebig erweitern und bis zum heutigen Tag mit Beispielen belegen.

Haben oder wollen wir wirklich vergessen, daß an allen diesen Entdeckungen und Erfindungen die Chemiker, oft im Teamwork mit Medizinern und anderen Naturwissenschaftlern, einen wesentlichen Anteil hatten? Die Erfolge lassen sich am besten demonstrieren, indem man sich vor Augen führt, wie drastisch die Sterblichkeit sinkt, wenn bei Infektionskrankheiten medikamentöse Behandlung erfolgt: bei Lungenentzündung um 87 Prozent, bei Hirnhautentzündung um 88 Prozent, bei Tuberkulose um 97 Prozent, bei Kinderlähmung um 99 Prozent.

*Es ist schwieriger,
ein Vorurteil
zu zertrümmern
als ein Atom.*
Albert Einstein

Der Weg zum Erfolg ist lang, mühsam und teuer: Mindestens zehn Jahre vergehen, bis ein neues Medikament, das mittels jahrelanger Toxizitäts- und Sicherheitstests gründlich überprüft wurde, mit einem Minimum unerwünschter Nebenwirkungen den Patienten erreicht; die Kosten betragen mehr als hundert Millionen Mark pro Medikament.

Nur Medikamente sind bislang angesprochen; die vielen Bereiche, in denen die Chemie mit neuen Materialien für die Medizin bereitsteht – künstliche Knochen, Gelenke, Gewebe, Implantate, Glaskörperfüllungen, Zahnreparatur und Zahnersatz –, seien stellvertretend genannt.

Die wenigen Beispiele haben auch gezeigt, daß Chemie und Natur keine Gegensätze sind. Der menschliche Organismus ist die intelligenteste, komplexeste und faszinierendste chemische Fabrik, in die der Arzt steuernd und heilend eingzugreifen versucht.

»Warum kann es dann im Verständnis der Öffentlichkeit als so ausgemacht gelten, daß ›Chemie‹ das gerade Gegenteil von ›Natur‹ sein muß, daß ›chemisch‹ fast gleichbedeutend mit ›unnatürlich‹, ja geradezu mit ›widernatürlich‹ geworden ist?« fragt Hubert Markl, der frühere Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft und selbst Biologe, und fährt fort: *»Wie kann es überhaupt dazu kommen, daß ›chemisch‹ und ›biologisch‹ im Sprachgebrauch des Alltags und der Medizin geradezu selbstverständlich antithetisch verwendet werden: chemische Arzneimittel hochverdächtig; biologische oder Naturheilmittel – her damit!«* Markl gibt in seinem Vortrag »Die Natürlichkeit der Chemie« die Antwort: *»Man kann dies nur verstehen, wenn man unterstellt, daß man offenbar mit gottserbärmlich mageren Chemiekenntnissen in Wort und Schrift, im Fernsehen und im politischen Forum lautstark zu Wort kommen kann.«*

Dem ist nichts hinzuzufügen.

»Unser tägliches Brot gib uns heute«

Ist diese oft inbrünstig gebetete Bitte des Vaters unsers für jüngere Menschen unserer Industrienationen nach dem wöchentlichen Einkauf der Lebensmittel im Supermarkt noch verständlich? Wohl kaum! Denn wir verdrängen meist, daß nur wir auf einer Insel der Seligen leben, aber mehr als 20 Prozent der Menschen bitteren Hunger leiden und verhungern, und etwa 50 Prozent aller Menschen unterernährt bzw. falsch ernährt sind aus Mangel an geeigneten Lebensmitteln. Wir haben ebenso verdrängt, daß auch in unserem Land und in Europa Menschen noch in jüngster Vergangenheit hungerten und verhungerten. Im letzten Jahrhundert verhungerten etwa zwei Millionen Iren als Konsequenz der mehrjährigen, durch Pilze ausgelösten Kartoffelfäule, einige Hunderttausend waren gezwungen, als Wirtschaftsasylanten in die USA auszuwandern. Im letzten Jahr des Ersten Weltkriegs verhungerten in Deutschland Hunderttausende, da die Rübenfäule diese damals für die Ernährung notwendige Frucht zerstörte.

Justus von Liebig erkannte Anfang des letzten Jahrhunderts die Bedeutung und Notwendigkeit der Mineraldüngung, die heute häufig als ›künst-



Beinamputation ohne Narkose
im 16. Jahrhundert

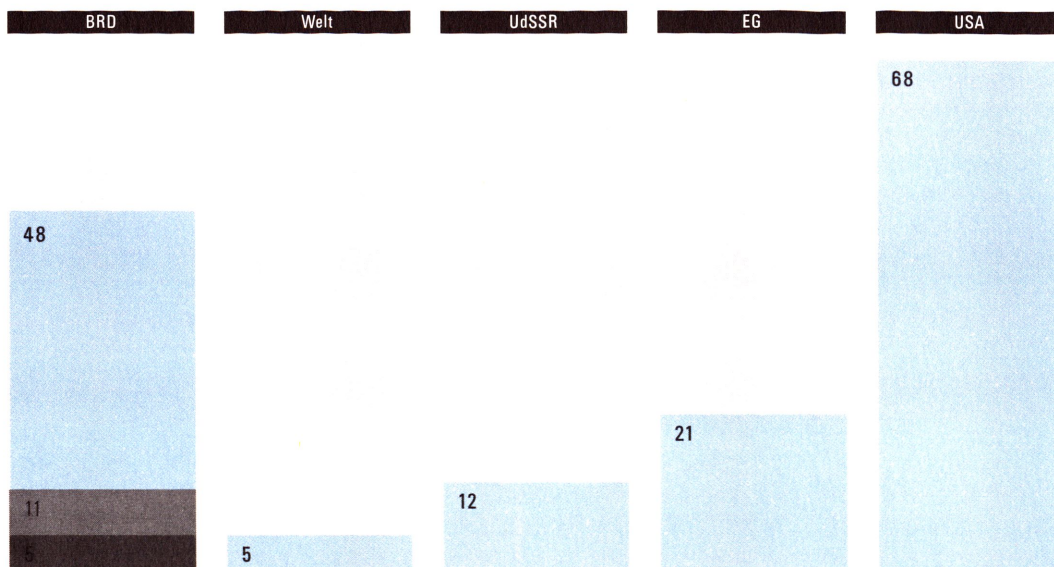
liche« Düngung apostrophiert und abgewertet wird. Es ist wissenschaftlich erwiesen, daß die ›chemische Fabrik Pflanze‹ sich nicht darum kümmert, woher die lebensnotwendigen Stoffe kommen: Nitrate, Phosphate, Metallsalze des Kaliums, Magnesiums, Calciums und viele Spurenelemente. Gaben an mineralischem Dünger und der synthetisch vom Chemiker gewonnene Harnstoff leisten dieselben Dienste wie Tierexkrementen oder Kompost, welche die gleichen ›natürlichen‹ Mineraldünger und organischen Bestandteile enthalten. Wichtig ist nur: Zur rechten Zeit muß der Pflanze die richtige Menge zur Verfügung stehen – und hier kann der Landwirt mit Schweinemist und Gülle die gleichen Fehler begehen wie mit qualitativ und quantitativ kontrolliertem Mineraldünger.

Die langjährige Zusammenarbeit der Chemiker mit Landwirten steigerte bei allen Nutzpflanzen den Ertrag pro Flächeneinheit und Landwirt. Bild 1 (s. S. 6) zeigt dies in sehr unterschiedlichem Ausmaß für verschiedene Regionen unserer ›Raumschiffs Erde‹. Die Bedeutung dieser Produktionssteigerung kann man nur würdigen, wenn man die Entwicklungskurve der Weltbevölkerung im Auge behält. 2.

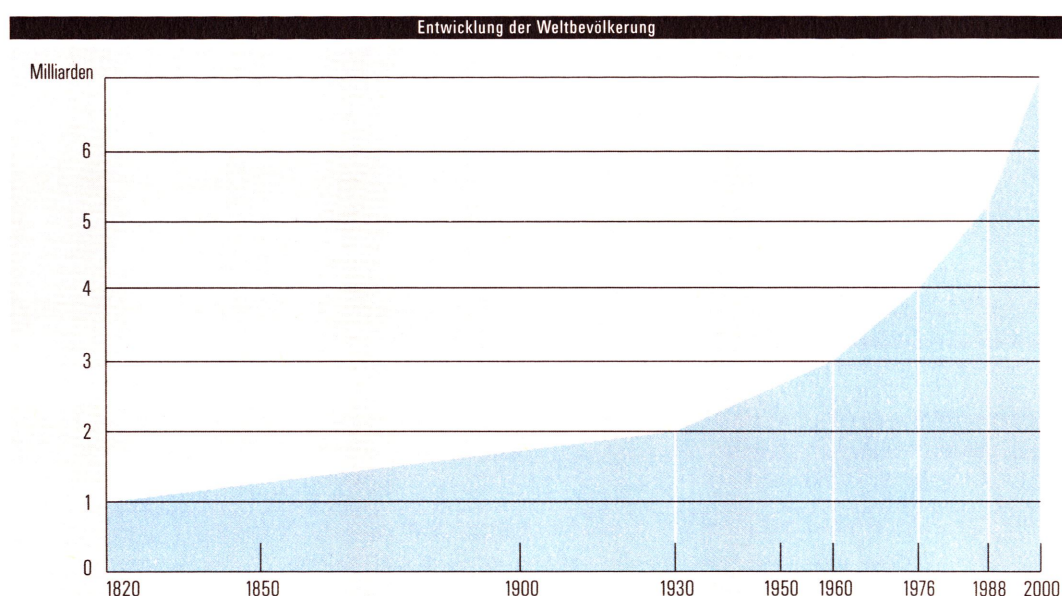
Die Ertragssteigerungen in der Landwirtschaft sind allerdings nicht nur eine Folge sachgerechter Düngung, sondern auch dem Schutz der Nutzpflanze und ihrer Früchte vor Schädlingen – Insekten, Nager, Pilze und Unkräuter beispielsweise – durch Pflanzenschutzmittel zu verdanken. Etwa ein Drittel der potentiellen Welternte, in Entwicklungsländern bis zu 50 Prozent, werden noch heute

1 Steigende Anzahl der Personen, die durch *eine* landwirtschaftliche Arbeitskraft ernährt werden.

1982
1950
1900

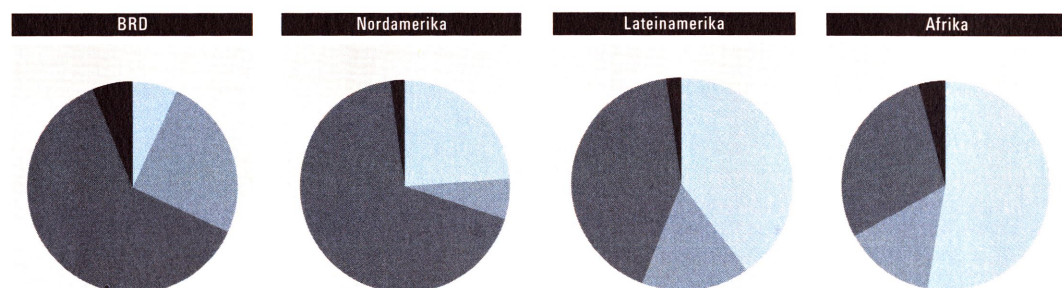


2 Die Weltbevölkerung entwickelt sich mit zunehmender Rasan



3 Marktanteile der verschiedenen Pflanzenschutzmittel in Prozent (ohne Haushalts- und Hygienepräparate), Dekade 1975-1984

Insektizide
Fungizide
Herbizide
sonstige



durch Schädlinge vernichtet. Chemiker, Biologen und Landwirte haben in intensiver wissenschaftlicher Arbeit sichere und gleichzeitig wirksame Pflanzenschutzmittel entwickelt, Insektizide gegen Insektenfraß, Fungizide gegen Pilzbefall, Herbizide gegen Unkräuter, die in verschiedenen Teilen unserer Welt in völlig unterschiedlichem Maß genutzt werden. 3. Monokulturen, auch eine Folge des Mangels an Arbeitskräften in der Landwirtschaft, erweisen sich als besonders anfällig gegen Schädigungen.

Im »Integrierten Pflanzenschutz« entwickelt sich ein optimales Gesamtkonzept für die Pflege unserer Nutzpflanzen und der Welternten, wie Bild 4 zeigt; die Chemie mit ihren Produkten ist in diesem Konzept ein unverzichtbares Standbein.

Der Einwurf »Das tägliche Gift in der Nahrung mordet uns« ist widerlegbar. Der Ernährungsbericht 1992, herausgegeben im Auftrag der Bundesministerien für Gesundheit sowie Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, weist zum wiederholten Mal aus, daß die in der Bundesrepublik erzeugten Lebensmittel gesundheitlich absolut unbedenklich sind; Lebensmittel aus »konventionellem« und »biologischem« Anbau unterscheiden sich nicht in der Qualität. Rückstände von Pflanzenschutzmitteln, die toxikologisch den gleichen Prüfmechanismen vor ihrer Zulassung unterworfen sind wie Arzneimittel, liegen zu mehr als 90 Prozent unter den zugelassenen, sehr niedrigen Grenzwerten. Um diese beurteilen zu können, sei der vielzitierte Grenzwert des bei uns verbotenen Atrazins, eines Herbizids, illustriert. Der zugelassene Wert von 0,1 Mikrogramm pro Liter Trinkwasser bedeutet, daß ein Siebzjähriger bei täglichem Verbrauch von zwei Litern Wasser dieses »Verschmutzungsgrades« im Verlauf seines gesamten Lebens 5 Milligramm dieser Substanz zu sich genommen hat (1 Milligramm ist etwa der tausendste Teil eines Würfelzuckerstücks). Die Gesundheitsbehörden der USA, die z. B. bei Abgaswerten für Autos als sehr penibel bekannt sind, haben bei Atrazin Entwarnung gegeben. Von der Kontrollbehörde EPA wurde festgestellt, daß bei Einhaltung der Grenzwerte des Atrazins (und anderer Pflanzenschutzmittel) von deren Verwendung keine gesundheitliche Gefährdung, kein Krebsrisiko für den Menschen ausgeht. Unsachgemäßer Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und unsinnige Überdosierung sind ebenso Entgleisungen wie Massentierhaltungen und flächendeckende Monokulturen; diese Fehler haben immer wieder auch den Ruf der Chemie belastet, sind von ihr aber nicht zu verantworten.

Kleidung, Wohnung, Kommunikation

Nur kurz sei den Lesern in Erinnerung gerufen, wie sie im täglichen Leben, im ganz persönlichen Bereich, von Chemie umgeben sind, ja von Chemieprodukten abhängen:

– *Fasern*, angefangen von Zellstoff, Kunstseide, Nylon und Perlon bis hin zu den »modernen« atmungsaktiven Fasern à la Gore-Tex-Kleidung; Gardinen, Möbelbezugsstoffe und Teppiche in einer Farbigkeit, wie sie früher nur den obersten Gesellschaftsschichten, Hochadel und hohem

Klerus vorbehalten waren, werden daraus hergestellt.

– *Neue Werkstoffe* auf Polymerbasis, korrosionshemmende Metallüberzüge, leichte und daher energiesparende Träger- und Verpackungssysteme – früher waren es schwere Holzkisten mit Holzwohle – für den Transport von Gütern, 150 Kilo leichte, jedoch korrosionsfeste und formstabile Kunststoffe in jedem Kraftwagen, welche allein durch ihr gegenüber Metall geringeres Gewicht den Benzinverbrauch um einen Liter je 100 km senken, feuerfeste Gewebe in Flugzeugen und brandgefährdeten Räumen, Kohlenstoffaser-Kabel in Spannbeton und Tragseilen, energiesparende Wärmedämmstoffe in Gebäuden, neue Werkstoffe für Ski, Skischuhe, Surfbretter und Segelboote.

– *Informationsspeicher*, wie sie täglich in Kassetten, Bändern, Magnetplatten von Millionen Menschen völlig selbstverständlich genutzt werden. Die rasante Entwicklung der Computer mit all ihren unser Leben bestimmenden, auch segensreichen Wirkungen wäre ohne die maßgeblich vom Chemiker entwickelten Reinst-Elemente, Mikro- und weiteren Miniaturisierungsansätze nicht denkbar.

Das Wort »Dreiwege-Katalysator« geht jedem Autofahrer flüssig über die Lippen; daß dieser Katalysator zur Abgasentgiftung nur ein Kind aus dem großen Sektor der *Katalysatorforschung* ist – wer weiß es schon? Wer weiß auch, daß eine Großfeuerungsverordnung, welche für deutsche Kraftwerke niedrige Abgaswerte für Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und NO_x erzwingt, ohne die Erfolge der Katalysatorforschung vieler Forscher an Universitäten und in der chemischen Industrie ein Papiertiger wäre? Auch beim lebensrettenden Airbag sorgen bei einem Unfall katalysierte chemische Reaktionen für das blitzschnelle Aufpumpen mit 60 Liter Stickstoff in nur vierzig Tausendstel Sekunden.

Ist es mir gelungen, das Vorurteil »Chemie ist überwiegend schädlich« zu entkräften? Ich würde mich schon freuen, wenn ich Nachdenklichkeit und Unvoreingenommenheit gegenüber der nächsten Frage erzeugt hätte.

Grundsätzliche Schwierigkeiten der Chemie, der chemischen Produktion und ihrer Produkte

Der Chemiker untersucht die Eigenschaften von Stoffen und ihre Umwandlungen zu neuen Verbindungen auf dem Wege chemischer Reaktionen. Einige Punkte sind für das Verständnis seiner Arbeitsweise und der damit verbundenen Probleme wichtig.

Der Wunschtraum eines jeden Chemikers ist es, Reaktionen zu finden, in denen ungefährliche Verbindungen ohne Nebenreaktionen rasch, einfach und in quantitativer Ausbeute neue, völlig ungefährliche Verbindungen mit wertvollen neuen Eigenschaften liefern.

Realität Nr. 1:

Keine Reaktion läuft hundertprozentig im gewünschten Sinn ab. Mehr oder weniger unerwünschte Nebenprodukte sind vom Wunschprodukt abzutrennen und einer neuen Verwendung oder einer Entsorgung zuzuführen. Das

Unser Wissen ist ein Tropfen, was wir nicht wissen, ist ein Ozean.

Isaac Newton

Verfahren zu ›optimieren‹, ist die *erste* Kunst des Chemikers.

Realität Nr. 2:

Viele interessante und absolut ungefährliche Chemieprodukte entspringen Synthesefolgen, in denen zwischenzeitlich toxische, explosive oder aggressive Chemikalien umgesetzt werden. Diese gefährlichen Chemikalien sicher zu handhaben, ist die *zweite* Kunst des Chemikers.

Realität Nr. 3:

Viele erwünschte Umsetzungen verlaufen nicht ›freiwillig‹. Kinetik und Thermodynamik, die beiden theoretischen Grundfesten jeder chemischen Reaktion, ›diktieren‹ das Reaktionsgeschehen. Durch Anwendung hoher Drucke (200 bis 300 atm) und sehr hoher Temperaturen (bis über 1000 °C) kann der Chemiker häufig sein Ziel erlangen. Dies ist die *dritte* Kunst des Chemikers.

Toxische, explosive Chemikalien, Reaktionsbedingungen bei hohen Drucken und Temperaturen, oft in Kombination, bergen selbstverständlich Gefahren in sich. Kann man sich vor ihnen durch Verbote schützen? Das Postulat ›Verbot solcher Umsetzungen‹ hätte schwerwiegende Konsequenzen, wie folgende Beispiele zeigen:

- Kein Ammonsulfat, kein Ammonphosphat, also kein Mineraldünger, ohne Haber-Bosch-Prozeß (400 °C, 200 atm, Produktion des giftigen Ammoniaks).
- Kein Benzin ohne Erdölcrackung, bei der für den Motor unbrauchbares Erdöl für die Produktion von kloppfesten Treibstoffen bei hohen Temperaturen ›aufgeschlossen‹ wird. Die Gefährlichkeit einer solchen Anlage mit einer Jahresproduktion von 100 000 Tonnen im Jahr wird evident, wenn man nur einen Verlust durch undichte Ventile von 0,1 Prozent annähme: es wären 100 Tonnen jährlich, mehr als 100 000 Liter brennbares, explosionsfähiges Benzin. Die Ventile der gesamten Anlage müssen also absolut dicht sein, monatelang; denn die Anlage läuft kontinuierlich, und der Ventile gibt es viele Tausende, weit mehr als in einem Auto!
- Keine Schaumstoffe auf Polyurethanbasis ohne das sehr giftige Phosgen für die Produktion der notwendigen Isocyanate. Hier wird die Gefahr dadurch sehr stark verringert, daß Phosgen nicht mehr ›auf Vorrat‹ produziert und gelagert, sondern kontinuierlich in die Reaktion eingespeist wird.

Und viele weitere Beispiele könnte man anschließen. Erneut die Frage: Wollen wir wirklich alle diese Verfahren verbieten, auf alle für uns wertvollen Produkte verzichten?

Die Antwort kann nur sein: Nein. Und die Alternative ist: Ständige Forschung und Optimierung. Diese findet in vielen Laboratorien statt, an Universitäten, in Forschungsinstituten und in der Chemischen Industrie, einem der forschungsintensivsten Wirtschaftszweige. Ein Beispiel zeigt, wie durch die Reaktionsumstellung bei der Reduktion von Nitroaromaten zu aromatischen Aminen auf eine katalytische Reduktion die Abfallströme für Luft, Feststoffe und Wasser um einen Faktor 40 bis 200 absinken. **5.** Die Ausarbeitung eines solchen modernen Verfahrens vom Reaktionskolben bis zur technischen Reife bedarf allerdings vieler Jahre.

Ein langer Weg ständiger Grundlagenforschung liegt noch vor uns, auch manchen Irrweg werden die Chemiker leider immer wieder gehen, wie auch Wissenschaftler in den Bereichen Medizin, Naturwissenschaften und Technik – wie übrigens auch im geisteswissenschaftlichen Bereich –, denn: »Unser Wissen ist ein Tropfen, was wir nicht wissen, ist ein Ozean.« (Isaac Newton)

Wie steht es mit der Sicherheit in der Chemischen Industrie?

Spektakuläre Chemieunfälle haben immer wieder den Eindruck erweckt, die Chemische Industrie sei einer der unsichersten Wirtschaftszweige: Seveso, Bhopal, Basel scheinen dies als Beispiele aus jüngerer Zeit zu bestätigen.

Wie sehen die kontrollierbaren Fakten aus? Sie sprechen eine andere Sprache.

Sowohl gemessen an der Meßlatte der meldepflichtigen Arbeitsunfälle wie auch an der erstmals entschädigter Berufsunfälle liegt die Chemische Industrie deutlich unter dem Durchschnitt der Gesamtwirtschaft. **6.** Wesentlich gefährlichere Beschäftigungszweige sind: Papier und Druck, Verkehr, Steine und Erden, Eisen und Metall, Bergbau, Bau, Holz – von Branche zu Branche steigt hier die Gefährdung. Daß nur maximal 3 Prozent der Unfälle in der Chemischen Industrie ›chemietypisch‹ sind, klingt fast unglaublich – doch die jährlich erscheinenden Statistiken der Berufsgenossenschaft bestätigen dies. **7.** Es sei dabei nicht verschwiegen, daß das Gefährdungspotential im Bereich der Chemie deutlich höher liegt.

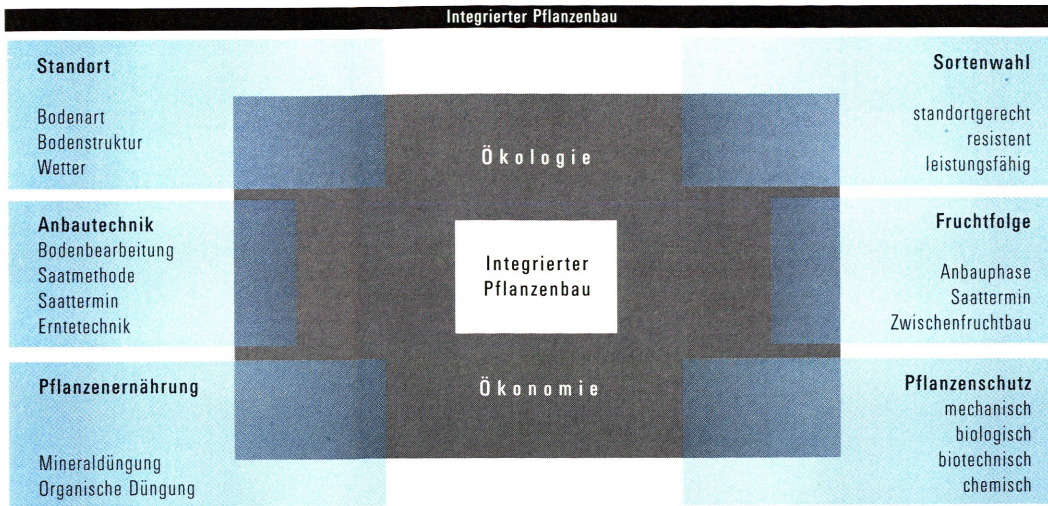
Man sollte aber fairerweise die Zahl der Chemieunfälle auch in Relation zur täglichen Tätigkeit der Chemiker diskutieren: Viele Millionen Tonnen an toxischen und gefährlichen Verbindungen werden jährlich oft unter Extrembedingungen hinsichtlich Temperatur und Druck zur Produktion wertvoller Stoffe sicher gehandhabt. Die absolute Gesamtzahl der Chemischen Unfälle ist in der Bundesrepublik erfreulicherweise sehr klein.

Was können Chemiker gegen Unfälle tun? Was tun sie im Falle eines Unfalls?

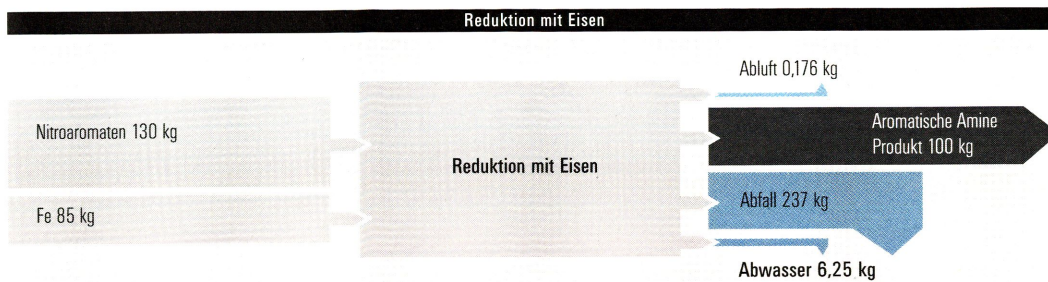
Oberstes Gebot muß sein – und dies ist die Meinung aller Chemiker –, Unfälle zu vermeiden. Die uns heute, insbesondere mit Hilfe computergesteuerter Regelsysteme, zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten sind beträchtlich und müssen optimal genutzt werden. Das schwächste Glied der Kette war und ist stets der Mensch, dies bestätigen auch die Chemieunfälle der jüngsten Monate: Nicht nur Wissenschaft, auch Technik wird von Menschen gemacht!

Und wenn ein Unfall geschehen ist – was ist dann zu tun? Möglichst rasch, sachlich richtig, vollständig und offen ist zu informieren! Daß dies die Absicht und der erklärte Wille der für Sicherheit Verantwortlichen ist, weiß jeder Chemiker. Daß jedoch auch hier wieder der Mensch das schwächste Glied in der Kette ist, wir wissen es leider.

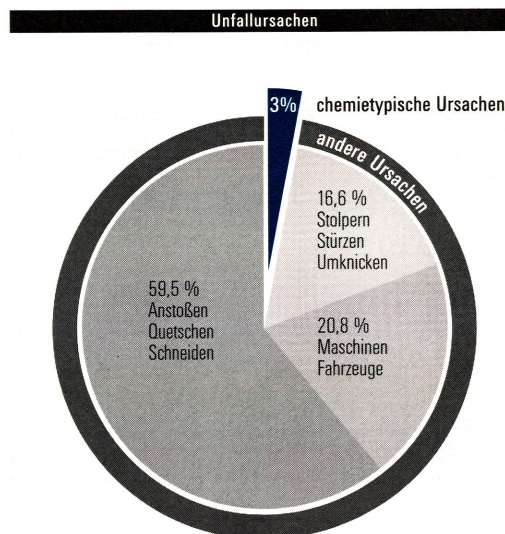
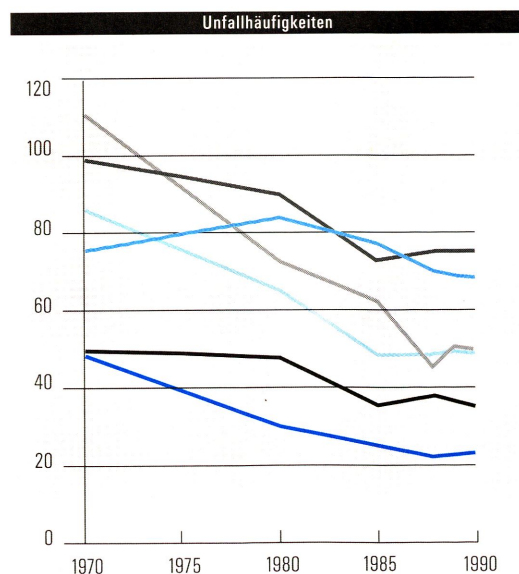
Fazit: Wir können und müssen im Sicherheitsbereich – und dies gilt generell – versuchen, ein Optimum zu erreichen. Zu glauben, daß wir völlig unfallfrei leben werden, ist leider eine Utopie.



4 Im Prinzip des »Integrierten Pflanzenbaus« tragen die verschiedenen Aspekte zur Optimierung der Landwirtschaft bei.



5 Vergleich zwischen einer Reduktion mit Eisen und einer katalytischen Reduktion von Nitroaromaten pro 100 kg Amin



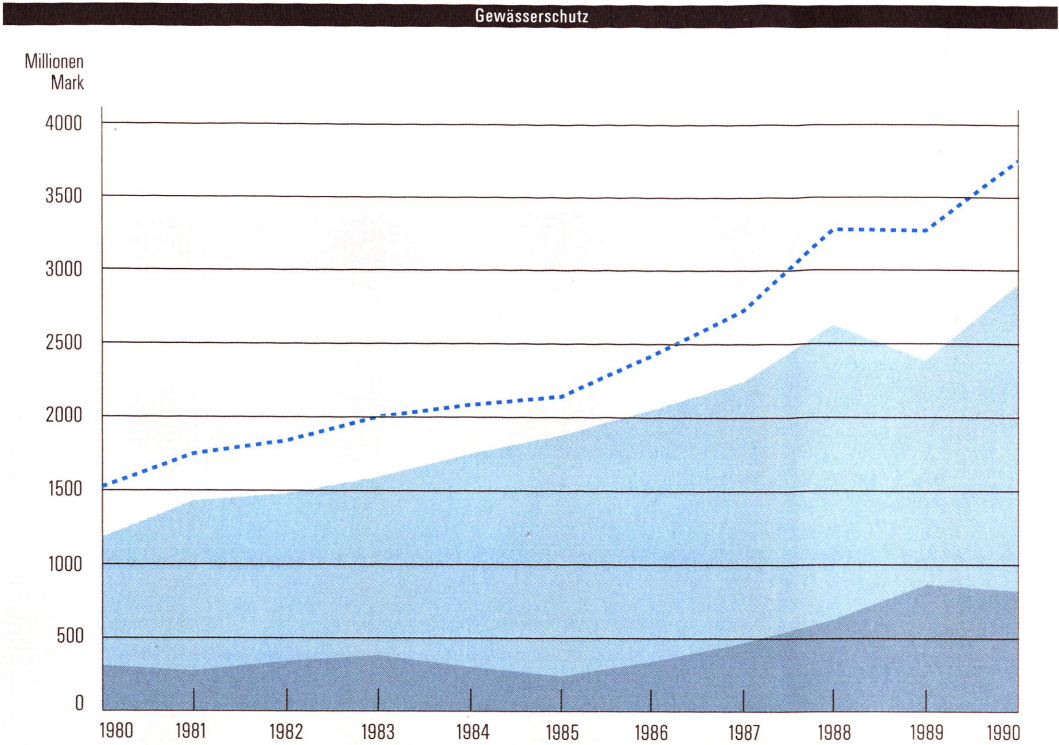
6 Unfallhäufigkeiten (links) im Vergleich (relative Unfallhäufigkeiten, meldepflichtige Arbeitsunfälle je 1 Million Arbeitsstunden)

- Bau
- Holz
- Bergbau
- Eisen und Metall
- Verkehr
- Chemie
- Gesundheitswesen

7 Unfallursachen (rechts) in der chemischen Industrie 1989 (meldepflichtige Unfälle mit mehr als drei Tagen Ausfallzeit)

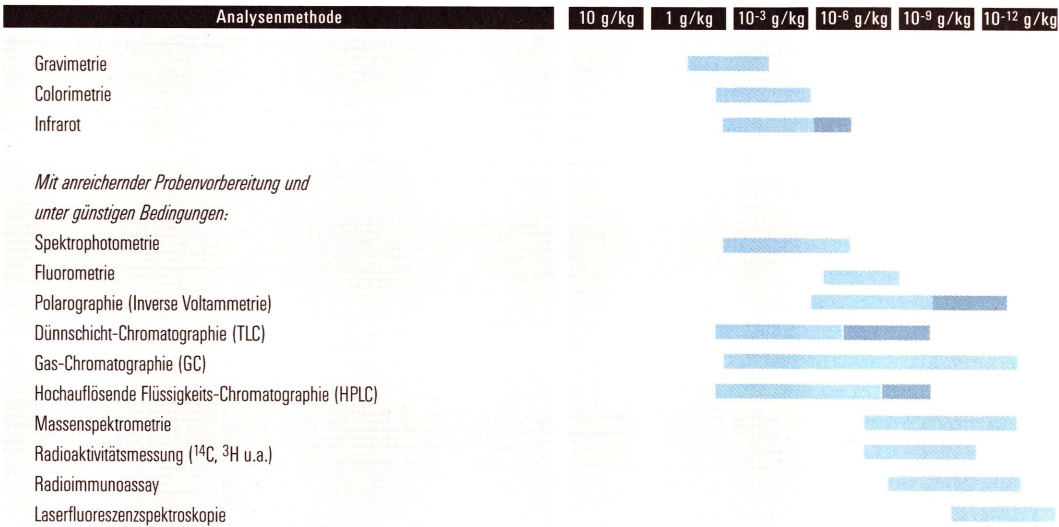
8 Aufwendungen der deutschen chemischen Industrie für den Gewässerschutz

Investitionen
Betriebskosten
Gesamtkosten



9 Nachweisgrenzen verschiedener Analysemethoden pro Liter Wasser

Bestimmungsgrenzen
bis 1980
seit 1980



10 Beispiele für niedrige Konzentrationen



Chemie, der große Umweltsünder?

»Der Rhein – die große Kloake Deutschlands«,
»Das tägliche Gift in der Nahrung mordet uns« – Schlagzeilen dieser Art, denen wir fast täglich begegnen, führen sehr häufig in der öffentlichen Diskussion zu folgendem Schluß: »Die Chemie« ist an allen Umweltproblemen schuld, ohne »Die Chemie« wäre die Welt noch heil! Dabei hängt man »der Chemie« auch alle die Probleme an, die aus dem falschen Umgang mit Chemieprodukten resultieren.

Unbestritten ist, daß dem Menschen beim Übergang ins Industriezeitalter und insbesondere beim Übergang zur Massenproduktion, nicht nur im Bereich der Chemie, sehr häufig aus Unwissenheit nicht unerhebliche Fehler unterlaufen sind. Wir haben unsere Umwelt, Luft, Wasser und Boden oft unbedacht »benutzt«, nicht selten »mißbraucht«. Dies gilt auf allen Gebieten, auch z. B. für den Verkehr mit Kraftwagen oder Großraumflugzeugen, für die Abfallwirtschaft, die breite Palette des überflüssigen Konsums – auch für den Bereich der Chemie. Zu wenig wurden die Folgen menschlichen Tuns bedacht, im wissenschaftlichen wie im technischen Bereich.

Außer Diskussion sollen vorsätzliche und grob fahrlässige Belastungen und Schädigungen der Umwelt bleiben – sie sind ein Fall für die Gerichte und sollten mit harter Strafe geahndet werden.

Luft, Wasser und Boden – drei Problembereiche. Nachweislich ist die Chemische Industrie bei den Luftschadstoffen nur mit 2,5 Prozent (Stand 1989) beteiligt. Nur 6,8 Prozent der Schwefeldioxid-Emissionen und 2,4 Prozent der NO_x -Werte entstammen »chemischen« Schornsteinen; Verkehr und Energieerzeugung in konventionellen Kraftwerken sind hier die Hauptsünder. Trotzdem wurden im chemischen Bereich gegenüber 1979 bis zum Jahr 1990 beträchtliche Schadstoff-Reduktionen erzielt: bei Kohlendioxid, einem der Verursacher des Treibhauseffektes, waren es 38 Prozent Reduktion, bei Stickoxiden 54 Prozent, bei Schwefeldioxid, Verursacher des sauren Regens, 69 Prozent, und 71 Prozent bei Staubemissionen. In den vergangenen 25 Jahren *stieg* die Produktion der Chemischen Industrie um 200 Prozent, die Belastung der Luft *sank* dabei um 70 Prozent, die Belastung des Abwassers um 90 Prozent. Die Wassergüteklasse aller deutschen Flüsse hat sich um ein bis zwei Güteklassen verbessert, der Sauerstoffgehalt des Rheins entspricht praktisch wieder dem natürlichen Sättigungsgehalt, die Konzentrationen an Schwermetallsalzen sind um 60 bis 90 Prozent zurückgegangen.

Diese positiven Entwicklungen sind das Ergebnis harter wissenschaftlicher Arbeit im Grundlagenbereich ebenso wie im Bereich der Anwendung, aber auch Folgen erheblicher finanzieller Aufwendungen im Sektor der Investitionen und Betriebskosten. **8** zeigt dies für den Bereich des Gewässerschutzes. Die jährlichen Gesamtkosten im Bereich des Umweltschutzes nähern sich für die Chemische Industrie langsam der Zehn-Milliarden-Mark-Grenze.

Dies ist kein Plädoyer dafür, selbstzufrieden die Hände in den Schoß zu legen, sondern soll eine

Information sein, um die Umweltdiskussion auf sachlicher Ebene führen zu können. Viel ist noch zu tun, und dabei müssen wir wissenschaftlich erfolgreich sein ebenso wie wirtschaftlich. Wünschbare Ökologie wird nur bezahlbar, wenn auch die Ökonomie stimmt, die letztlich unsere Existenzgrundlage darstellt.

Ein weiteres Wort der Information. In der öffentlichen Diskussion werden die Begriffe *ppm* und *ppb* oft verwendet, ohne die Bürger über die absolute Größenordnung zu informieren. *ppm* bedeutet die Verdünnung 1:1 000 000 (*part per million*), die Auffindung des berühmten »Preußen pro München«, doch selbst eine Verdünnung 1:1 000 000 000 zu finden, den »Preußen in China« (*part per billion*, d. h. 1:1 Milliarde) aufzuspüren, ist kein Problem für die moderne Analytik, wie **9** für die analytischen Methoden illustriert, die bereits in Dimensionen von 1:1 000 000 000 000 (*ppt*) und darüber hinaus vorstoßen.

Als man vor etwa zehn Jahren die heute in der Öffentlichkeit oft mit Vehemenz, aber meist geringer Sachkenntnis diskutierten Grenzwerte für Rückstände an Pflanzenschutzmitteln in Nahrung und Trinkwasser festlegte, waren diese damals etwa die Grenze der analytischen Nachweisbarkeit; die Analytik ist jedoch in den letzten Jahren wesentlich leistungsfähiger geworden. Die festgelegten Grenzwerte werden auch Höchstwerte genannt, obwohl sie fast unvorstellbar klein sind, wie **10** am Beispiel des Würfelzuckers zu demonstrieren versucht. Diese Grenzwerte waren und sind nie toxikologisch begründet worden, sondern politisch: Man wollte einen »fast-Nullwert«, die damalige Grenze der analytischen Nachweisbarkeit. Die Grenzwerte für Schadstoffrückstände sind um einen Faktor von 100 bis 1 000 geringer als diejenigen der Konzentration, die jemals im Tierversuch eine physiologische Wirkung erzeugt hat. Selbst eine Überschreitung eines Grenzwertes um hundert Prozent ist also erst ein Faktor von 2!

Nutzen und Risiko

Jede menschliche Tätigkeit kann uns zum Nutzen oder Schaden gereichen. Beispiele mögen dies illustrieren.

Täglich werden in unserem Land mehr als 400 Millionen Zigaretten und 40 000 Kilogramm an Feinschnitt-Tabak geraucht, meist in geschlossenen Räumen! Den Nutzen kann ich als Nichtraucher nicht, das Risiko als Chemiker sehr wohl abschätzen, die medizinischen Statistiken sind wissenschaftlich erhärtet: Zigarettenrauch enthält ca. 2 000 organische Verbindungen, Teer, nitrose Gase, Formaldehyd, der die Bronchien reizt, viele Kanzerogene, Arsen, Chrom, Cadmium und andere Metalle sowie das suchterzeugende Alkaloid Nikotin, welches im »Nebenstrom« sogar zu 70 Prozent vom Nichtraucher mitgeraucht wird. Das Ergebnis: 75 Prozent aller Lungenkrebstodesfälle gehen auf Rauchen zurück. Rauchen begünstigt auch den Krebs der Mundhöhle, der Zunge, des Kehlkopfs, der Speiseröhre, des Magens und sogar der Blase. Koronare Herzkrankungen und Bluthochdruck sind die Folge. Zehn bis fünfzehn Jahre benötigt der Körper, um

*Wissenschaft wird
von Menschen gemacht.*
Werner Heisenberg

11 Reduktion der Lebenserwartung eines gesunden Vierzigjährigen aufgrund unterschiedlicher Risiken

Risiko	Reduktion der Lebenserwartung
Unverheiratetsein (Männer)	3 500 Tage
Zigarettenrauchen (Männer)	2 500 Tage
Unverheiratetsein (Frauen)	1 600 Tage
Übergewicht 30%	1 300 Tage
Arbeit im Kohlebergbau	1 100 Tage
Verkehrsunfälle	207 Tage
Alkohol trinken (1/4 l täglich)	130 Tage
Unfälle im Haushalt	95 Tage
Arbeitsunfälle	74 Tage
Natürliche Strahlenbelastung	8 Tage
Kaffee trinken	6 Tage
Naturkatastrophen weltweit	3,5 Tage

12 Tätigkeiten mit äquivalentem Sterberisiko für einen gesunden Vierzigjährigen

Tätigkeit	Todesursache
1,4 Zigaretten rauchen	Krebs Herzkrankheiten
0,5 Liter Wein trinken	Leberzirrhose
6 Minuten Kanu-Paddeln	Unfall
16 Kilometer Fahrradfahren	Unfall
1600 Kilometer im Düsenflugzeug	Unfall
20 Jahre neben PVC-Fabrik wohnen	Krebs, ausgelöst durch Vinylchlorid
100 Steaks vom Holzkohलगrill essen	Krebs, verursacht durch Benzpyrene

Die gefährlichsten Unwahrheiten sind Wahrheiten, mäßig entstellt.
Georg Christoph Lichtenberg

sich zu regenerieren, wenn man das Rauchen stoppt – und noch genügend Zeit hat. Da Frauen im Zuge der Emanzipation die Rauchgewohnheiten der Männer übernehmen, kann man makaberweise einen geschlechterspezifischen Doppelversuch anstellen! Die Frauen rennen ›sehenden Auges‹ ins Unglück: Was sie erwartet, haben die Männer längst demonstriert und erduldet.

Rauchen, ein vermeidbares Risiko? Im Prinzip ja, doch es wird, da vom Menschen selbst gewählt, gering eingeschätzt. Selbst die durch Gesetz erzwungene Warnung auf der Zigarettenpackung vermag nicht abzuschrecken.

Gleiches Verhalten finden wir im Verkehr. Trotz Nebel, Glatteis und Gefahr des Aquaplanings – man rast; man ist ja ein so guter Fahrer! 10 000 Verkehrstote jährlich werden fast widerspruchslos hingenommen ebenso wie die jährlichen Toten im Haushalt und bei Freizeitbeschäftigung – wiederum etwa 10 000 Menschen. Selbstgewähltes Risiko – gering geschätzt.

Leute mit einem Übergewicht von fünfzig Kilo sorgen sich vor der Einverleibung des nächsten Schweinekoteletts oder der dritten Buttercremeschnitte nicht etwa wegen der lebensbedrohenden Fettzufuhr, sondern um Spuren von chlorierten

Kohlenwasserstoffen. Mütter fürchten, daß ihre Kinder mit künstlich gedüngtem Gemüse vergiftet werden könnten, während die lieben Kleinen zum Teil schon mit dreizehn Jahren getreu dem Vorbild ihrer sorgenden Eltern die tägliche Zigarettenration nicht entbehren können. Die Nutzen-Risiko-Diskussion ist schwer rational zu führen!

Wie weit sich Einschätzung der Risiken und wirkliches Risiko unterscheiden, zeigt eine amerikanische Studie aus dreißig Lebensbereichen. Die Reizthemen werden stets als gefährlicher eingestuft als altgewohnte, selbstgewählte Tätigkeiten. Alkohol und Hausarbeit werden an Stelle 7 und 27 vermutet, liegen dagegen laut Statistik an Position 2 und 15; Lebensmittelkonservierungsstoffe und Pestizide gelten mit Position 12 und 4 als sehr gefährlich, rangieren jedoch wiederum laut Statistik erst am Skalenende an Stelle 27 und 28. Ein Vergleich der effektiven Reduktion der Lebenserwartung in Tagen, **11**, ist ebenso interessant wie es die aufgelisteten ›Risikoäquivalenzen‹ für das Sterberisiko eines gesunden vierzigjährigen Mannes sind. **12**.

Was kann, was muß das Fazit dieser Überlegungen sein? Wir werden im Bereich der Chemie auch in Zukunft alles daransetzen müssen, um Risiken im Umgang mit der Chemie weiter zu minimieren. Dies bedarf intensivster Forschung ebenso wie politischer Entscheidungen, die auf Sachinformationen beruhen. Die Menschen müssen verstehen lernen – und dabei muß man mit offener Informationspolitik um Akzeptanz werben –, daß wohl auch im Bereich der Chemie ein Restrisiko wie in allen anderen Lebensbereichen nicht vermieden werden kann.

Im Zweifelsfall muß bei einem möglicherweise zu vermutenden Risiko auf den nachweisbaren Nutzen verzichtet werden, wobei ein gesellschaftlicher Konsens für den Begriff ›Nutzen‹ nur schwer zu finden sein dürfte.

Das Bild der Chemie in den Medien

Meine Forderung: Die Medien müssen die Öffentlichkeit vollständig, sachlich richtig und ideologiefrei informieren. Dieser Forderung kommt nach meinem Eindruck nur ein Teil der zuständigen Journalisten in verantwortungsvoller Weise nach.

Erstes Beispiel:

»Auf dem Güterbahnhof stank es zum Himmel. An einem Tankwagen aus Bremen mit hochprozentiger Ammoniaksäure ... wurde ein Leck entdeckt, aus dem diese gefährliche Säure entwich ... Ein Feuerwehrmann, der bei diesem ›Katastropheneinsatz‹ dabei war, erklärte die Gefährlichkeit der Säure, die, wenn sie mit Sauerstoff in Berührung kommt, verdampft ...«

Zweites Beispiel:

»Giftgas auf der Autobahn ... sind aus einem leckgeschlagenen ... Faß fast 50 Liter Aceton auf der Autobahn Nürnberg–München ... auf die Fahrbahn gelaufen. Sie entwickelten giftige Gase ...«

Beide Meldungen sind sachlich falsch und sind, mit reißerischen Überschriften garniert, nur geeignet, Angst zu erzeugen und Aggressionen gegen das fremdbestimmte, nicht kontrollierbare Risiko zu wecken.

Ammoniak ist keine Säure, verdampft auch nicht bei Berührung mit Sauerstoff, eine wässrige Lösung des Ammoniaks ist der früher für Reinigungszwecke benutzte »Salmiakgeist«. Aceton ist eines der ungiftigsten, häufig auch im Haushalt benutzten Lösungsmittel (Lackentferner, Fleckenreinigung).

Mit derartigen Berichten kann man, bewußt oder unbewußt, fahrlässig oder gezielt, Meinungen steuern und Politik beeinflussen. Dies kann und darf nicht Aufgabe der Medien sein.

Lassen Sie mich die immer wieder zu findende Unkenntnis der Presse im Bereich der Chemie mit einer amüsanten Episode noch einmal demonstrieren. Vor Jahren hatte ein Chemikerkollege einer lokalen Zeitung für die Ausgabe des 1. April die Meldung zugespielt, daß man im bayerischen Bier trotz Reinheitsgebots nun nach langen Untersuchungen die gefährliche Chemikalie Ethanol aufgefunden habe, die außerordentlich toxisch sei, dabei hochexplosiv und brennbar; Leberzirrhose sei das grauenhafte Ende, die besondere Gefährlichkeit der drogenartigen Chemikalie, die Sucht erzeugt, beruhe unter anderem darauf, daß sie geschmack- und geruchlos sei. Die Nachricht schlug wie eine Bombe ein! Das Medientheater war beispielhaft, örtliche Brauereien beeilten sich, in einer Pressekonferenz zu dementieren: In ihrem Bier sei kein Ethanol!

In diesem Fall hatte die Zeitung richtig berichtet, denn Ethanol, ein Fachwort für den uns allen bekannten Alkohol, ist im Bier in der Tat zu 4 bis 5 Prozent enthalten. Gerade mit dieser korrekten Information war in der Öffentlichkeit Angst und Schrecken ausgelöst worden.

Übrigens nimmt jeder Einwohner in Bayern durchschnittlich mit den jährlich genossenen mehr als 200 Litern Bier fast 10 Liter puren Alkohol zu sich – ein Fest für die Leber! Darüber wurde in der Presse nicht diskutiert, dagegen über die 0,2 Milligramm des krebserzeugenden Dimethylnitrosamins, die in diesen 200 Liter Bier analytisch nachweisbar sind – die Verdünnung 1 ppb, der früher zitierte »Preuße in China«!

Das Negativbild der Chemie und der Technik bei unserer Bevölkerung insgesamt wird häufig – so wage ich zu behaupten – sehr stark durch falsche, halbfalsche und tendenziöse Berichterstattung in einem auflagenstarken Teil unserer gedruckten und elektronischen Medien geprägt. Es ist zu hoffen, daß auch dieser Teil der Medien sich möglichst bald der verantwortungsbewußten Arbeit vieler Journalisten anschließt.

Ein Blick in die Zukunft

Wir wissen nicht, was uns die Zukunft bringen wird. Wir glauben zu wissen, mit welchen Problemen wir konfrontiert werden, indem wir von den bekannten Problemen der Gegenwart in die Zukunft extrapolieren. Wir können Ziele postulieren, die wir erreichen wollen: Gesundheit, ausreichende Ernährung, Kleidung, Wohnung, Arbeit, soziale Gerechtigkeit und Menschenwürde für alle.

Viele Problemfelder sind auf dem erfolgreichen Weg zu diesen Zielen zu bestellen. Die Grundlagenforschung und die angewandte Forschung auf verschiedensten Gebieten werden im Verbund Mediziner, Naturwissenschaftler und Techniker jeglicher Ausrichtung vereinen; Chemiker werden zweifellos in diesen Teams notwendig sein, um Erfolge auf verschiedensten Gebieten zu erreichen, von denen hier nur einige genannt werden sollen:

- Umwandlung von Sonnenenergie auf dem Weg der Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff in speicherbare Energieformen, die umweltgerecht genutzt werden können.
- Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen für eine Umwandlung in nützliche Chemikalien als ein Beitrag zur Lösung des CO₂-Problems.
- Erzeugung ausreichender, qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel durch effizientere Landwirtschaft und Verminderung der Ernteverluste.
- Ursächliche und nicht nur symptomatische Bekämpfung der Krankheiten als Folge eines besseren molekularen Verständnisses der Krankheitsursachen.
- Bereitstellung ausreichender und neuartiger Werkstoffe mit verbesserten Eigenschaften von Fasern über Keramiken bis hin zu dünnen Schichten und organischen Leitern.
- Sicherer Einbau biotechnologischer und gentechnologischer Verfahren in Medizin und technische Produktionsprozesse.
- Erhöhung der Betriebssicherheit und der Umweltfreundlichkeit chemischer Verfahren durch verstärkten Einsatz kontinuierlicher, katalytischer Verfahren.

Nicht alles, was wissenschaftlich denkbar und erreichbar ist, darf verwirklicht werden. Aus Fehlern der Vergangenheit zu lernen, ist dabei ein ebenso hohes Ziel wie eine intensive präventive Folgenabschätzung unseres Tuns.

Die Zukunft läßt sich nicht voraussagen, weil wir nicht wissen, was wir wissen werden.

Karl Popper

Wissenschaft kann nur helfen, besser zu verstehen, was wir moralisch zu verantworten haben.

Hubert Markl

Manche mögen's heiß

Mikrobielles Leben

an der obersten Temperaturgrenze

Hochtemperatur-Ökologie

An der Universität Regensburg entsteht ein Forschungszentrum, das hitzeliebende Mikroorganismen entdeckt und untersucht. Diese Bakterien und Archaeen sind konkurrenzlose Weltrekordler, was das Leben bei extrem heißen Temperaturen angeht – manche Vertreter (*Pyrodictium*, das ›Feuernetz‹ und *Methanopyrus*, das ›Methanfeuer‹) gedeihen in unterseeischen Vulkangebieten bei Wassertemperaturen von bis zu 110 °C.

Was versteht man unter Hyperthermophilen?

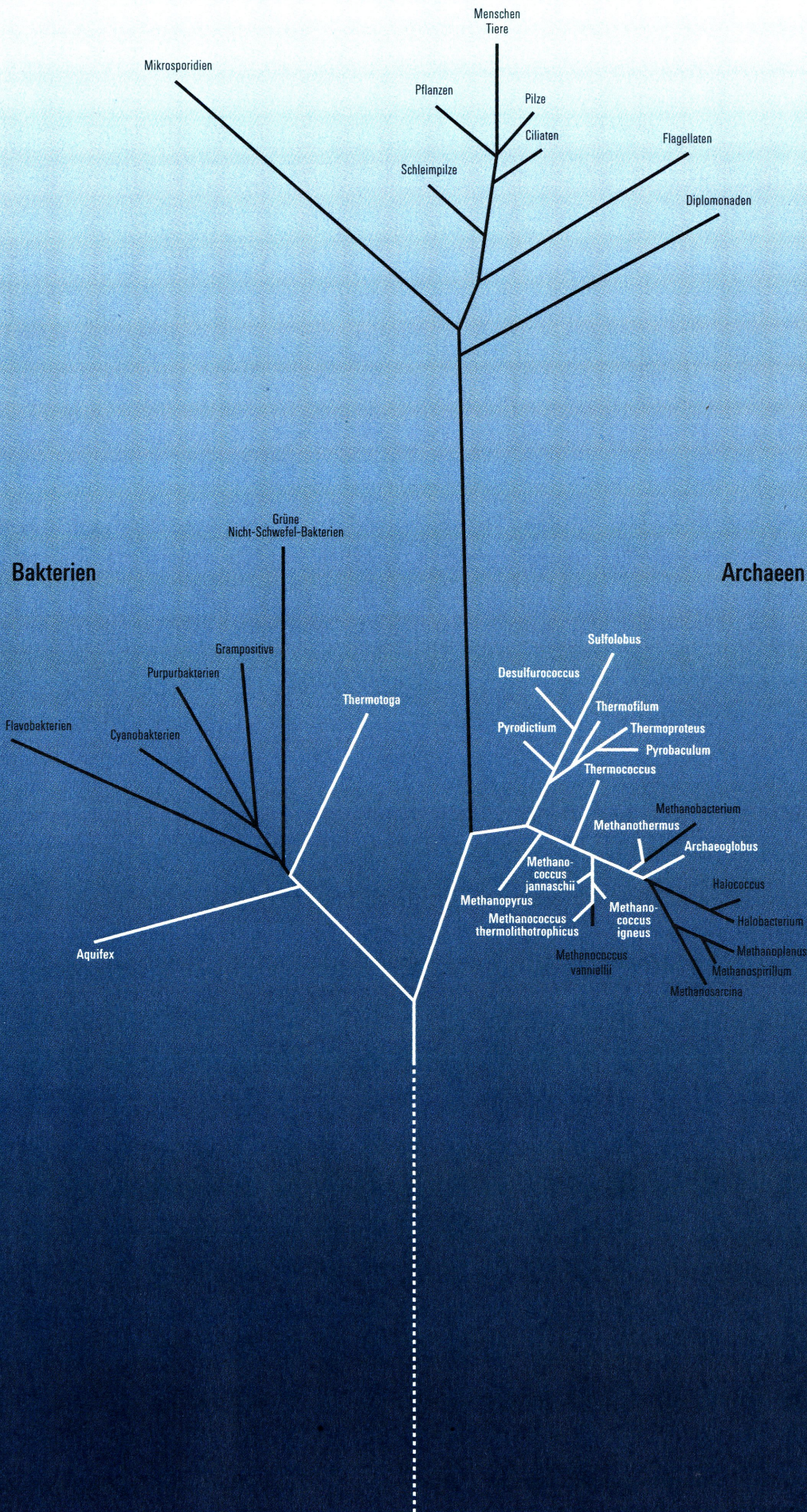
Wärmeliebende (thermophile) Lebewesen, die sich bei Temperaturen von 45 bis 70 °C am wohlsten fühlen, kennt man schon seit längerer Zeit. 1. In Regensburg wurden erstmals hyperthermophile Mikroorganismen entdeckt, die sich in kochendem und, unter Überdruck, sogar in überhitztem Wasser bei über 100 °C am schnellsten vermehren. Es handelt sich um bisher unbekannte Gruppen von Bakterien und Archaeen (früher: Archaeobakterien), die wahrscheinlich seit Urzeiten in heißen (wasserhaltigen) Vulkangebieten leben und die sich nur sehr langsam fortentwickeln, so daß sie ihren primitiven Vorfahren noch sehr ähnlich sein könnten. Im Stammbaum des Lebens (Bild 2) sind Hyperthermophile der Wurzel am nächsten, so daß ein Ursprung des Lebens bei heißen Temperaturen wahrscheinlich ist. Aufgrund ihrer ungewöhnlichen Zellbestandteile und Stoffwechseleigenschaften erschließen uns hyperthermophile Organismen neuartige Einsatzmöglichkeiten in der Biotechnologie der Zukunft.

Lebewesen sind an bestimmte Temperaturen angepaßt. So besitzt der Mensch eine Körpertemperatur von 37 °C, und bereits eine Erhöhung oder Erniedrigung um 5 °C ist lebensbedrohend. Die Prokaryonten, einzellige Lebensformen, denen ein membranumhüllter Zellkern fehlt (Bakterien und Archaeen), besiedeln auf unserer Erde einen sehr weiten Temperaturbereich von den kalten Polkappen über das gemäßigte Meer und Festland bis hin zu sonnenerhitzten Wüstenböden und heißen vulkanischen Quellen. Lebewesen, die am besten (d.h. am schnellsten) in der Kälte wachsen, nennt man psychophil (Wachstum bei –10 bis +15 °C), bei gemäßigten Temperaturen mesophil (20 bis 40 °C) und bei erhöhten Temperaturen thermophil (über 45 °C). Organismen, die sich bei 80 bis 110 °C am wohlsten fühlen, bezeichnen wir als hyperthermophil. Bereits 1862, auf der 37. Versammlung der Naturforscher, berichtete Ferdinand Cohn in seinem Vortrag »Über die Algen des Carlsbader Sprudels und deren Antheil an der Bildung des Sprudelsinters« von Blaualgen (heute *Cyanobakterien* genannt), die in dem berühmten Thermalwasser bei 55 °C lebten. Andere wärmeliebende Mikroorganismen kommen in sonnenerwärmten Böden vor. Wieder andere existieren in Kühlwässern, Kläranlagen und feuchtem Heu, das sich durch mikrobielle Tätigkeit erhitzt. Dort findet man auch den Temperaturrekordhalter für zellkernhaltige (eukaryontische) Lebewesen: den Pilz *Thermoascus aurantiacus*. Er wächst gerade noch bei 62 °C, ein relativ bescheidener Wert im Vergleich zu den Hyperthermophilen. 1. Die ersten ›Extremisten‹ wurden vor etwa zwanzig Jahren in heißen vulkanischen Schwefelquellen des Yellowstone-Parks in den USA entdeckt. Thomas D. Brock konnte hier-

Domäne	Art	Temperatur-Optimum	Temperatur-Maximum
Eukaryonten	<i>Thermoascus aurantiacus</i> <i>Cyanidium caldarium</i>	46 °C 50 °C	62 °C 56 °C
Bakterien	<i>Thermus thermophilus</i> <i>Thermotoga maritima</i> <i>Aquifex pyrophilus</i>	70 °C 80 °C 85 °C	85 °C 90 °C 95 °C
Archaeen	<i>Sulfolobus acidocaldarius</i> <i>Methanopyrus kandleri</i> <i>Pyrodictium occultum</i>	75 °C 98 °C 105 °C	85 °C 110 °C 110 °C

1 Schnellstes Wachstum und oberste Temperaturgrenzen für thermophile Organismen der drei Domänen des Lebens

Eukaryonten



2 Universeller phylogenetischer Lebensbaum, basierend auf Sequenzvergleichen der 16 (18) S ribosomalen RNA nach Carl R. Woese, modifiziert. Die weißen Äste zeigen Hyperthermophile an.

Merkmale	terrestrische Thermalgebiete	marine Thermalgebiete
Gebiete	Solfatarenfelder: vulkanisch geheizte Böden, Schlammlöcher und Oberflächenwässer; aus der Tiefe entspringende heiße Quellen; Geothermalkraftwerke	Untermeerische heiße Quellen und Fumarolen; heiße Sedimente und Tiefseequellen (>Black Smokers<); Aktive Unterwasservulkane
Temperaturen	Oberfläche: bis zu 100 °C (auf Meeresspiegel; hängt von der Höhe über dem Meeresspiegel ab); Tiefe: über 100 °C	Bis etwa 400 °C (>Black Smokers<)
Salinität	gewöhnlich niedrig 0,1 bis 0,5 % Salzgehalt	üblicherweise etwa 3 % Salzgehalt
pH-Wert	pH 0,5 bis pH 9	pH 5 bis pH 8,5 (selten pH 3)
Wichtige Gase und Schwefelverbindungen	CO ₂ CO CH ₄ H ₂ H ₂ S S ⁰ S ₂ O ₃ ²⁻ SO ₃ ²⁻ SO ₄ ²⁻ NH ₄ ⁺ N ₂	CO ₂ CO CH ₄ H ₂ H ₂ S S ⁰ S ₂ O ₃ ²⁻ SO ₄ ²⁻ NH ₄ ⁺ N ₂

3 Lebensräume hyperthermophiler Organismen

aus lappenartige Schwefelmikroben der Gattung *Sulfolobus* (lateinisch: Schwefellappen) in Reinkultur nehmen, die bei Temperaturen um 80 °C wachsen. Unter 60 °C fallen Arten von *Sulfolobus* in eine Art ›Kältestarre‹. Quellen, in denen *Sulfolobus* vorkommt, sind sehr sauer (etwa pH 2; zum Vergleich: ein pH-Wert von 7 ist neutral). Brock studierte den Stoffwechsel von *Sulfolobus* und fand, daß es sich um einen Schwefeloxidierer handelt, der durch Schwefelsäureproduktion Energie gewinnt. Brock entdeckte auch Leben in 92 °C heißem Wasser (geringerer Siedepunkt aufgrund der großen Höhe des Yellowstone-Parks). Er hing Glasstreifen (Objektträger) in solche Quellen und beobachtete,

daß sie nach drei Tagen mit ungewöhnlichen Formen von Mikroorganismen bewachsen waren. Eine Züchtung im Labor, die Voraussetzung für eine einwandfreie Identifizierung, mißlang jedoch. *Sulfolobus* war es auch, der uns zu den hyperthermophilen Archaeen (früher: Archaeobakterien) brachte. Gemeinsam mit Wolfram Zillig untersuchten wir ein bestimmtes Enzym (DNA-abhängige RNA-Polymerase) bei Archaeen, darunter auch bei *Sulfolobus*, das sehr ungewöhnlich war, und unsere Suche nach neuen, vielleicht noch extremeren Archaeen stimulierte. Anfangs wurden die Untersuchungen über die festländischen Vulkanbiotope gemeinsam mit Wolfram Zillig durchgeführt.



4 Lebensraum festländischer hyperthermophiler Archaeen: Blubbernder Vulkanschlam von zahnpastartiger Konsistenz Solfatarenfeld, Krafla (Island)



Vulkangebiete als Lebensräume für Hyperthermophile

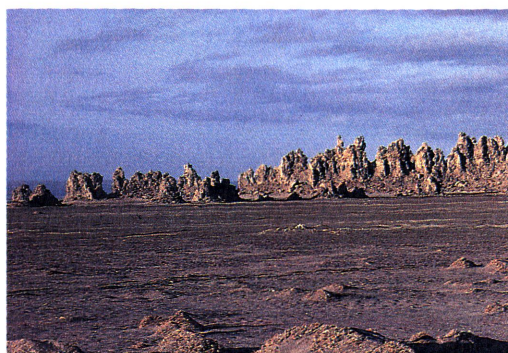
Natürliche Lebensräume für hyperthermophile Organismen stellen die wasserhaltigen Vulkangebiete dar. Es sind dies Orte tektonischer Aktivität, in erster Linie an den Rändern der Kontinentalplatten. Auf dem Festland gibt es, auf der ganzen Erde verteilt, die Solfatarengebiete (lateinisch: solfatar, Schwefelgrube), in denen aus einer unterirdischen Magmakammer Wasserdampf und heiße Gase wie Kohlendioxid, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff entweichen **3** und die Oberfläche bis zum Siedepunkt von Wasser erhitzen. **4**, **5**, An der Oberfläche reagieren die aus der Tiefe kommenden Schwefelwasserstoffdämpfe mit Sauerstoff, und es entsteht Schwefel und Schwefelsäure, so daß Solfataren in der Regel stark sauer sind (von pH 6 bis pH 0,5). Die Gesteine (meist Liparit) werden stark ausgelaugt, da die Säure viele Mineralien auflöst, und sie werden sehr brüchig. Es entstehen Schlammhöcker, die durch Eindickung eine zahn-pastaartige Konsistenz annehmen. **4**. Solfatarenböden zeigen im Profil eine Zweischichtigkeit: Eine saure obere Schicht, in die Sauerstoff eindringt und die aufgrund der anwesenden dreiwertigen Eisenverbindungen rostfarben ist, sowie der darunter liegende neutrale bis schwach saure, praktisch sauerstofffreie Boden, der durch Eisensulfide blauschwarz gefärbt ist. **6**. Zusätzlich enthalten Solfatarenfelder oft in der Tiefe entspringende, heiße, schwach alkalische Quellen, die oft größere Mengen an Silikat oder Carbonat gelöst haben und diese in Form von Sinterterrassen oder Evaporitgestein abscheiden (Island **7**, Djibouti **8**). Manchmal sind solche Quellen derartig stark wasserführend, daß heiße Flüsse **9** oder sogar Seen **10** gebildet werden. Solfatarengebiete stellen ideale Lebensräume für hyperthermophile Mikroorganismen dar. Sie gibt es nicht nur in den isländischen Wüsten, sondern



5 Solfatarenfeld drei Tage vor einer Eruption, Krafla (Island)



6 Zweischichtiges Bodenprofil eines stark eisenhaltigen Solfatarenbodens, Krafla (Island)



7 Alkalische heiße Quelle mit Silikatsintern (Durchmesser etwa 3 Meter; Tiefe etwa 5 Meter), Hveravellir (Island)

8 Evaporithügel (bis zu 30 Meter hoch), Lac Abbé, Djibouti (Afrika)

9 Heißer Fluß
bei Kawah Sileri (Java)



10 Probenahme an einem
heißen See
bei Kawah Sileri (Java)



11 Kochende Solfataren
im Regenwald,
Tangkuban Prahu (Java)



auch beispielsweise in den tropischen Regenwäldern **11**, wo permanent auch von außen organische Nährstoffe (z.B. Blätter, Bäume) zugeführt werden, die zu reichhaltigem mikrobiellen Leben bei hoher Temperatur führen. Auch in den Meeren findet man in seichten küstennahen Zonen Solfatarenfelder und heiße Gasausbrüche (Fumarolen), beispielsweise in Vulcano (Äolische Inseln, Italien **12**). Die im Meer lebenden Organismen haben sich zusätzlich zur Hitze an den hohen Salzgehalt (3 Prozent) von Meerwasser (pro Liter enthält Meerwasser auch etwa 30 Millimol Sulfat) angepasst. Durch den erhöhten Druck am Meeresboden sind Wassertemperaturen von über 100 °C möglich (In 10 Meter

12 Probenahme
am Unterwasser-Solfatarenfeld,
Vulcano (Äolische Inseln)



Tiefe kocht Wasser z.B. erst bei 120 °C). Am eindrucksvollsten sind die Hydrothermalgebiete der Tiefsee, die mit Hilfe von Tieftauchbooten (z.B. Alvin **13**) erreichbar sind. Hierbei kommen in den Tiefseeboden eingedrungene Wässer mit der Magma in Berührung und treten dann »düsenartig« mit hoher Geschwindigkeit und Temperaturen von 300 bis 400 °C in die Tiefsee aus. Durch die hohe Temperatur nehmen sie beim Magmakontakt verschiedenste Schwermetalle und deren Verbindungen auf (z.B. Eisen-, Blei-, Kupfer-, Zink-, Mangan-, Silbersulfide, Gold etc.), die nach dem Austritt in das etwa 3 °C kalte Tiefseewasser ausfallen und einen rauchartigen Eindruck hinterlassen (»Black und White Smokers«; **14**, **15**). Durch diese Ausfällungen werden bis zu etwa 30 Meter hohe Erzkamine aufgebaut, deren poröse Wände ebenfalls Lebensräume für hyperthermophile Organismen darstellen. Auch das heiße wasserhaltige Gestein von aktiven Tiefseevulkanen **16** beherbergt hyperthermophile Mikroorganismen, die bei Vulkanausbrüchen in hoher Konzentration (bis zu eine Million lebende Zellen pro Liter) in der Unterwasser-Ausbruchsfahne ins kalte Meer freigesetzt werden, wie wir beim Macdonald-Vulkan in der Südsee feststellen konnten.

Vulkangebiete stellen wahrscheinlich die ältesten, seit der Urerde ununterbrochen vorhandenen Lebensräume für Hyperthermophile dar, so daß es sich bei den Hyperthermophilen um recht andersartig entwickelte oder möglicherweise noch recht primitive Organismen handeln könnte. Um dies zu prüfen, wurden 1990 von Carl R. Woese, Urbana, USA, dem Entdecker der Archaeen, molekulare Untersuchungen zur Abstammung der Hyperthermophilen durchgeführt.

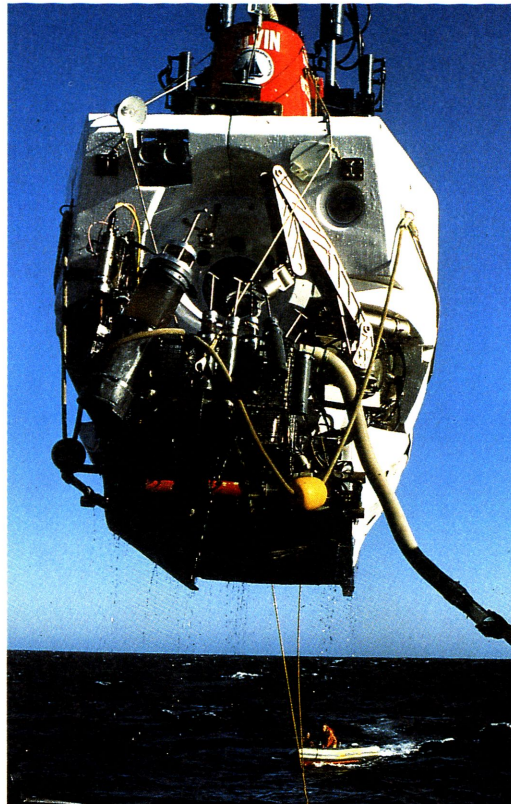
Die Entwicklungsgeschichte hyperthermophiler Lebewesen

In neuerer Zeit wurden wirkungsvolle molekulare Techniken entwickelt, um die Abstammungsgeschichte der Lebewesen zu erforschen. Basierend auf Sequenzvergleichen der 16(18)SrRibonukleinsäure, einem wichtigen Strukturelement der Ribosomen, der in jeder Zelle vorhandenen Orte der Proteinbiosynthese, wurde von Carl R. Woese ein universeller phylogenetischer Stammbaum aufgestellt. **2**. Er zeigt eine Dreiteilung des Belebten in die Hauptäste (»Domänen«) der Bakterien, Archaeen und Eukaryonten. Bei den Eukaryonten handelt es sich um die zellkernhaltigen Lebewesen von den einzelligen Diplomonaden bis zum Menschen, während die Bakterien und Archaeen prokaryontische Lebensformen ohne einen echten, membranummantelten Zellkern darstellen. Tiefe Abzweigungen im Baum deuten auf eine entwicklungsgeschichtlich sehr frühe Abtrennung der entsprechenden Linie hin. So stellt beispielsweise die Abtrennung der Bakterien (zu denen unter anderem das Darmbakterium *Escherichia coli* sowie alle bakteriellen Krankheitserreger gehören) die tiefste und somit früheste Abzweigung von der Hauptentwicklungslinie zum Menschen im phylogenetischen Baum dar, während die Archaeen später abzweigten. Kurze Äste, deren Länge sich aus den vielfältigen Sequenzvergleichen ergeben, **2**,

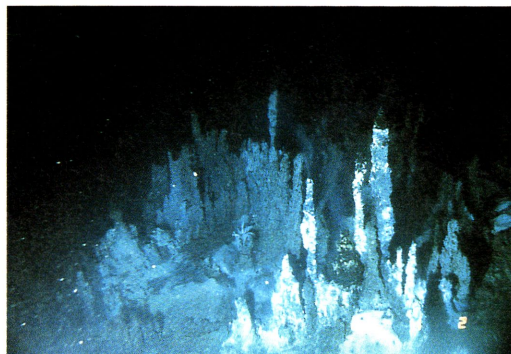
sind ein Hinweis für eine langsame Evolutionsgeschwindigkeit in der Geschichte der entsprechenden Entwicklungslinie. Im Gegensatz zu den Eukaryonten zeigen die bakteriellen und archaeellen Domänen mehrere kurze und gleichzeitig extrem tief abzweigende Äste. Überraschenderweise bestehen alle tiefsten und kürzesten Äste ausschließlich aus Hyperthermophilen (z.B. *Aquificales* bei den Bakterien; *Thermoproteales* und *Methanopyrales* bei den Archaeen; siehe 2, weiße Äste). Je kürzer der Ast ist, desto extremer hyperthermophil sind die entsprechenden Vertreter (z.B. oberste Temperaturgrenze des Wachstums: *Pyrodictiales*, *Methanopyrales* 110° C; *Aquificales* 95° C). Andererseits repräsentieren mesophile und gemäßigt thermophile Bakterien und Archaeen lange Entwicklungslinien (z.B. Proteobakterien wie *Escherichia coli*, grampositive Bakterien, Cyanobakterien innerhalb der Bakterien sowie *Halobacterium*, *Methanosarcina* etc. innerhalb der Archaeen; 2). Die *Methanobacteriales* und *Methanococcales* enthalten Hyperthermophile zusammen mit moderat thermophilen (z.B. *Methanococcus thermolithotrophicus*, *Methanobacterium thermoautotrophicum*) und mesophilen (z.B. *Methanococcus vannielii*, *Methanobacterium uliginosum*) Spezies. Auch innerhalb dieser Ordnungen zeigen die gemäßigt thermophilen sowie mesophilen Vertreter eine schnellere Evolution (d.h. längere Entwicklungslinien), so daß anzunehmen ist, daß sich diese Formen bereits an kältere Umgebungen angepaßt haben. Aufgrund dieser Resultate haben Hyperthermophile wahrscheinlich bereits seit der Urzeit des Lebens existiert und sind ihren primitiven Vorfahren noch recht ähnlich.

Probenahme und Gewinnung von Hyperthermophilen

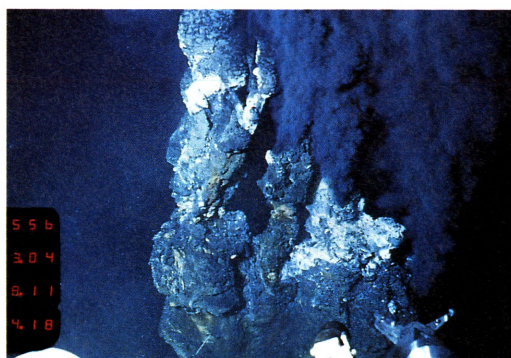
Um Hyperthermophile und Mikroorganismen allgemein in ihrem Stoffwechsel und ihren Wachstumsansprüchen zu verstehen, ist es notwendig, sie im Labor in Reinkultur zu kultivieren. Zunächst werden hierzu aus den möglichen Lebensräumen Proben von heißen Schlämmen, Böden, Erzkaminen und Wässern genommen (z.B. je 100 g) und in Fläschchen fest verschlossen, um ein Austrocknen zu verhindern. 17. Proben zur Gewinnung von sauerstoffempfindlichen Organismen (Anaerobiern) werden zur Überwachung mit einem Farbindikator (Resazurin) versehen, der die Anwesenheit von Sauerstoff anzeigt. Der bei der Probenahme unweigerlich aus der Umgebung eindringende Sauerstoff wird dann sofort mit Chemikalien reduziert (z.B. durch Natriumsulfid und Natrium-dithionit), bis der Indikator von rot nach farblos umschlägt und somit praktisch Sauerstofffreiheit der Probe anzeigt. Der Transport der Proben ins Labor erfolgt möglichst schnell und bei den niedrigen Umgebungstemperaturen, da Hyperthermophile hierbei erfahrungsgemäß in eine Art Kältestarre verfallen und überleben. Andererseits überleben die Organismen in aufgeheizten Proben nur wenige Stunden, da ihnen die im Biotop vorhandenen Nährstoffe, wie vulkanische Gase, fehlen. Im Labor werden die O₂-freien Proben unter Schutzgas in einer Anaerobenkammer 18 geöffnet, und es werden Nährmedien hergestellt, die der ursprünglichen natürlichen Umgebung der Probe



13 Tieftauchboot Alvin beim »Auffischen« vor Guaymas im Golf von Kalifornien (Mexiko)



14 Weiße Smoker-Kamine im Guaymas-Tiefseegraben (1500 m Tiefe), Mexico



15 Schwarze Smoker-Kamine in 2500 m Tiefe, Ostpazifischer Rücken, vor Mexiko (21° Nord; 109° West)

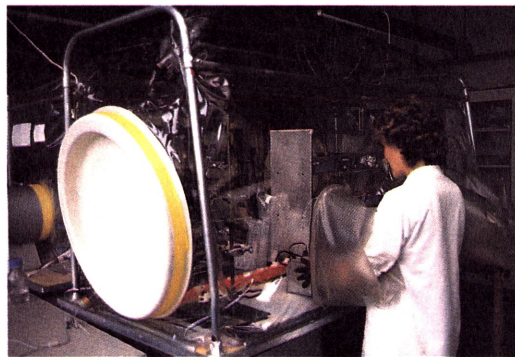


16 Gipfelkrater des aktiven Tiefseevulkans Teahicya (1500 m Tiefe) vor der Küste von Tahiti

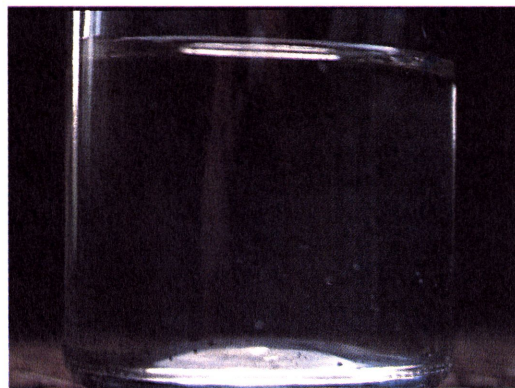
17 Glasfläschchen und Röhrchen, fest verschließbar zur anaeroben Probenahme



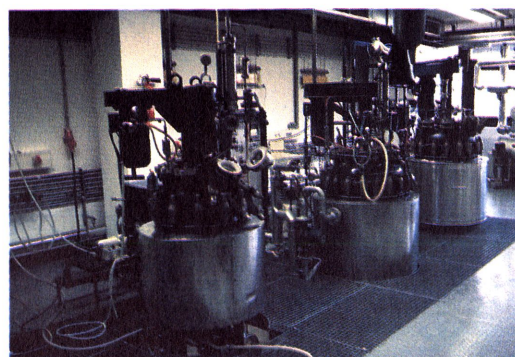
18 Arbeiten an der Anaerobenkammer im Regensburger Labor mit Schleuse und Handschuhen. Die innere Atmosphäre besteht aus 95% Stickstoff und 5% Wasserstoff.



19 Fläschchen mit Reinkultur vom *Pyrodicticum abyssii* (»Feuernetz der Tiefsee«) mit Kugelkolonien von jeweils Milliarden von Zellen (Ø 0,5–3 mm)



20 Biotechnikum Regensburg, Teilansicht mit 300-Liter-Spezialfermentern



angepaßt sind (z.B. Meerwasser, Mineralwasser). Da die »Menükarte« der anzureichernden Organismen unbekannt ist, werden verschiedenste mögliche anorganische und organische Energiequellen wie Wasserstoff, Schwefel, Nitrat, Sauerstoff, Kohlendioxid, Hefeextrakt, Fleischextrakt und Zucker in die Nährmedien gegeben. Anschließend werden die Fläschchen jeweils mit etwa einem Gramm Probe, die die unbekannten Organismen enthält, versetzt. Nach Verschließen werden die Fläschchen auf hohe Temperaturen (z.B. 80 bis 110°C) aufgeheizt. Nach ein bis acht Tagen zeigt die mikroskopische Inspektion der Kulturversuche an, ob etwas gewachsen ist. Positive Anreicherungskulturen sind meist Gemische von verschiedenen Organismen, die erst vereinzelt werden müssen. Reinkulturen erhält man aus Anreicherungskulturen durch Übertragung auf feste Nährböden, durch Ausverdünnung in Flüssigmedien oder – neuerdings – direkt unter dem Mikroskop mit der Infrarotlaser-»Pinzette«. Das Endziel sind Reinkulturen in Medien definierter Zusammensetzung, mit denen die Laborversuche zur Charakterisierung durchgeführt werden. **19.** Für chemische Untersuchungen in größerem Stil werden meist mehrere Gramm Zellmasse benötigt. Ein Gramm Zellmasse entspricht etwa tausend Milliarden Zellen (10^{12}) und ist in einem Liter gut gewachsener Kultur enthalten. Zur Gewinnung von größeren Zellmassen besitzen wir in Regensburg die modernste Fermentationsanlage zur Anzucht von Hyperthermophilen. **20.** Unser Biotechnikum besteht derzeit aus sieben Kulturgefäßen (Fermenter) aus emailliertem Stahl mit einer Gesamtkapazität von mehr als 1000 Litern, in denen die natürlichen vulkanischen Lebensräume der Hyperthermophilen simuliert werden und die für Wachstumstemperaturen von bis zu 150 °C bei Überdrucken von bis zu 10 atü (1 MPa) ausgelegt sind.

Hyperthermophile Bewohner terrestrischer Vulkangebiete

Die saure Oberschicht der Solfatarenböden (siehe **6**) enthält säureliebende hyperthermophile (thermoacidophile) Archaeen mit meist lappiger oder kugliger Gestalt **21**, **23**. Hierzu gehören der bereits von Brock entdeckte *Sulfolobus* sowie die Vertreter der Gattungen *Metallosphaera*, *Acidianus*, *Desulfurolobus* sowie *Stygiolobus*. Kürzlich konnten wir eine neue Art von *Sulfolobus* aus einer brennenden (kohlehaltigen) Uranhalde in Thüringen isolieren, der *Sulfolobus thuringiensis* heißen soll. Thermoacidophile Archaeen gewinnen ihre Energie meist durch Oxidation von Schwefelverbindungen oder Wasserstoffgas zu Schwefelsäure bzw. Wasser. **22.** Hierbei können sulfidische Erze (z.B. Chalcopyrit durch *Metallosphaera*) »gelaugt« werden, wobei das kationische Wertmetall (z.B. Kupfer) in Lösung geht. Wegen ihrer Billigkeit und Umweltverträglichkeit gewinnt die mikrobielle Erzlaugung mehr und mehr an Bedeutung, und Hyperthermophile zeigen die besten Ergebnisse. *Acidianus* sowie der nahe verwandte *Desulfurolobus* sowie *Stygiolobus* (der »Höllennappen«) sind in der Lage, in Abwesenheit von Sauerstoff unter Nutzung einer Mischung von Schwefel und Wasserstoff als Energiequelle zu

Art	Minimum	Optimum	Maximum	pH-Wert	aerob/anaerob	Lebensraum	DNA	Morphologie
<i>Sulfolobus acidocaldarius</i>	60 °C	75 °C	85 °C	pH 1 –5	ae	t(e.r.)	GC 37	gelappte Kokken
<i>Metallosphaera sedula</i>	50 °C	75 °C	80 °C	pH 1 –4,5	ae	t	GC 45	Kokken
<i>Acidianus infernus</i>	60 °C	88 °C	95 °C	pH 1,5–5	ae/an	t	GC 31	gelappte Kokken
<i>Stygiolobus azoricus</i>	57 °C	80 °C	89 °C	pH 1,5–5	an	t	GC 38	gelappte Kokken
<i>Thermoproteus tenax</i>	70 °C	88 °C	97 °C	pH 2,5–6	an	t	GC 56	regelmäßige Stäbchen
<i>Pyrobaculum islandicum</i>	74 °C	100 °C	103 °C	pH 5 –7	an	t	GC 46	regelmäßige Stäbchen
<i>Pyrobaculum organotrophum</i>	78 °C	100 °C	103 °C	pH 5 –7	an	t	GC 46	regelmäßige Stäbchen
<i>Thermofilum pendens</i>	70 °C	88 °C	95 °C	pH 4 –6,5	an	t	GC 57	schlanke reglm. Stäbchen
<i>Desulfurococcus mobilis</i>	70 °C	85 °C	95 °C	pH 4,5–7	an	t	GC 51	Kokken
<i>Staphylothermus marinus</i>	65 °C	92 °C	98 °C	pH 4,5–8,5	an	m(arin)	GC 35	Kokken in Aggregaten
<i>Pyrodicticum occultum</i>	82 °C	105 °C	110 °C	pH 5,5–7	an	m	GC 62	Scheiben mit Fibern
<i>Pyrodicticum abyssi</i>	80 °C	105 °C	110 °C	pH 4,7–7,5	an	m	GC 60	Scheiben mit Fibern
<i>Thermodiscus maritimus</i>	75 °C	88 °C	98 °C	pH 5 –7	an	m	GC 49	Scheiben
<i>Thermococcus celer</i>	75 °C	87 °C	93 °C	pH 4 –7	an	m	GC 57	Kokken
<i>Pyrococcus furiosus</i>	70 °C	100 °C	105 °C	pH 5 –9	an	m	GC 38	Kokken
<i>Archaeoglobus fulgidus</i>	60 °C	83 °C	95 °C	pH 5,5–7,5	an	m	GC 46	unregelmäßige Kokken
<i>Archaeoglobus profundus</i>	65 °C	82 °C	90 °C	pH 4,5–7,5	an	m	GC 41	unregelmäßige Kokken
<i>Methanothermus sociabilis</i>	65 °C	88 °C	97 °C	pH 5,5–7,5	an	t	GC 33	Stäbchen in Verbänden
<i>Methanopyrus kandleri</i>	84 °C	98 °C	110 °C	pH 5 –7	an	m	GC 60	Stäbchen in Ketten
<i>Methanococcus jannaschii</i>	50 °C	85 °C	86 °C	pH 3 –6,5	an	m	GC 31	unregelmäßige Kokken
<i>Methanococcus igneus</i>	45 °C	88 °C	91 °C	pH 5 –7,5	an	m	GC 31	unregelmäßige Kokken
<i>Thermotoga maritima</i>	55 °C	80 °C	90 °C	pH 5,5–9	an	m	GC 46	Stäbchen mit Scheide
<i>Thermotoga thermarum</i>	55 °C	70 °C	84 °C	pH 6 –9	an	t	GC 40	Stäbchen mit Scheide
<i>Aquifex pyrophilus</i>	67 °C	85 °C	95 °C	pH 5,4–7,5	ae	m	GC 40	Stäbchen

wachsen, wobei Schwefelwasserstoff gebildet wird. Aufgrund dieser Stoffwechselambivalenz (Oxidation bzw. Reduktion von Schwefel) haben wir den zuerst gefundenen Organismus nach Janus, dem römischen Gott mit zwei Gesichtern, *Acidianus* (>der saure Janus<) genannt. Ihre organische Körpersubstanz bauen diese Organismen aus CO₂ auf, so daß man sie als autotroph (>selbsternährend<) bezeichnet. 22. Alternativ sind Vertreter von *Sulfolobus*, *Metallosphaera* und *Acidianus* in der Lage, organisches Material, sofern vorhanden, als Energiequelle zu verwenden, wobei sie eine Sauerstoffatmung durchführen. Die organische Substanz im natürlichen Lebensraum kann beispielsweise von absterbenden Zellen stammen. Die höchste Wachstumstemperatur unter den Thermoacidophilen mit 95 °C zeigt *Acidianus infernus*. 21. Die sauerstofflose Tiefe der Solfatarenfelder sowie die heißen neutralen Tiefenwässer beherbergen strikt

anaerobe neutrophile hyperthermophile Archaeen. 21. Diese Organismen sind überhaupt erst kultivierbar durch Verwendung einer neuartigen Anaerobentechnik, die Robert E. Hungate entwickelt hat. Diese hält selbst Spuren von Sauerstoff, die für diese Mikroben bereits hochgiftig sind, von dem Kulturmedium fern. In den heißen vulkanischen Quellen verhindern die Hitze und die durchströmenden Gase, daß Sauerstoff eindringt und sich in der Flüssigkeit löst. Das Mikroskop zeigt, daß die strikten Anaerobier morphologisch sehr verschieden sind: dickere Stäbchen mit rechteckigen Enden, fadenförmige Stäbchen, Kugeln, im UV-Licht grün fluoreszierende Stäbchen mit abgerundeten Enden sowie Stäbchen mit einer Scheide. Die dicken Stäbchen haben einen Durchmesser von 0,5 Mikrometer (1 Mikrometer = ein Tausendstel Millimeter) und zeigen oft an den Enden Blasen, die an Golfschläger erinnern. Wahrscheinlich handelt es sich

21 Wachstumsbedingungen und morphologische sowie biochemische Merkmale hyperthermophiler Prokaryonten

22 Anorganische
Energiegewinnungsreaktionen
hyperthermophiler
autotropher Arten

Elektronen-Donator	Elektronen-Akzeptor	Energiegewinnungsreaktion	Beispiel
H_2	CO_2	$4H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$	Methanopyrus Methanothermus
	S^0	$H_2 + S^0 \rightarrow H_2S$	Pyrodictium Thermoproteus Acidianus
	$SO_4^{2-}; (S_4O_3^{2-})$	$4H_2 + H_2SO_4 \rightarrow$ $\rightarrow H_2S + 4H_2O$	Archaeoglobus
	O_2	$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$	Aquifex Sulfolobus Acidianus
S^0 (S^{2-})		$2S^0 + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow$ $\rightarrow 2H_2SO_4$ $2FeS_2 + 7O_2 + 2H_2O \rightarrow$ $\rightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$	Aquifex Sulfolobus Acidianus

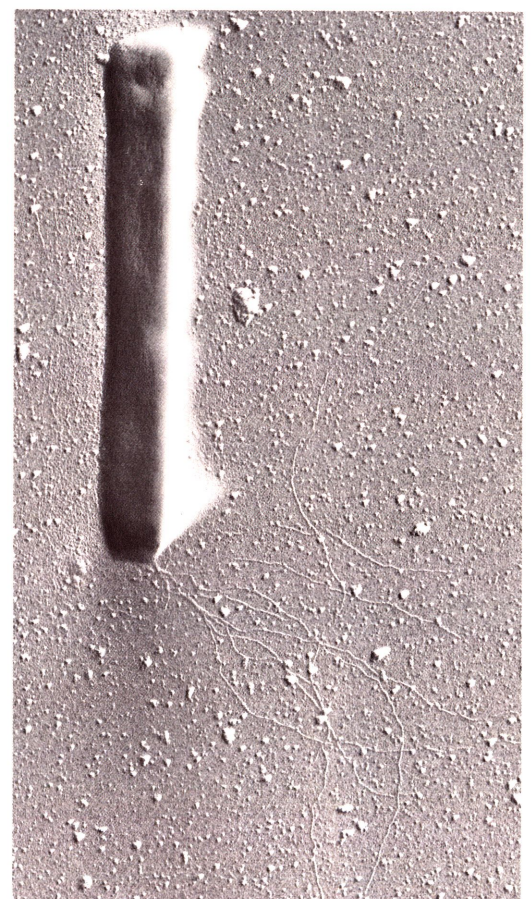
hier um eine sehr ungewöhnliche Vermehrungsform durch Knospung. Aufgrund ihrer Vielgestaltigkeit wurde die Gattung *Thermoproteus* genannt (Proteus: der griechische Meeresgott, der vielerlei Gestalt annehmen kann). Eine weitere Gattung mit ähnlicher Morphologie, aber deutlich höheren Wachstumstemperaturen haben wir *Pyrobaculum* (»Feuerprügel« **24**) genannt. Vertreter von *Pyrobaculum* zeigen mit einer Obergrenze von 103 °C

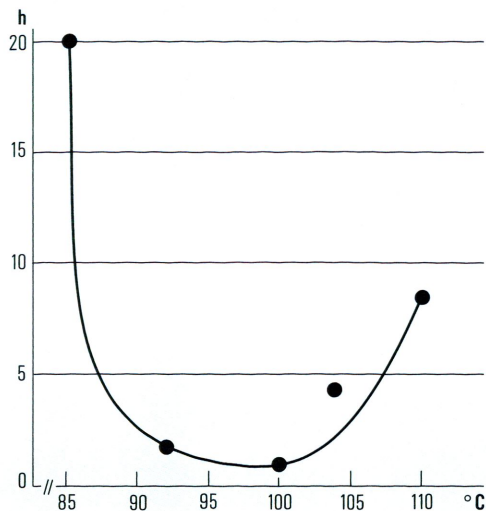
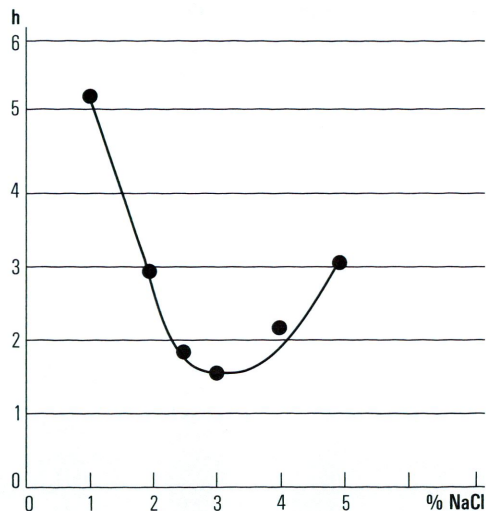
die höchsten Wachstumstemperaturen für Hyperthermophile des Festlandes. Die fadenartigen Stäbchen sind mit einem Durchmesser von nur 0,17 Mikrometer im Lichtmikroskop gerade noch sichtbar. Sie vermehren sich ebenfalls durch Knospung. Die Gattung wurde *Thermofilum* (der »heiße Faden«) genannt. Die Kugeln haben einen so variablen Durchmesser, daß man sie – wären sie nicht Abkömmlinge einer einzigen Zelle – niemals

23 Metallosphaera sedula, Zellen.
Bei den wabenförmigen Strukturen
handelt es sich um Glykoproteine
der Zelloberfläche. Gefrierbruch.
Elektronenmikroskopische
Aufnahme



24 Pyrobaculum aerophilum,
Zelle mit Geißeln.
Pt-Bedampfung.
Elektronenmikroskopische
Aufnahme





25 (links)
Optimale Salzkonzentration
des Wachstums
von *Aquifex pyrophilus*.
Die Verdopplungszeiten wurden
jeweils aus den Steigungen der
Wachstumskurven bei unter-
schiedlichen Salzkonzentrationen
ermittelt.

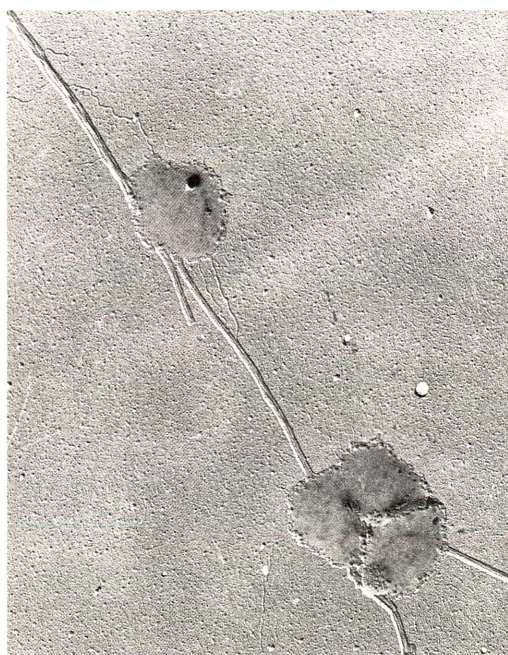
26 (rechts)
Optimale Wachstumstemperatur
von *Methanopyrus kandleri*.
Die Verdopplungszeiten
wurden aus den Steigungen
der Wachstumskurven bei unter-
schiedlichen Temperaturen ermittelt.

einer einzigen Art zurechnen würde. Die größten Kugeln erreichen mit 5 Mikrometern den Durchmesser von Hefezellen, während die kleinsten mit 0,2 Mikrometer in der Größenskala der Prokaryonten ganz unten rangieren. Auch sie vermehren sich durch Knospung. Die Gattung wurde *Desulfurococcus* (lateinisch: coccus, Beere) genannt. Bei den grün fluoreszierenden Stäbchen handelt es sich um Methangasbildner, die bis 97 °C wachsen und die wir bisher nur im Kerlingarfjöll-Gebirge in Island finden. Diese Gattung wurde *Methanothermus* genannt (der ›heiße Methanbildner‹). Vertreter der bakteriellen Art *Thermotoga thermarum* (die ›heiße Toga der Thermen‹) haben die Gestalt von Stäbchen, die von einer Schicht umgeben ist, die an den Enden ›sockenartig‹ überhängt (vgl. 33). Als Energiequelle verwenden die neutrophilen festländischen Archaeen Wasserstoff oder organisches Material, wobei mittels anaerober Atmungstypen Methan und Schwefelwasserstoff als charakteristische Endprodukte entstehen. *Thermotoga* vergärt dagegen Zucker zu einem Gemisch von Essigsäure, Milchsäure, Kohlendioxid und Wasser.

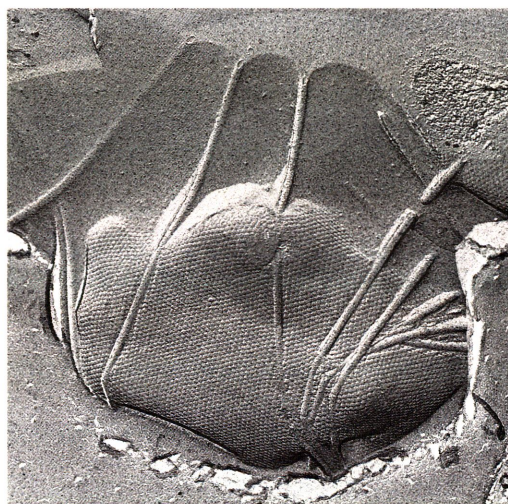
Submarine Hyperthermophile

Eine Vielzahl von Hyperthermophilen stammt aus untermeerischen Vulkangebieten und benötigt zum optimalen Wachstum die relativ hohen Salzkonzentrationen von Meerwasser um 3 Prozent (z.B. *Aquifex*; 25). Es handelt sich hierbei um die aus marinen Hydrothermalsystemen des Flachwassers und der Tiefsee isolierten anaeroben archaeellen Gattungen *Pyrodictium*, *Thermodiscus*, *Staphylothermus*, *Methanopyrus*, *Pyrococcus*, *Thermococcus*, einige Vertreter von *Methanococcus* sowie die bakteriellen Gattungen *Thermotoga* und *Aquifex*. 21. Die Lebewesen mit der höchsten Wachstumstemperatur sind Vertreter der Gattungen *Pyrodictium* (›Feuernetz‹) sowie *Methanopyrus* (›Methanfeuer‹), die, unter schwachem Überdruck, bis 110 °C gedeihen. Sie sind derartig an hohe Temperaturen angepaßt, daß sie bereits unter 80 bzw. 84 °C nicht mehr wachsen, da es ihnen ›zu kalt‹ ist. 26. Bei diesen Temperaturen werden normale (mesophile) Bakterien bereits innerhalb von Sekunden zu Tode verbrüht. Isoliert haben wir *Pyrodictium*-Arten bisher aus seichten und tiefen

Hydrothermalgebieten sowie aus einem ausbrechenden Tiefseevulkan. Zellen von *Pyrodictium* sind scheibchenförmig und durch ein Netzwerk von hohlen Röhren mit 0,03 Mikrometer Durchmesser miteinander verbunden. 27. Die Röhren wachsen aus der Zelloberfläche heraus und verkleben mitein-



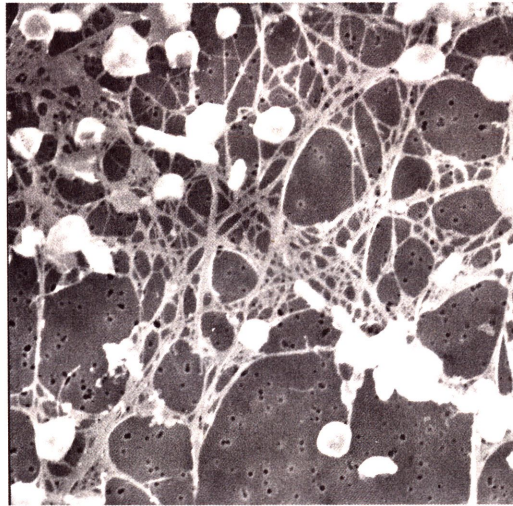
27 Ausschnitt
aus dem ›Feuernetz‹:
Einzelzellen, verbunden mit
Protein-Röhren.
Elektronenmikroskopische
Aufnahme. Pt-Bedampfung.



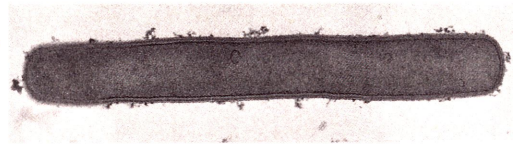
28 *Pyrodictium abyssii*,
Zelle mit Röhren.
Gefrierätzung.
Elektronenmikroskopische
Aufnahme

29

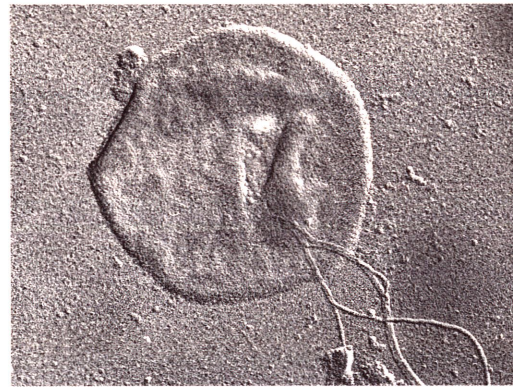
Netzwerk mit scheibenförmigen Zellen von *Pyrodictium occultum*. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme

**30**

Methanopyrus kandleri, stäbchenförmige Zelle. Ultradünnschnitt. Elektronenmikroskopische Aufnahme

**31**

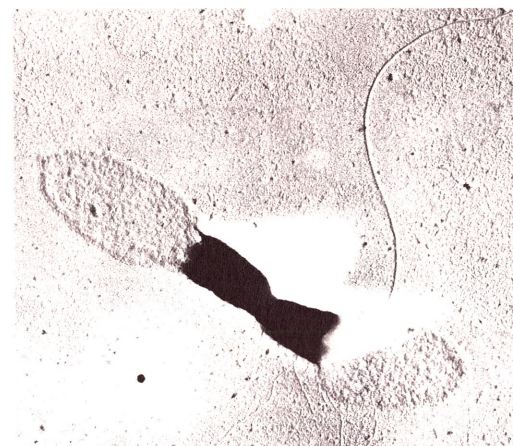
Archaeoglobus fulgidus, Zelle mit Geißeln. Pt-Bedampfung. Elektronenmikroskopische Aufnahme

**32**

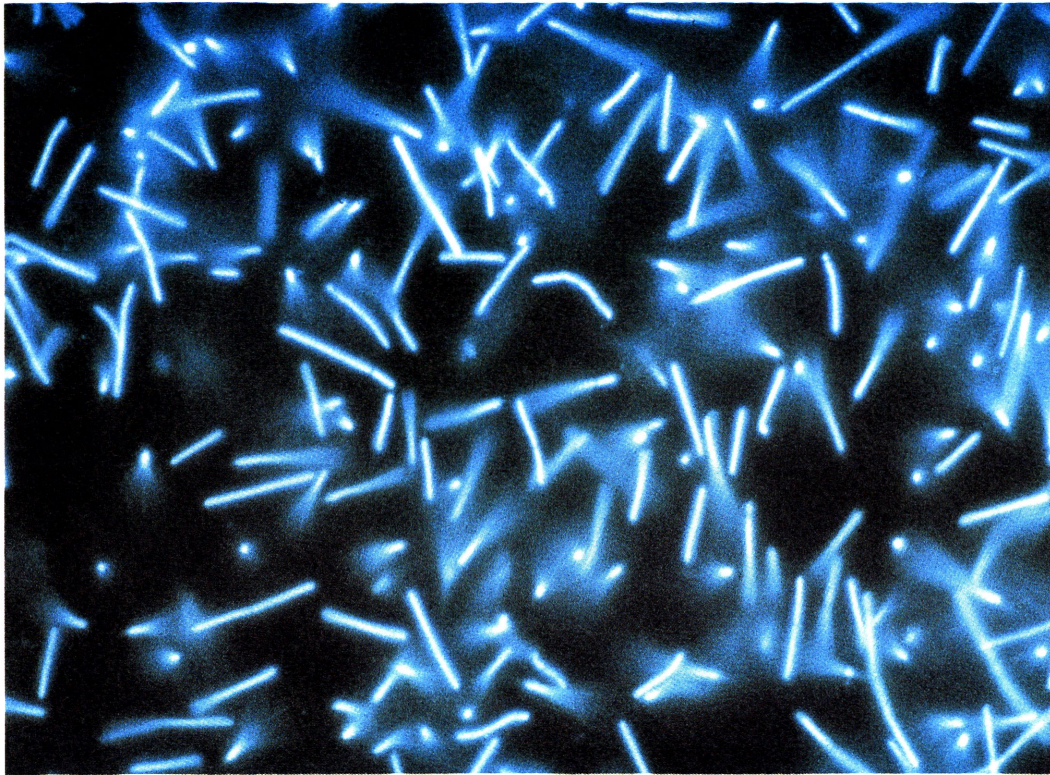
Pyrococcus furiosus, Zelle mit Geißelschopf. Pt-Bedampfung. Elektronenmikroskopische Aufnahme

**33**

Thermotoga maritima, Zelle. Die äußere Hülle (»Toga«) hängt am Ende des Stäbchens ballonartig über. Pt-Bedampfung. Elektronenmikroskopische Aufnahme



ander, so daß große Netzwerke entstehen, in denen die Scheiben sitzen. 28. Sie sind als Häutchen, die den Schwefel überziehen, mit bloßem Auge sichtbar. 29. Die Funktion dieser Netzwerke ist noch unbekannt. Zerbrechen sie (beispielsweise durch Schütteln der Kultur), so sterben die Zellen ab. Vertreter von *Pyrodictium* gewinnen ihre Energie durch Reduktion von Schwefel mit Wasserstoff zu Schwefelwasserstoff. *Methanopyrus* ist ein stäbchenförmiger, strikt autotropher Methangasbildner, der Kohlendioxid mit Hilfe von Wasserstoff zu Methan reduziert. 30. Unter dem UV-Mikroskop zeigt er, ähnlich den anderen Methangasbildnern, eine blaugüne Fluoreszenz. 34. *Methanopyrus* wächst am schnellsten bei 98 °C (50 Minuten Verdopplungszeit; 26). Bei 110 °C beträgt die Zeit für eine Verdoppelung etwa 8 Stunden, während sie bei 85 °C mit 20 Stunden bereits viel länger ist. *Methanopyrus* repräsentiert die tiefste phylogenetische Abzweigung im Stammbaum der Archaeen 2 und wurde von uns aus den aufgeheizten porösen Wänden von »Black Smokers« der Tiefsee erstmals in Kultur genommen. Weitere hyperthermophile Methangasbildner des Meeres sind *Methanococcus jannaschii* und *Methanococcus igneus*, welche die kürzesten Entwicklungslinien innerhalb der *Methanococcales* repräsentieren. 2. Ebenfalls aus dem Meer stammen Vertreter der archaellen Gattung *Archaeoglobus* (»Urkugel« 30), die durch Reduktion von Sulfat zu Schwefelwasserstoff mit Hilfe von Wasserstoff Energie gewinnen. Anstelle von Wasserstoff kann *Archaeoglobus* auch verschiedenste organische Verbindungen wie Ameisensäure, Milchsäure, Zucker, Stärke und Proteine als Energiequelle verwenden, quasi ein »Allesfresser« unter den Archaeen. Er besitzt mehrere Koenzyme, die bisher nur von Methangasbildnern bekannt waren (z.B. Faktor 420; Methanopterin; Methanfuran). Da Faktor 420 im UV-Licht fluoresziert, zeigt *Archaeoglobus* im UV-Mikroskop ebenfalls eine smaragdgrüne Fluoreszenz. In Übereinstimmung mit seiner Koenzym-Ausstattung zweigt *Archaeoglobus* im phylogenetischen Baum inmitten der Methangasbildner ab. 2. Kürzlich konnten wir Vertreter von *Archaeoglobus* erstmals in den 3000 Meter tiefen heißen Ölfeldern der Nordsee und Alaskas finden, wo sie durch Schwefelwasserstoffbildung große Korrosionsschäden verursachen (»Reservoir Souring«). *Thermotoga* und *Pyrococcus* sind scheiben- bis kugelförmige Zellen, die Proteine und Zucker anaerob durch Gärung oder Schwefelatmung abbauen. *Pyrococcus furiosus* (»rasende Feuerkugel«) wächst im Labor sehr rasant mit einer Verdopplungszeit von nur 20 Minuten bei 100 °C, ist beweglich durch einen Geißelschopf und dient als Quelle für verschiedenste Enzyme für zukünftige biotechnologische Verfahren. 31. Viele submarine Hydrothermalfelder enthalten die stäbchenförmigen, mit einer Hülle (»Toga«) umgebenen Bakterienarten *Thermotoga maritima* und *Thermotoga neapolitana*, die als marine Vertreter von *Thermotoga* den hohen Salzkonzentrationen angepaßt sind. 32. Die phylogenetisch tiefste Abzweigung innerhalb der Bakterien repräsentiert *Aquifex pyrophilus* (der »feuerliebende Wasserbildner«), der mit 95 °C derzeit das Bacterium mit der höchsten



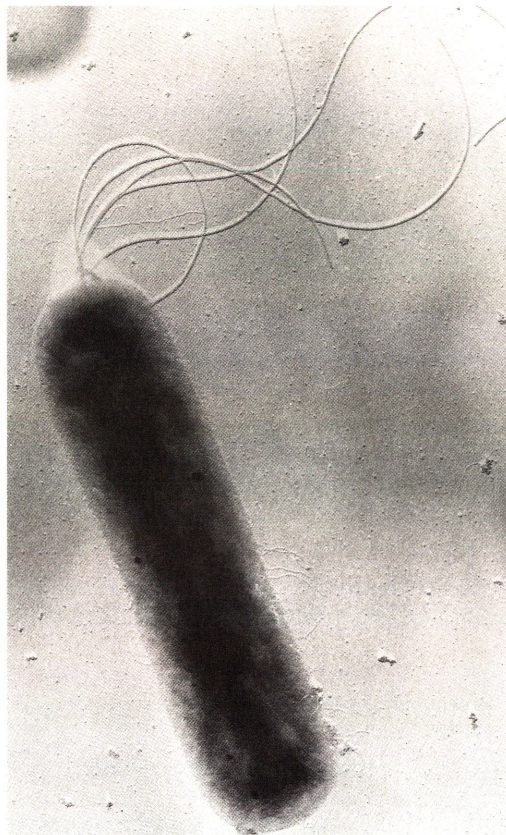
34 *Methanopyrus kandleri*,
Fluoreszenz der Zellen
im UV-Mikroskop
bei 320 nm Wellenlänge.
Lichtmikroskopische Aufnahme

Wachstumstemperatur darstellt. Es handelt sich hierbei um einen stäbchenförmigen Organismus, den wir in 100 Meter Tiefe von einem Hydrothermalsystem des Kolbeinsey-Rückens nördlich von Island gewinnen konnten. **35.** *Aquifex pyrophilus* benötigt zum Wachstum äußerst geringe Konzentrationen von Sauerstoff, wie sie auf der Uerde bereits lokal existiert haben könnten (durch Wasserspaltung mittels energiereicher Strahlung). *Aquifex* gewinnt seine Energie durch Oxidation von Wasserstoff oder Schwefel, wobei Wasser bzw. Schwefelsäure als Endprodukte entstehen.

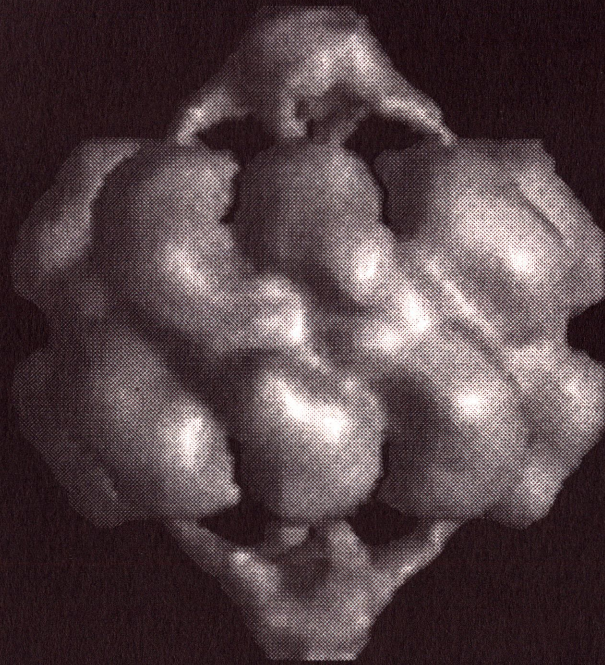
Vorkommen und Verbreitung hyperthermophiler Arten

Die globale Artenverteilung sowie die Verbreitungsmechanismen der Hyperthermophilen sind bisher weitgehend unbekannt. Hyperthermophile bilden keine Sporen (Dauerformen), wachsen nicht bei gemäßigten Umgebungstemperaturen und sind meist strikte Anaerobier. Üblicherweise liegen zwischen den Hochtemperaturgebieten große Strecken von kalten sauerstoffreichen Arealen, welche für die Verbreitung Hyperthermophiler natürliche Barrieren darstellen könnten. Das Auftreten von *Endemiten*, d.h. innerhalb begrenzter geographischer Räume lebender (hyperthermophiler) Arten, erscheint deshalb wahrscheinlich. Um einen solchen Fall könnte es sich bei der außergewöhnlich sauerstoffempfindlichen, nur in Island gefundenen Gattung *Methanothermus* handeln (s.S. 23). Andererseits ist es überraschend, daß dieselben Arten der Anaerobier *Pyrodictium occultum*, *Pyrococcus furiosus*, *Thermococcus celer* und *Archaeoglobus fulgidus* sowohl in Vulcano (Italien) als auch am aktiven Unterwasservulkan Macdonald (Polynesien) vorkommen. Dies zeigt, daß zumindest einige strikt anaerobe Hyperthermophile in der Lage sind, sich über weite Gebiete zu verbreiten. Obwohl systematische Versuche noch fehlen,

scheint Sauerstoff für einige Arten nur bei den hohen Temperaturen, die Wachstum erlauben, giftig zu sein (z.B. bei *Pyrobaculum*). Laborversuche zeigen, daß derartige Hyperthermophile bei niedrigen Temperaturen (z.B. 4 °C) in Gegenwart von Sauerstoff oft jahrelang überleben, so daß sie, beispielsweise nach Vulkanausbrüchen, von Strömungen in der Luft und im Meer verbreitet werden könnten. In Übereinstimmung dazu konnten wir unter Wasser in der bereits abgekühlten Aus-



35 *Aquifex pyrophilus*,
Zelle mit Geißelschoß.
Pt-Bedampfung.
Elektronenmikroskopische
Aufnahme



36 Thermosom von
Pyrodicticum occultum.
Computerrekonstruktion von
Barry Phipps und
Wolfgang Baumeister,
Martinsried

bruchsfahne des Macdonald-Tiefseevulkans die hohen Konzentrationen lebender Zellen von Hyperthermophilen finden (vgl. S. 18).

Prinzipien der Hitzestabilität bei Hyperthermophilen

Wachstumstemperaturen um 100 °C liegen in einem Bereich, in dem Zellbausteine wie Proteine, Nukleinsäuren sowie Membranen von Organismen des gemäßigten Temperaturbereiches meist innerhalb von Sekunden denaturieren und damit zerstört werden. Hyperthermophile zeigen hingegen dort ihr bestes Wachstum und sind deshalb optimal angepaßt. Die Existenz derartiger Organismen wirft eine Reihe von Fragen auf, insbesondere nach den veränderten Bauprinzipien und speziellen Schutzmechanismen, die ein solch »höllisches« Leben erst ermöglichen. Obwohl die meisten Fragen noch offenstehen, lassen sich bereits erste Schlüsse ziehen. So dürfen die Enzymproteine nicht wie das Ei-Protein in kochendem Wasser denaturieren, das heißt, ihre exakte räumliche Überstruktur aufgeben, da sie sonst ihre katalytische Funktion nicht mehr

erfüllen können. Neueste Untersuchungen an gereinigten Enzymen im Reagenzglas zeigen, daß Hyperthermophile zwei Wege gehen, um dies zu erreichen. Manche Enzyme sind ohne weitere Hilfe, d. h. intrinsisch, gegen hohe Temperaturen hitzestabil. Dies ist beispielsweise bei *Thermotoga maritima* der Fall, wie Rainer Jaenicke vom Lehrstuhl für Biochemie der Universität Regensburg zeigen konnte. *Pyrococcus furiosus* **31** besitzt das Stärkespaltungsenzym α -Amylase, das selbst bei 130 °C hitzestabil und somit eines der hitzeresistentesten Enzyme ist, die wir kennen. Interessanterweise sind derartige Proteine aus prinzipiell denselben Aminosäuren aufgebaut wie hitzelabile Enzyme, so daß das Geheimnis mehr in einer veränderten räumlichen Überstruktur zu suchen ist. Andere Enzyme, wie die DNA-abhängige RNA-Polymerase von *Methanopyrus kandleri*, denaturieren in gereinigter Form bereits bei »nur« 80 °C, obwohl sie in der Zelle bei wesentlich höheren Wachstumstemperaturen (110 °C) funktionieren müssen. Hierbei sind zusätzliche Stabilisierungsfaktoren notwendig, bei-

spielsweise erhöhte Ionenkonzentrationen oder unbekannte Hilfsproteine. Kürzlich konnten wir in Zusammenarbeit mit Wolfgang Baumeister vom Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried, bei den Temperaturweltrekordlern *Pyrodictum occultum* sowie *Methanopyrus kandleri* ringförmige molekulare Chaperone-Proteine (»Thermosom« **36**) finden, die 70 Prozent des löslichen Zellproteins ausmachen und wahrscheinlich in der Lage sind, Proteine in ihrer richtigen Faltung festzuhalten und somit zu stabilisieren. Zellen vom *Pyrodictum occultum*, die mit diesem Thermosom angefüllt sind, sind erstaunlicherweise in der Lage, einstündiges Autoklavieren bei 121 °C zu überleben – einer Abtötungsmethode, die bisher als absolut sicher galt.

Auch die Nukleinsäuren der Zellen, insbesondere die DNA-Doppelhelix und die verschiedenen RNAs mit ihren doppelsträngigen Bereichen, müssen vor einer Denaturierung geschützt werden. Normalerweise halten die Wasserstoffbrücken der Doppelhelix höheren Temperaturen nicht stand; der Doppelstrang trennt sich dann in seine beiden Einzelteile. Man sagt, die DNA schmilzt. Der Schmelzpunkt einer DNA liegt um so höher, je mehr Guanin und Cytosin als Bausteine vorhanden sind. Diese beiden DNA-Basen können, wenn sie sich als Paar gegenüberstehen, drei Wasserstoffbrücken miteinander ausbilden. Das andere Basenpaar der DNA, Adenin und Thymin, bringt es nur auf zwei. Dem erhöhten Einbau von Guanin und Cytosin sind allerdings Grenzen gesetzt. Der maximale Anteil liegt bei etwa 80 Prozent, darüber könnte die DNA nicht mehr die erforderliche genetische Information beinhalten. Untersuchungen an Hyperthermophilen zeigen jedoch, daß dort keine auffällig erhöhten GC-Gehalte der DNA vorkommen. Im Gegenteil, die DNA von *Pyrococcus furiosus* liegt beispielsweise mit einem Anteil von nur 38 Prozent GC eher im unterstmöglichen Bereich. Erste Untersuchungen zeigen, daß Hyperthermophile Histone besitzen, die an die DNA binden und eine nahe Verwandtschaft zu denjenigen höherer Lebewesen zeigen. Im Reagenzglas bewahren sie sogar gereinigte DNA mit niedrigem GC-Gehalt vor dem Schmelzen (z.B. Schmelzpunkterhöhung um 30 °C bei *Pyrococcus furiosus*). Eine Hitzestabilisierung der DNA bei extrem hohen Temperaturen scheinen zusätzliche Enzyme zu bewerkstelligen, die den Doppelstrang fester verdrehen (reverse Gyrasen) und somit durch die entstandenen positiven superhelicalen Verdrillungen das Schmelzen der DNA verhindern. Die RNA bei Hyperthermophilen zeigt sehr häufig starke posttranskriptionelle Basenmodifikationen, die für deren Hitzestabilität verantwortlich sein könnten.

Auch kleine Moleküle wie das Koenzym NAD⁺ und der chemische Energiespeicher ATP sind hitzelabil und zeigen bei Temperaturen um 100 °C bereits eine Zerfallsrate von etwa 50 Prozent der Moleküle innerhalb einer Minute. Noch höhere Temperaturen verstärken dann den Effekt dramatisch. Demnach erscheint Leben bei 110 °C bereits als äußerst extrem und ungewöhnlich. Obwohl die Frage nach der allgemeinen obersten Temperaturgrenze von Leben noch unbeantwortet ist, könnte

letztere vielleicht irgendwo zwischen 110 und 150 °C liegen, wo einerseits die kleinen Biomoleküle noch rasch resynthetisiert werden können, andererseits die Bausteine von Makromolekülen wie Aminosäuren noch relativ stabil sind. Es ist eine Herausforderung der Zukunft, nach derartigen faszinierenden Organismen zu suchen.

Biotechnologische Perspektiven

Obwohl die anwendungsbezogene Erforschung der Hyperthermophilen erst am Anfang steht, gibt es bereits eine Reihe hoffnungsvoller Ansatzpunkte für spätere Einsatzmöglichkeiten. Aufgrund der Andersartigkeit dieser Organismen ist es sehr wahrscheinlich, daß sie eine Fundgrube für neuartige Natur- und Wirkstoffe sein werden, beispielsweise für Medizin, Pflanzenschutz oder für die Molekularbiologie. Verschiedene Hyperthermophile wachsen auf Erzen, so daß sie zur Gewinnung von Wertmetallen in heißer Umgebung (z.B. der Tiefe der Erde) eingesetzt werden könnten, andere wachsen auf Schwefelverbindungen des Erdöls sowie der Kohle, so daß sie zu deren Entschwefelung verwendet werden könnten. Viele Hyperthermophile sind in der Lage, Biopolymere wie Proteine, Stärke, Zellulose, Chitin und Fett abzubauen, und besitzen daher extrem hitzestabile Abbauenzyme, die industriell eingesetzt werden könnten (z.B. als Spülmittelzusatz zur Einsparung von Detergenzien, bei der Sirupherstellung sowie bei einer umweltschonenderen Papierherstellung). Wegen des absehbaren großen volkswirtschaftlichen »spin-offs« für neuartige Hochtechnologien der Zukunft wird die Archaeenforschung international in den USA, Japan und Europa gefördert. In Regensburg besitzen wir mit dem derzeit im Aufbau begriffenen Archaeenzentrum bereits die weltweit umfangreichste Sammlung von Hyperthermophilen, die größtenteils aus Eigenisolaten besteht, ferner das derzeit international einmalige Biotechnikum zur Massenkultur dieser Organismen. **20**. In Zusammenarbeit mit Kollegen im Regensburger Archaeenzentrum sowie in anderen Instituten des In- und Auslandes wollen wir die molekularen Grundlagen zum Verständnis der Funktion und Lebensweise hyperthermophiler Organismen erforschen sowie in Zusammenarbeit mit der Industrie nach neuartigen zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten suchen.

Zu Autor und Thema ► Seite 82

Wenn das Herz überlastet ist

Anpassung des Herzmuskels an chronische Drucküberlastung

Bluthochdruck

Auf Dauer haben hohe Blutdruckwerte Konsequenzen für den Zustand des Herzmuskels, die allen Anlaß zu Besorgnis geben. Neue Forschungsergebnisse zeigen im einzelnen auf, auf welch komplizierten Wegen im Herzen verschiedene Anpassungsmechanismen mobilisiert werden – möglicherweise eröffnen diese Erkenntnisse neue Chancen zielgerichteter frühzeitiger Therapie.

Gefährliches Wachstum des Herzmuskels bei Bluthochdruck

Der Bluthochdruck, der etwa 15 Prozent der Bevölkerung betrifft, ist nach der koronaren Herzkrankheit heutzutage die zweithäufigste Todesursache von Patienten mit Erkrankungen des Herz- und Kreislaufsystems. Bei chronischer Druckbelastung des Herzens kommt es im Rahmen eines komplexen Anpassungsvorgangs des Herzmuskels zu einer Wandverdickung des Herzens (Hypertrophie), die auf einem ausgeprägten Wachstum der Herzmuskelzellen beruht. Die Hypertrophie der linken Herzkammer stellt dabei schon für sich genommen einen prognostisch außerordentlich negativen Faktor dar und hat im wesentlichen drei, die Prognose der Patienten entscheidend beeinflussende Konsequenzen:

- Pumpversagen des Herzens (Herzinsuffizienz);
- Koronare Herzkrankheit (Herzinfarkt);
- Plötzlicher Herztod.

Im folgenden sollen neueste Erkenntnisse über die Mechanismen, die zur Hypertrophie des Herzens

führen, dargestellt und mögliche klinische Folgerungen abgeleitet werden.

Die Bedeutung dieser Forschungsergebnisse liegt darin, daß es zum ersten Mal möglich wird, durch Medikamente direkt in den krankhaften Prozeß der Hypertrophie einzugreifen und damit den außerordentlich ungünstigen Krankheitsverlauf zu bessern.

Hypertrophie und Funktion der linken Herzkammer

1892 beschrieb der amerikanische Herzforscher William Osler zum ersten Mal drei Phasen der Herzmuskelhypertrophie nach einer Druckbelastung des Herzens:

– *Entwicklungsphase:*

Beginn der kardialen Hypertrophie,

– *Kompensationsphase:*

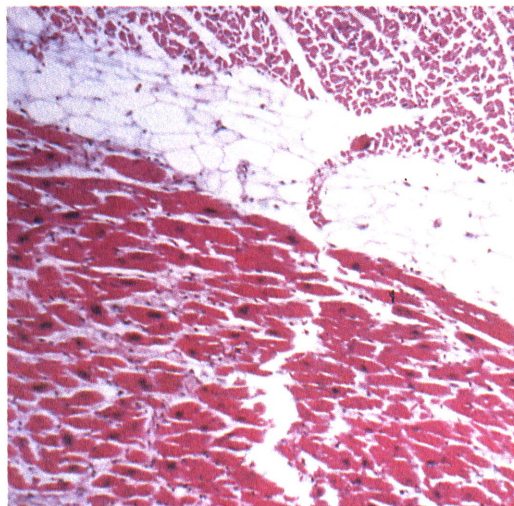
Normalisierung der Wandspannung mit normaler Pumpfunktion der linken Herzkammer,

– *Zusammenbruch der Kompensation:*

Zunehmende Pumpfunktionsstörung mit der Entwicklung einer Herzinsuffizienz (Pumpversagen).

Zahlreiche experimentelle Untersuchungen sowie klinische Daten zeigen, daß die Hypertrophie, jedenfalls anfänglich, die Mehrbelastung des Herzens ausgleicht und die Pumpfunktion der linken Herzkammer bei erhöhter Druckbelastung verbessert. **1.** Da die Herzmuskelzellen in der Phase nach der Geburt die Fähigkeit zur Zellteilung verlieren, erfolgt die Dickenzunahme des Herzmuskels nicht durch Zellvermehrung, sondern durch eine Neubildung von Myofibrillen. Diese sind strukturelle Elemente innerhalb der Herzmuskelzelle, welche durch aktive Verkürzung die mechanische Arbeit leisten. Ihre Zunahme innerhalb der Herzmuskelzelle führt zu einer Verteilung der Herzarbeit über einen größeren Muskelquerschnitt. Hierdurch wird die systolische, d.h. die bei der Kontraktion einsetzende Wandspannung der linken Herzkammer normalisiert. Dies bedeutet, daß die einzelnen Muskelzellen bei der durch den hohen Blutdruck bedingten erhöhten Gesamtleistung des Herzens keinen vermehrten Sauerstoffverbrauch mehr aufweisen. Diese für die Pumpfunktion des Herzens vorteilhafte Anpassung wird allerdings schon in der Frühphase eingeschränkt, und zwar durch eine zunehmende Behinderung der Füllung der Herzkammer, eine schlechtere Sauerstoff- und Energieversorgung sowie eine zunehmende elektrische Instabilität. Bild **2** zeigt die wichtigsten Faktoren, die bei chronischer Drucküberlastung eine Herzinsuffizienz bewirken. Hierbei führen drei Ursachen zu einem chronischen Energiedefizit des Herzens:

1 Histologischer Vergleich von normalem Herzmuskel (oben) und Herzmuskulatur nach langjähriger Druckbelastung des Herzens (unten) mit erheblich verdickten Herzmuskelzellen (rot gefärbt) und deutlicher Zunahme des zwischen den Zellen gelegenen Bindegewebes.



- die Fähigkeit der Herzkranzgefäße, unter maximaler Arbeit des Herzens genügend Blut und damit genügend Sauerstoff bereitzustellen, ist erniedrigt (verminderte Koronarreserve);
- die Dichte der feinen Kapillargefäße, über die der Sauerstoffaustausch mit dem Gewebe stattfindet, ist vermindert;
- die Anzahl der Mitochondrien, der Organellen, die in der Zelle die Stoffwechselenergie bereitstellen, ist herabgesetzt.

Als weiterer nachteiliger Faktor wirkt sich eine zunehmende Vermehrung von Bindegewebe im Herzmuskel aus. In der Folge verschlechtert sich die Füllung der linken Herzkammer. Die durch das Bindegewebe hervorgerufene vermehrte Steifigkeit der linken Herzkammer während der Füllungsphase kann nur durch einen erhöhten Füllungsdruck ausgeglichen werden. Dies wiederum führt zu einem Druckanstieg im Lungenkreislauf, so daß die Patienten, – insbesondere unter Belastungsbedingungen – Atemnot verspüren. Schließlich führen die genannten schädlichen Vorgänge auch zu einer Pumpfunktionseinschränkung in der Auswurfphase des Herzzyklus und damit letztlich zur Herzinsuffizienz.

Diese funktionelle Anpassung des Herzens bei erhöhter Druckbelastung erfolgt sehr rasch. Schon nach wenigen Stunden läßt sich in den Herzmuskelzellen die Neubildung zusätzlicher Myofibrillen nachweisen.

Molekulare Anpassungsmechanismen des Herzens bei erhöhter Druckbelastung

Schon wenige Minuten bis Stunden nach Steigerung der Wandspannung des Herzens bei erhöhter Druckbelastung werden über noch unbekannte Rezeptormechanismen in der Herzmuskelzelle Gene aktiviert. Hierdurch kommt es, vermittelt durch eine verstärkte Synthese der entsprechenden Boten-Ribonukleinsäure (Messenger-Ribonukleinsäure, mRNA), zur Bildung von neuen, die mechanische Arbeit leistenden Eiweißmolekülen innerhalb der einzelnen Herzmuskelzelle.

Gefäßverengende Stoffe

Angiotensin II

Noradrenalin
Serotonin

Endothelin

Argininvasopressin

Epidermal
growth factor

Platelet-derived
growth factor

Gefäßerweiternde Stoffe

Atriales
natriuretisches Peptid

Stickstoffmonoxid
(EDRF)

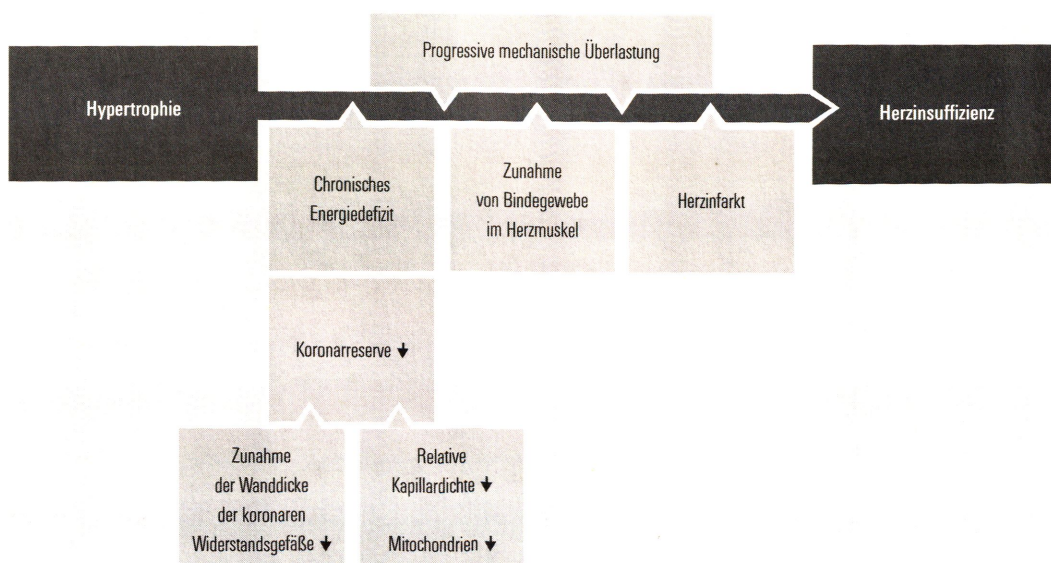
Es gibt Faktoren, welche die Genaktivierung und die anschließenden Syntheseprozesse von Proteinen regulieren können. Dies sind die sogenannten Protoonkogene wie c-fos, c-jun und c-myc. Ihre Funktion ist in der Regulation von Zellwachstum und Zelldifferenzierung zu sehen. Tierversuche haben gezeigt, daß eine plötzliche Erhöhung der Wandspannung des Herzens – beispielsweise durch mechanische Einengung der Hauptschlagader – eine prompte Neubildung der Protoonkogene c-fos, c-jun und c-myc bewirkt. **3**. Dabei spiegelt das Auftreten von c-fos, c-jun und c-myc in der druckbelasteten Herzkammer des Erwachsenen ein Spektrum von Genen wider, das sonst nur im Herzen des ungeborenen Kindes (Fetus) zu beobachten ist. Im nicht druckbelasteten, erwachsenen Herzmuskel werden keine Protoonkogene nachgewiesen.

Das Prinzip der Aktivierung von fetal Genen im druckbelasteten Herzmuskel des Erwachsenen kommt auch auf andere Weise zum Ausdruck. In den Herzmuskelzellen werden Varianten der für die Kontraktion verantwortlichen Moleküle (Isoenzyme) gebildet, die typisch für den Herzmuskel von Feten oder Neugeborenen sind. Dies läßt sich exemplarisch für die Moleküle Aktin und Myosin

2 Neuroendokrine Faktoren und ihre Beziehung zum Zellwachstum

3 Die wichtigsten Faktoren, die bei chronischer Druckbelastung des Herzens zur Entwicklung einer Herzinsuffizienz führen.

Entwicklung zur Herzinsuffizienz



zeigen. So wird bei der Ratte nach einer Druckbelastung von etwa 24 Stunden das herztypische Muskelprotein Aktin durch Varianten (Isoformen) ersetzt, die normalerweise nur in Blutgefäßen bzw. in der Skelettmuskulatur zu finden sind. Diese beiden Isoformen werden sonst nur im Herzen des Ungeborenen und Neugeborenen gefunden. Auch die Bildung von Troponin verschiebt sich bei der Herzinsuffizienz zu fetalen Isoformen. Troponin ist ein Eiweißmolekül, das gleichsam als »Schalter« funktioniert und auf Einwirkung von Calcium hin die Kontraktion der Herzmuskelzelle auslöst. Bei erhöhter Wandspannung des Herzens wird außerdem die Bildung der sogenannten schnellen Myosin-Schwerketten (V1) zugunsten der langsamen Myosin-Schwerketten (V3) reduziert. Dies führt einerseits zu einer Verringerung des Sauerstoffverbrauchs des Herzens, vermindert jedoch andererseits auch seine Leistungsfähigkeit. Verändert wird am hypertrophierten Herzmuskel außerdem die Aktivität der Gene, die Calcium-Transport und Calcium-Bindung in der Herzmuskelzelle regulieren. So nimmt die Konzentration einer spezifischen Boten-Ribonukleinsäure, der sarkoplasmatischen Calcium-ATP-ase-mRNA, um 50 Prozent ab. Dies führt zu einer reduzierten Produktion des wichtigsten Enzyms für den Calcium-Transport während der Füllungsphase des Herzens innerhalb der Herzmuskelzelle. Hieraus resultiert eine Überladung des Zellinneren mit Calcium. Die Folge ist eine verminderte Dehnbarkeit des Herzmuskels in der Füllungsphase des Herzens.

In den späteren Entwicklungsstadien der Herzhypertrophie wird das Bindegewebsgerüst des Herzmuskels komplett umgebaut. Hierbei können ähnliche fetale Muster der Genaktivierung beobachtet werden. So wird unter anderem die fetale Boten-Ribonukleinsäure der Bindegewebsmoleküle Kollagen und Fibronectin im hypertrophierten Herzen in erhöhter Konzentration nachgewiesen.

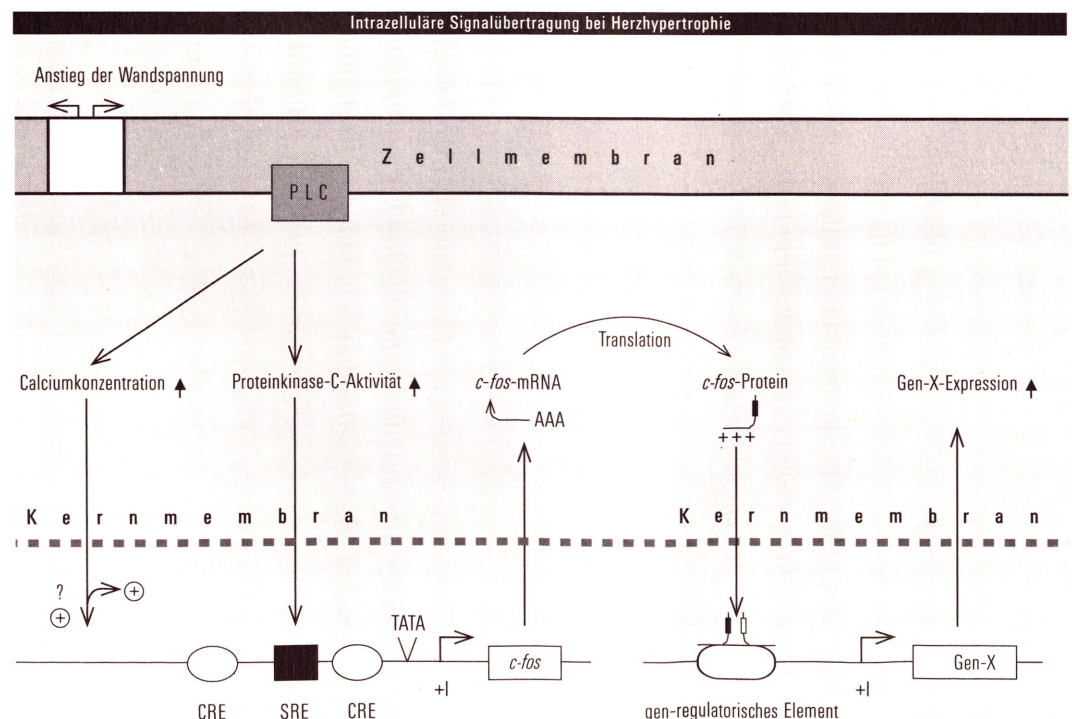
Akute Anpassung des Herzens bei erhöhter Druckbelastung

Sowohl an einem Herzmuskelpräparat als auch an isolierten Herzen konnte gezeigt werden, daß der systolischen Wandspannung während der Auswurfphase des Herzens bei der Proteinbiosynthese eine entscheidende Rolle zukommt. Eine Erhöhung der systolischen Wandspannung führt über einen noch unbekannten Mechanismus zur Aktivierung des Enzyms Phospholipase C. Hierdurch nimmt die intrazelluläre Konzentration von weiteren Faktoren, nämlich Inositolphosphaten und Diacylglycerol, zu. Dies hat wiederum einen Anstieg der intrazellulären Calcium-Konzentration sowie eine Aktivierung von zwei Enzymen zur Folge, nämlich der Proteinkinase C und der MAP 2-Kinase. Die Proteinkinase C verändert eine Reihe von Proteinkomplexen des Zellplasma und beeinflusst so Herzfunktion und Genaktivierung. So wird nach Stimulation der Proteinkinase C eine Aktivierung der schon erwähnten Protoonkogene c-fos und c-jun beobachtet. Die MAP 2-Kinase steigert die Syntheseleistung der Boten-Ribonukleinsäure, ein Phänomen, das auch in der frühen Phase der druckbedingten Hypertrophie des Herzens festzustellen ist.

Chronische Anpassung des Herzens bei erhöhter Druckbelastung

Neuerdings hat ein hormonelles System, das sogenannte Renin-Angiotensin-System, das besondere Interesse der Hypertonieforschung gefunden. Renin ist ein Enzym, das in der Niere gebildet wird und ein in der Leber synthetisiertes Eiweiß, Angiotensinogen, in Angiotensin I umwandelt. Ein weiteres Enzym (Angiotensin-Converting-Enzym, ACE) wandelt dann Angiotensin I in das wirksame Molekül Angiotensin II um. Seit den Experimenten von Tigerstedt und Bergman 1898 weiß man, daß das Renin-System an der Regulation des Blutdrucks beteiligt ist.

5 Dieses Flußdiagramm zeigt ein Modell für die intrazellulären Schritte der Signalübertragung, die nach Steigerung der Wandspannung zu einer Modifikation der Genexpression und damit zur Herzhypertrophie führen können. Über einen noch nicht identifizierten Rezeptor wird die Phospholipase C (PLC) stimuliert, die über Freisetzung des Inositolphosphats IP_3 wiederum die Proteinkinase C aktiviert. Die Proteinkinase C induziert unter anderem die mRNA des Protoonkogens c-fos. Die c-fos-mRNA wird ins Zytoplasma transportiert, dort entsteht c-fos-Protein. Das c-fos-Protein wird dann zurück in den Zellkern transportiert. Dort bildet es mit sich selbst oder c-jun ein Dimer, das wiederum die Ableserate anderer Gene regulieren kann. CRE (cyclic AMP response element) und SRE (serum response element) sind Beispiele für Elemente in der Promotor-Region, die an der Regulation des c-fos-Gens beteiligt sind. Die TATA-Box ist eine Nukleotidsequenz, die von der RNA-Polymerase zum Start der Transkription benötigt wird. AAA steht für den Poly-(A)-Schwanz der messenger-RNA. Gen X steht für noch nicht näher bekannte, durch c-fos regulierte Gene.



1988 konnten wir zum ersten Mal zeigen, daß durch Hemmung des Angiotensin-Converting-Enzyms (ACE) eine erhebliche Verminderung der Hypertrophie der linken Herzkammer erreicht werden kann, ohne daß hierzu eine Druckentlastung des Herzens notwendig ist. Nach mechanischer Einengung der aufsteigenden Aorta (Hauptschlagader) bei Ratten, unmittelbar nach Abgang der Herzkranzgefäße, bildet sich innerhalb von sechs Wochen eine erhebliche Hypertrophie der linken Herzkammer aus. Dabei nimmt die Muskelmasse des Herzens um 50 Prozent zu. Wird die mechanische Einengung der Aorta wieder operativ entfernt, so bildet sich innerhalb der nächsten sechs Wochen die Hypertrophie des Herzens vollständig zurück. Läßt man jedoch die Einengung der Aorta unverändert und behandelt die Tiere über sechs Wochen mit einem ACE-Hemmer, also einem Medikament, welches die Bildung von Angiotensin II verhindert, so bildet sich die Hypertrophie der linken Herzkammer ebenfalls nahezu vollständig zurück. 4 (Seite 32). Die Ergebnisse dieser Experimente legen den Schluß nahe, daß dem Renin-Angiotensin-System bei der Ausbildung und Aufrechterhaltung der Hypertrophie der linken Herzkammer eine entscheidende Bedeutung zukommt.

Wir konnten nachweisen, daß neben dem seit langem bekannten im Blut wirksamen (hormonellen) Renin-Angiotensin-System der Niere ein im Herzen lokalisiertes Renin-Angiotensin-System wirksam ist. So konnte gezeigt werden, daß Angiotensin II im Herzen selbst gebildet werden kann und daß seine Neubildung bei gesteigerter Druckbelastung des Herzens in erhöhtem Maße erfolgt. Die vermehrte Bildung von Angiotensin II aus Angiotensin I im druckbelasteten Herzmuskel wird im wesentlichen dadurch ermöglicht, daß die Herzmuskelzelle mehr Angiotensin-Converting-Enzym synthetisiert.

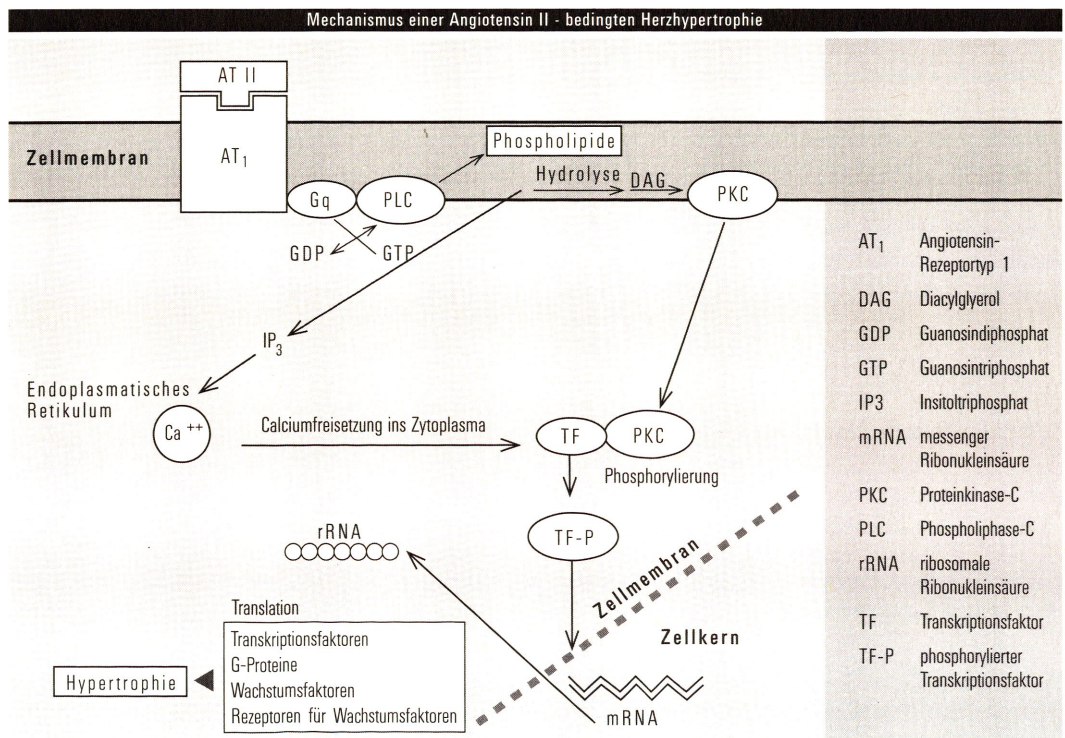
Angiotensin II besitzt am Herzen günstige Eigenschaften, die eine Steigerung der Kontraktionskraft und -geschwindigkeit bewirken. Angiotensin II kann aber auch ungünstigerweise die Füllungs-funktion des Herzens bei Hypertrophie vermindern sowie durch vermehrte Engstellung der Herzkranz-gefäße das Sauerstoffangebot an das Herz reduzieren. Das Flußdiagramm 5 zeigt einen möglichen, zum Teil noch hypothetischen Weg, wie Angiotensin II die Ausbildung einer Hypertrophie des Herzmuskels induzieren könnte. Bild 6 listet weitere Faktoren auf, die das Zellwachstum des Herzens fördern bzw. hemmen können und die möglicherweise bei den oben geschilderten Umbauvorgängen des Herzmuskels eine zusätzlich wichtige Rolle spielen könnten. Wie oben ausgeführt, läßt sich bei der Hypertrophie des Herzens relativ frühzeitig eine Funktionsstörung in der Füllungsphase des Herzzyklus nachweisen. Bedingt wird diese Funktionseinschränkung der Diastole (Erschlaffung und Füllung des Herzens) im wesentlichen durch das Bindegewebsgerüst des Herzmuskels, welches für die Gewebeelastizität von entscheidender Bedeutung ist.

Angiotensin II hat im menschlichen Körper weitere wichtige Aufgaben. So führen erhöhte Angiotensin II-Blutspiegel zu einer vermehrten Ausschüttung von Aldosteron, einem Hormon der Nebennierenrinde, welches für die Natrium- und Kaliumregulation in der Niere von entscheidender Bedeutung ist. Man spricht daher auch vom Renin-Angiotensin-Aldosteron-System.

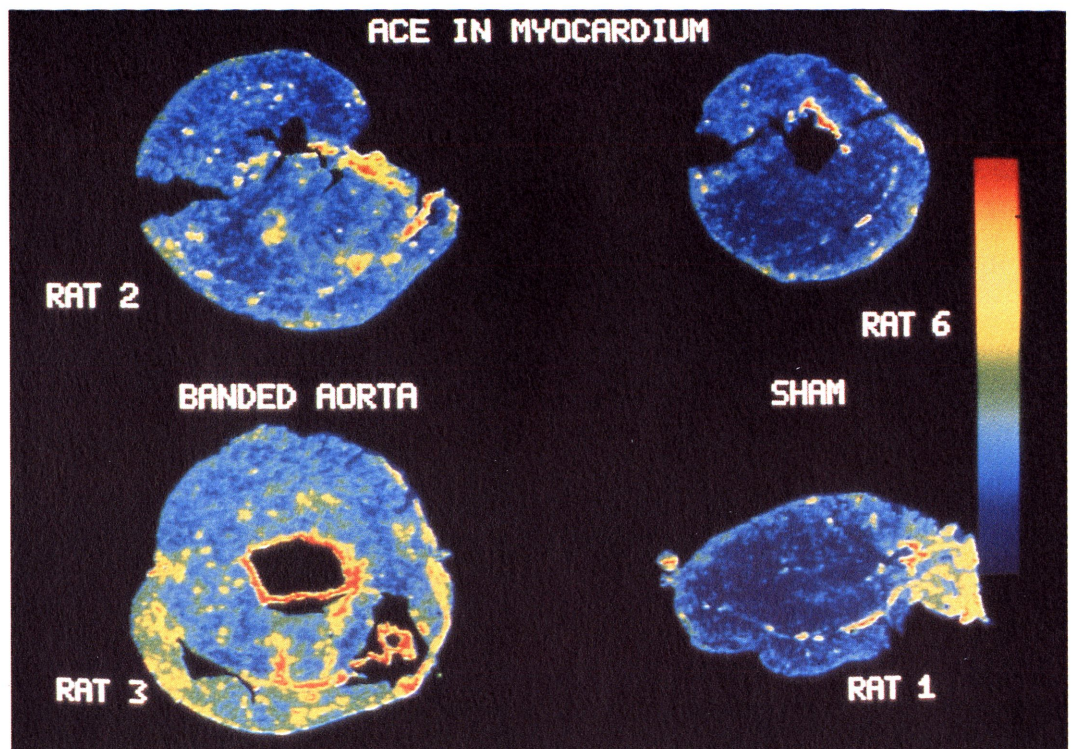
Nach neuesten experimentellen Untersuchungen reguliert das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System die Funktion der Bindegewebszellen des Herzens und damit die Neubildung von Bindegewebsfasern.

Durch In-vitro-Untersuchungen an kultivierten Bindegewebszellen des Herzens konnte eine direkte Wirkung der Hormone des Renin-Angiotensin-

6 Möglicher Mechanismus, über den Angiotensin II eine Hypertrophie der Herzmuskelzelle induzieren könnte.



4 Darstellung der ACE-Aktivität mittels Autoradiographie durch einen radioaktiv markierten ACE-Hemmer im Herzmuskel von Kontroll-Ratten (Sham) und Ratten nach Einengung der Aorta (banded aorta). Bei Hypertrophie der linken Herzkammer nach Einengung der Aorta kommt es zu einer erheblichen Zunahme der ACE-Aktivität im deutlich verdickten Herzmuskel, erkenntlich an der Verschiebung zu Gelb-Rot-Farbtönen. Blaue Farbtöne geben eine niedrige ACE-Aktivität an.



Aldosteron-Systemen auf deren Funktion nachgewiesen werden. Angiotensin II und Aldosteron stimulieren die Neubildung von Bindegewebsfasern durch Bindegewebszellen. Dabei sind Angiotensin II- und Aldosteron-Konzentrationen wirksam, wie sie im Blut bei Patienten mit bestimmten Hochdruckerkrankungen gefunden werden. Somit liegt der Schluß nahe, daß Angiotensin und Aldosteron bei der Entwicklung der Hypertrophie des Herzens eine bedeutende Rolle zukommt, indem sie die Ausbildung des Bindegewebsgerüsts durch Beeinflussung der Aktivität der Bindegewebszellen wesentlich bestimmen. Zusätzlich zur Steigerung der Umbauvorgänge am Bindegewebsgerüst des Herzens senkt Angiotensin II die Aktivität des Enzyms, welches Bindegewebsfasern abbaut (Kollagenase), wodurch der Anteil des Bindegewebes im Herzmuskel noch verstärkt wird. Durch Hemmsubstanzen, sogenannten Angiotensin II- und Aldosteron-Rezeptor-Antagonisten, können die Wirkungen des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems auf die Funktion der Bindegewebszellen aufgehoben werden. So führt die Blockade der Wirkungsorte (Rezeptoren) des Angiotensin II sowohl zu einer verminderten Neubildung von Bindegewebe als auch zu einer Zunahme der Aktivität des Abbaus von Bindegewebsfasern.

Therapeutische Konsequenzen

Die oben dargelegten Erkenntnisse haben eine für die Patienten mit Bluthochdruck wichtige therapeutische Konsequenz: Bei druckbedingter Hypertrophie der linken Herzkammer ist eine frühzeitig einsetzende Behandlung mit dem Ziel einer Blutdrucknormalisierung erforderlich, um den letztlich ungünstigen Anpassungsprozeß der linken Herzkammer zu unterbrechen. Zum einen ist es wichtig, die Drucküberbelastung des Herzens, deren Ursache im wesentlichen in einem Anstieg

des peripheren Widerstands der arteriellen Blutgefäße zu sehen ist, zu reduzieren. Zum andern kommt einer zusätzlichen Blockade regulatorischer Faktoren wie dem Renin-Angiotensin-Aldosteron-System bei der Verminderung der Hypertrophie der linken Herzkammer eine wesentliche Bedeutung zu. So konnte auch bei Patienten gezeigt werden, daß durch spezifische Hemmung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems, z.B. durch ACE-Inhibitoren, die Hypertrophie der linken Herzkammer wirksam vermindert wird. Ferner wurde deutlich, daß sich gleichzeitig die Durchblutung der Herzkranzgefäße normalisiert und die Füllungsfunktion des Herzens mit gleichzeitigem Rückgang der Bindegewebsvermehrung im Herzen verbessert.

Interessant in diesem Zusammenhang ist, daß eine alleinige Blutdrucksenkung zur Rückführung der Anpassungsprozesse der Hypertrophie der linken Herzkammer nicht ausreicht, wie experimentell gezeigt werden konnte. Auch nach völliger Blutdrucknormalisierung mit einem direkt gefäßerweiternden Medikament (z.B. Hydralazin) geht die Hypertrophie nicht zurück. Andere blutdrucksenkende Medikamente vermindern die Hypertrophie der Herzmuskelzelle, lassen jedoch die Umbauvorgänge des Bindegewebes unbeeinflusst oder verstärken diese zusätzlich. Somit kann heutzutage in unterschiedlicher Weise direkt pharmakologisch (z.B. durch ACE-Inhibitoren) in die erst seit kurzem in groben Zügen bekannten Entstehungsmechanismen der Druckhypertrophie des Herzens eingegriffen werden.

Kontrollierte klinische Studien müssen nun zeigen, ob hierdurch auch eine Verbesserung der Prognose der Patienten erzielt werden kann.

Abonnement

Ich möchte **Blick in die Wissenschaft** abonnieren.

Das Abonnement beginnt mit

☐ Heft 4 (Sommersemester 1994)

☐ Heft 3 ☐ Heft 2 ☐ Heft 1

DM 20 Preis pro Jahr (2 Nummern)

DM 14 ermäßigt für Studenten, Schüler 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 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:

.....

Bücherbestellung

U.R. Schriftenreihe der Universität Regensburg

Ich bestelle folgende Bände gegen Rechnung:

DM

<input type="checkbox"/>	U.R. 1	Zwei Jahrtausende Regensburg	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 4	Naturwissenschaftliche Forschung	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 5	Albrecht Aldorfer	19,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 6	Aspekte der Freiheit	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 7	Evolutionstheorie	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 8	Johann Michael Sailer	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 9	Martin Luther	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 10	Gregor Mendel	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 11	Amberg	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 12	Das antike Rom	19,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 13	Chemie	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 14	Mensch und Welt	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 15	Kunst in Hauptwerken	19,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 16	Bistum Regensburg	14,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 17	Hauptwerke der Literatur	19,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 18	Emanzipation	19,80
<input type="checkbox"/>	U.R. 19	Mittelalter	19,80

zusammen:

zuzüglich Versandkosten

(entfällt bei Abholung in der Buchhandlung)

Datum/Unterschrift:

.....

Name/Vorname Auftraggeber:

Bitte
freimachen
0,80

Anschrift:

Antwortkarte

Zeitungs-Zustellung GmbH
Blick in die Wissenschaft

93042 Regensburg

Name/Vorname Auftraggeber:

Bitte
freimachen
0,80

Anschrift:

Antwortkarte

Zeitungs-Zustellung GmbH
Blick in die Wissenschaft

93042 Regensburg

Name/Vorname Auftraggeber:

Bitte
freimachen
0,80

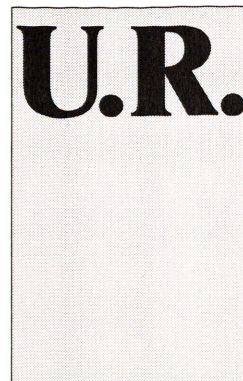
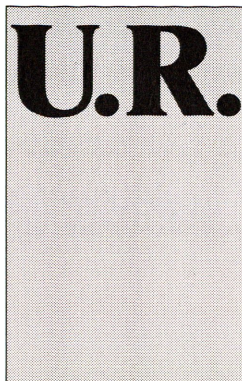
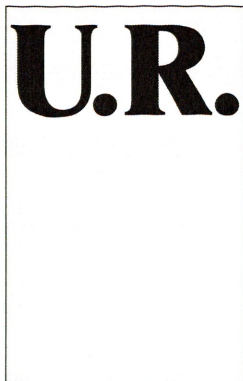
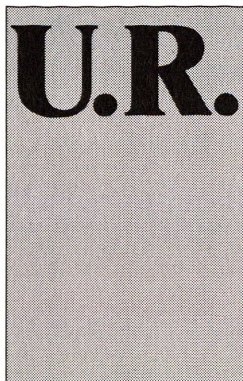
Anschrift:

Antwortkarte

Universitätsverlag Regensburg GmbH
Vertrieb

Margaretenstraße 4

93047 Regensburg

**U.R. 1**

Zwei Jahrtausende
Regensburg
(1979)
ISBN 3-921114-50-0
DM 14,80

U.R. 2

Der Mensch
und seine Umwelt
(1980)
vergriffen

U.R. 3

Regensburg –
Stadt der Reichstage
(1980)
vergriffen

U.R. 4

Naturwissenschaftliche
Forschung
in Regensburgs
Geschichte
(1980)
ISBN 3-921114-53-5
DM 14,80

U.R. 5

Albrecht Altdorfer
und seine Zeit
(1981)
2. Auflage
ISBN 3-921114-54-3
DM 19,80

U.R. 6

Aspekte
der Freiheit
(1982)
ISBN 3-921114-55-1
DM 14,80

U.R. 7

Evolutionstheorie
und ihre Evolution
*Zum 100. Todestag von
Charles Darwin*
(1982)
ISBN 3-921114-56-X
DM 14,80

U.R. 8

Johann Michael Sailer
Theologe, Pädagoge
und Bischof
zwischen Aufklärung
und Romantik
(1983)
ISBN 3-921114-57-8
DM 14,80

U.R. 9

Martin Luther
Eine Spiritualität
und ihre Folgen
Zum Lutherjahr 1983
(1983)
ISBN 3-921114-58-6
DM 14,80

U.R. 10

Von Gregor Mendel
bis zur Gentechnik
*Zum 100. Todestag von
Gregor Mendel*
(1984)
ISBN 3-921114-59-4
DM 14,80

U.R. 11

Ein Jahrtausend
Amberg
Zum Stadtjubiläum 1984
(1985)
ISBN 3-921114-60-8
DM 14,80

U.R. 12

Das antike Rom
in Europa
Die Kaiserzeit und
ihre Nachwirkungen
(1985)
ISBN 3-921114-61-6
DM 19,80

U.R. 13

Chemie –
Risiken und Chancen
(1986)
ISBN 3-921114-62-4
DM 14,80

U.R. 14

Wie sieht und
erfährt der Mensch
seine Welt?
(1987)
ISBN 3-921114-63-2
DM 14,80

U.R. 15

Kunst in Hauptwerken:
Von der
Akropolis zu Goya
(1988)
ISBN 3-921114-64-0
DM 19,80

U.R. 16

1250 Jahre
Bistum Regensburg
(1989)
ISBN 3-921114-65-9
DM 14,80

U.R. 17

Hauptwerke
der Literatur
(1990)
ISBN 3-921114-66-7
DM 19,80

U.R. 18

Emanzipiert und doch
nicht gleichberechtigt?
Lebensräume
von Frauen im Blick
heutiger Forschung
(1991)
ISBN 3-921114-67-5
DM 19,80

U.R. 19

Mittelalter –
Annäherungen an
eine fremde Zeit
(1993)
ISBN 3-9803470-0-1
DM 19,80

U.R. 20

450 Jahre Reformation
in Regensburg
(Frühjahr 1994)
ISBN 3-9803470-1-X

Immunstimulierende Faktoren: Freund oder Feind?

Krebshemmende und krebsfördernde Wirkungen des Tumornekrosefaktors

Krebstherapie

Das Bestreben, Krebs zu heilen, ist schon alt. Biomedizinische Erkenntnisse dieses Jahrhunderts haben jedoch deutlich gemacht, daß es viele Ursachen für die Krebsentstehung und viele Krebsformen gibt. Ein universelles Heilmittel gegen Krebs ist daher nicht zu erwarten. Dennoch wurden solche Hoffnungen in einen körpereigenen Stoff gesetzt, der Tumornekrosefaktor genannt wird. Behandlungsergebnisse mit dem Tumornekrosefaktor, die speziell Tumorzellen, nicht jedoch normale Körperzellen schädigten bzw. sogar zerstörten, schienen diese Hoffnung zu bestätigen. Dieser interessante Faktor, seine antitumoralen und seine biologischen Eigenschaften sollen hier vorgestellt werden.

Geschichte des Tumornekrosefaktors

Schon um die Jahrhundertwende haben Ärzte beobachtet, daß in ganz seltenen Fällen bei bakteriellen Infektionen von Krebspatienten die Blutversorgung in den Krebsknoten zusammenbricht; dann hört unter günstigsten Umständen der Tumor auf zu wachsen, ist der Patient von seinem Tumorleiden geheilt. William Coley, ein Arzt aus New York, setzte diese Beobachtung in ein Therapieschema um. Er verabreichte seinen Patienten eine Mischung, die aus Bestandteilen abgetöteter Bakterien hergestellt wurde, in der Hoffnung, auf diese Weise den Heilungsprozeß einzuleiten, ohne die Patienten der Gefahr einer Infektionskrankheit auszusetzen. Diese Therapie mit ›Coley's Toxin‹ – so wurde die Mischung genannt – hatte ähnliche Folgen wie eine bakterielle Infektion. Fieber und Schüttelfrost stellten sich ein, und bei einigen Patienten verkleinerten sich die Tumorknoten oder verschwanden sogar ganz. Da die Erfolge jedoch unzuverlässig waren und manche Patienten mit lebensgefährlichen, schockähnlichen Reaktionen auf die Therapie ansprachen, wurde dieser therapeutische Ansatz in der Folge durch Bestrahlungstherapie und Chemotherapie ersetzt.

Wenn auch das Interesse an einer Krebstherapie mit bakteriellen Substanzen in der Praxis zum Erliegen kam, wurde der Gedanke in den Forschungslaboratorien weiter verfolgt. Systematische Tierversuche in den dreißiger und vierziger Jahren ergaben: Das körpereigene Abwehrsystem, das Immunsystem, wurde durch bestimmte bakterielle Bestandteile so aktiviert, daß die von Coley und

anderen Ärzten beobachtete Tumorheilung eintrat. Die dafür verantwortlichen Bakterienbestandteile (Lipopolysaccharide) wurden durch zahlreiche Untersuchungen charakterisiert, und endlich, im Jahr 1975, wurde der Stoff im Serum entdeckt, dessen Produktion durch diese bakteriellen Wirkstoffe im Körper hervorgerufen wurde. Wenn dieser Stoff anderen tumortragenden Tieren verabreicht wurde, zeigte sich das typische Bild der Tumornekrose, das heißt, der Tumor färbte sich infolge innerer Blutungen in kurzer Zeit schwarz, das Gewebe starb ab (Nekrose) und trocknete ein. **1**. Daher erhielt der Stoff, der dies bewirkte, den Namen ›Tumornekrosefaktor‹ oder ›TNF‹.

Da die tumorzerstörende Wirkung von TNF in zahlreichen Tierversuchen sehr beeindruckend war, wurden große Anstrengungen unternommen, diese Substanz in genügender Menge für die Krebstherapie verfügbar zu machen. Schon fünf Jahre nach der Entdeckung gelang es, TNF auf molekularbiologischem Wege in beliebiger Menge herzustellen. Nun stand der Untersuchung der biologischen Wirksamkeit nichts mehr im Wege. Die Zahl der Veröffentlichungen über TNF stieg sprunghaft an, zumal das Ziel, ein Krebsheilmittel, das vom Organismus selbst zur Krebsabwehr eingesetzt wurde, in der Hand zu haben, zum Greifen nahe schien.

Andere Forschergruppen beschäftigten sich zur gleichen Zeit mit einem scheinbar völlig anderen Stoff, den sie ›Kachektin‹ nannten. Dieser Stoff war für die Kachexie (den lebensbedrohlichen Abbau von Fett- und Muskelgewebe) bei parasiteninfizierten Tieren verantwortlich und in deren Blut nachweisbar. In der Zeit vor Verfügbarkeit der molekularbiologischen Technologie hätte es langwieriger Strukturaufklärung bedurft, um Tumornekroseforscher und Kachexieforscher auf den Gedanken zu bringen, Tumornekrose und Kachexie könnten zwei Wirkungen ein und desselben Moleküls sein. Die Methoden der Biochemie und Molekularbiologie haben jedoch zu einer ungeahnten Beschleunigung der Strukturaufklärung geführt. Da die für Kachexie und Tumornekrose verantwortlichen Moleküle sich als robuste Proteine erwiesen, konnte relativ schnell durch Vergleich der Strukturen die Identität von TNF und Kachektin festgestellt werden. Wie im Falle einer chronischen Parasiteninfektion kann auch ein Krebsleiden eine dauernde Stimulierung des Immunsystems darstellen, und so läßt sich die häufig beobachtete Auszehrung im Endstadium

von Krebspatienten mit einer Überproduktion von TNF/Kachektin in dafür wichtigen Organen erklären.

Ruft man sich die Wirkungen von TNF/Kachektin in Erinnerung, so wundert es nicht, daß bald der Verdacht aufkam, man könne es bei dem Antitumorstoff TNF unter Umständen mit einem zweiseitigen Schwert zu tun haben. Wie schwierig dieser Wirkstoff des Immunsystems schon für dieses selbst zu handhaben ist – und erst recht für eine therapeutische Anwendung –, wird im weiteren klar werden.

Die Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen machen deutlich, daß der Tumornekrosefaktor nicht nur ein Antitumorstoff des Immunsystems, sondern eine biologisch hochaktive Substanz mit vielen Wirkungen ist. TNF ist ein zentraler Botenstoff im Immunsystem, der eine wichtige Rolle bei der Regulation von Immunreaktionen spielt.

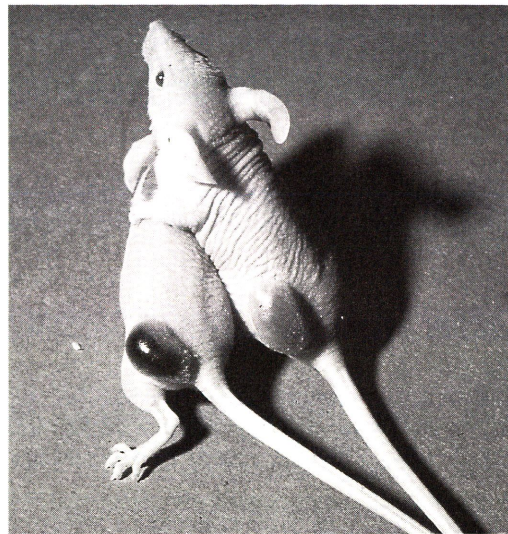
Die Struktur des Tumornekrosefaktors (TNF)

Der menschliche Tumornekrosefaktor besteht aus einer Eiweißkette, die so gefaltet ist, daß drei dieser Ketten sich eng zusammenlagern und dadurch die Form eines Kegels annehmen. **2**. Diese Kegelform, bestehend aus drei identischen TNF-Einheiten, wirkt auf Zellen, wie zum Beispiel Tumorzellen, indem sie sich auf drei TNF-Bindungsstellen (Rezeptoren) setzt, mit der Kegelspitze voraus in Richtung Zelloberfläche. **3**. Erst durch den gleichzeitigen Kontakt des TNF-Kegels mit drei Rezeptoren wird in der Zelle ein Signal abgegeben, das entweder im Falle von Tumorzellen zum Tod der Zellen führt oder andere Zielzellen zu den spezifischen Leistungen (Abgabe von Wirkstoffen, Wachstum) bewegt, deren sie fähig sind.

Es gibt zwei verschiedene Typen solcher TNF-Rezeptoren. Sie sind auf den Membranen fast aller Zellen des Organismus zu finden. Eine genaue Vorstellung darüber, welche Signale über welchen Typ TNF-Rezeptor abgegeben werden, hat man noch nicht. Auch ist noch unklar, warum verschiedene Zelltypen unterschiedlich auf die Besetzung der TNF-Rezeptoren durch TNF reagieren und warum gerade manche Tumorzellen so empfindlich für die zellzerstörerische Wirkung von TNF sind.

Entzündungsverstärkende Stoffe

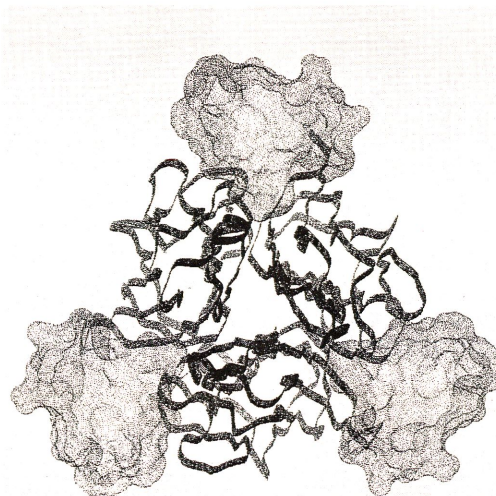
Der Organismus reagiert stereotyp auf jede Art von Störung des physiologischen Gleichgewichts mit einer Entzündungsreaktion. Das heißt, es laufen Reaktionen ab, die dafür sorgen sollen, daß möglichst schnell Verletzungen geheilt werden, Fremdkörper entfernt oder unschädlich gemacht werden und das Gleichgewicht eines gesunden Zellverbandes wieder hergestellt wird. Bei der Auslösung und Steuerung einer solchen Entzündungsreaktion ist TNF maßgeblich beteiligt. TNF wird sowohl von Zellen gebildet, die an vorderster Front bei einer Entzündungsreaktion stehen (Makrophagen, Monozyten, Granulozyten und Mastzellen als unspezifischer Arm der Immunabwehr), als auch von Zellen, die später kommen, wenn die noch relativ ungerichtete Entzündungsreaktion in eine gezielte Immunreaktion übergeht (T-Lymphozyten



1 Die Wirkung von TNF auf Tumore. Der Tumor der linken Maus ist infolge der TNF-Behandlung, die 24 Stunden zuvor erfolgte, schwarz verfärbt im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle rechts.



2 Bandförmige Darstellung der Kristallstruktur des TNF-Komplexes, der aus drei TNF-Einheiten besteht.



3 Darstellung der Kristallstruktur des Rezeptorkomplexes mit TNF. Die bandförmigen drei TNF-Einheiten (dunkel) sitzen eingeklemmt in drei TNF-Bindungsstrukturen.

und B-Lymphozyten als Träger der spezifischen Immunabwehr). Dadurch, daß TNF sowohl in der unspezifischen als auch in der spezifischen Immunabwehr eine wichtige Rolle spielt und sowohl bei kurzen heftigen Infektionsabläufen (z.B. Bakterien im Blut oder Bauchraum) als auch bei langandauernden Auseinandersetzungen (z.B. Parasiteninfektionen, chronische Entzündungen) zum Einsatz kommt, wird TNF auch immer gefunden, sobald irgendwo das Immunsystem aktiviert wird. Da die Zellen des Immunsystems allgegenwärtig sind, kann entsprechend TNF auch in fast allen Geweben und Organen bei Aktivierung des Immunsystems nachgewiesen werden. Nicht nur die Zellen des Immunsystems bilden TNF, sogar die Keratinozyten der Haut reagieren auf UV-Licht mit langandauernder TNF-Produktion, was zu einem nicht unerheblichen Teil die Symptome des Sonnenbrandes ausmacht.

Um einen Eindruck von der Vielfalt der Einzelaktionen von TNF zu vermitteln, seien hier einige beispielhaft aufgeführt:

- TNF aktiviert Makrophagen. Makrophagen gehören zu der oben erwähnten unspezifischen Immunabwehr. Wenn sie entsprechend aktiviert sind, greifen sie alles an, von parasitischen Würmern über Pilze, Einzeller, Tumorzellen, Bakterien, Mykoplasmen, Chlamydien bis hin zu anorganischem Material wie Kieselgel, und beseitigen es. Makrophagen sind außerdem die bedeutendsten Produzenten von TNF, das wiederum weitere Makrophagen und Granulozyten anlockt, die ihrerseits noch mehr TNF produzieren können.
- TNF aktiviert Endothelzellen. Diese kleiden die Blutgefäße aus und erlauben, sobald sie z.B. durch TNF aktiviert werden, daß Blutzellen (z.B. Monozyten/Makrophagen, Granulozyten, Lymphozyten) und Plasmabestandteile die Blutgefäße verlassen und im Gewebe Bakterien bekämpfen, die etwa durch eine Verletzung eingedrungen sind. Die Aktivierung der Endothelzellen kann auch das Gerinnungssystem starten, das bei Verletzungen Blutungen zum Stillstand bringt. Die Auflösung von Blutgerinnseln (Fibrinolyse) wird von TNF gehemmt.
- TNF ruft Fieber hervor und senkt den Blutdruck. Die Folgen einer TNF-Überproduktion (wozu es zum Beispiel in Folge einer unkontrollierbaren bakteriellen Infektion kommen kann) sind Fieber, Blutdruckabfall, Organversagen und möglicherweise der Tod. Diese Reaktion wird als septischer Schock bezeichnet.

Diese wenigen Beispiele deuten schon an, daß die TNF-Freisetzung streng kontrolliert werden muß, damit es nicht zur Eskalation und Katastrophe wie im septischen Schock kommt. Im Falle einer solchen Überreaktion setzen Granulozyten und Makrophagen gefährliche Mengen an Enzymen, Sauerstoffradikalen und Stickoxidradikalen frei, die nicht nur antimikrobielle Wirkung haben, sondern auch normales Gewebe schädigen. Die Endothelschicht der Blutgefäße wird durch TNF undicht, d.h. bei gleichzeitiger Blutgerinnung können Gewebebereiche von der Blut- und damit Sauerstoffversorgung abgeschnitten und dadurch zerstört werden. Dabei läßt sich die Grenze

zwischen Nutzen und Schaden durch TNF nicht immer klar ziehen. Bei der Auseinandersetzung mit Bakterien ist TNF zum Schutz des Organismus erforderlich.

Rettung oder Tod

Klinische Studien zeigen, daß trotz Einsatz modernster Methoden immer noch viele Patienten an Infektionen der Bauchhöhle, wie sie etwa nach Darmoperationen auftreten können, sterben. Es schien uns daher erstrebenswert, diese Methoden durch Ergebnisse aus der Grundlagenforschung zu verbessern.

Zunächst galt es, die grundsätzliche Frage zu klären, ob das Immunsystem durch die Produktion entzündungsverstärkender Stoffe dem Patienten schadet oder hilft. Da TNF einen der wichtigsten Entzündungsstoffe darstellt, wurde deshalb die Rolle von TNF untersucht. In einem Modellsystem für bakterielle Infektionen in der Bauchhöhle zeigten wir, daß TNF für das Überleben der Versuchstiere notwendig ist. Um festzustellen, ob ein Stoff für einen bestimmten Effekt verantwortlich ist, kann man den Stoff entfernen und so eindeutig klären, ob eine vermutete Funktion wirklich von der Verfügbarkeit dieses Stoffes abhängt. Mit einem von uns entwickelten Antikörper gegen TNF der Maus kann TNF im Versuchstier ausgeschaltet werden. Wenn im Infektionsmodell das körpereigene TNF durch Antikörper gegen TNF unwirksam gemacht wird, sterben die Tiere. In diesem Modell scheint eine wichtige Wirkung von TNF darin zu bestehen, daß Verklebungen im Bauchraum durch TNF hervorgerufen werden. Diese grenzen die Ausbreitung der Bakterien ein, so daß dadurch die Bakterien den Organismus nicht überschwemmen können. Diese Verklebungen sind von einer Aktivierung des Gerinnungssystems abhängig. Die Aktivierbarkeit einzelner Komponenten des Gerinnungssystems durch TNF wird derzeit untersucht. Gleichzeitig gehen wir der Frage nach, ob andere Entzündungsstoffe oder andere TNF-Wirkungen in dieser Abwehrreaktion des Körpers gegen die Infektion ebenfalls eine Rolle spielen. Unsere Ergebnisse zeigen jedoch deutlich, daß TNF-Bildung in diesem Fall als Schutzreaktion des Organismus angesehen werden muß. TNF wird lokal gebildet und muß lokal wirksam werden, damit der unspezifische Arm des Immunsystems in Gestalt der aktivierten Makrophagen und Granulozyten die Gefahr der bakteriellen Infektion beseitigen kann.

Strukturen auf der Oberfläche von Bakterien (z.B. Lipopolysaccharid) lösen die TNF-Produktion aus, was ja von Coley für die Herstellung von ›Coley's Toxin‹ ausgenutzt wurde. Falls sich jedoch die Bakterien schneller ausbreiten als das Immunsystem sie beseitigen kann, können die Bakterien durch ihre bloße Anwesenheit eine derartige TNF-Lawine auslösen, daß der Wirt innerhalb kurzer Zeit im septischen Schock stirbt. Neutralisiert man in einer solchen Situation TNF durch Antikörper, dann überlebt der Wirt – vorläufig zumindest in experimentellen Systemen. Das bedeutet, daß in diesem Fall nicht etwa bakterielle Gifte zum Tode führen, sondern eine Über-

reaktion des Immunsystems. Bei einer klinischen Anwendung von Antikörpern gegen TNF ist daher immer zu überlegen, ob der Körper noch auf TNF angewiesen oder schon von TNF bedroht ist.

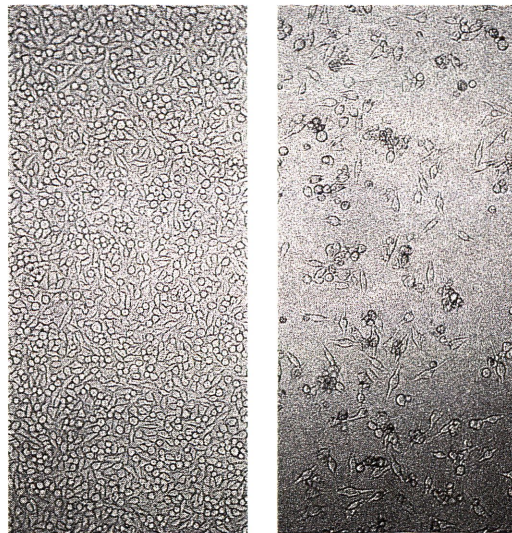
Der Tumornekrosefaktor ist nicht der einzige Entzündungsstoff, er gehört zu einer Gruppe von Faktoren. Diese gleichen sich zwar in ihrer Aufgabe und auch in Teilbereichen ihrer Wirkungen, sind jedoch von der Struktur her völlig unterschiedlich. Auch wirkt jeder Faktor über eigene, ganz spezifische Rezeptoren. Nur über ein solches Netzwerk kann sichergestellt werden, daß eine funktionierende Entzündungsreaktion aufgebaut wird, diese jedoch nach Bereinigung der gefährlichen Situation als Folge einer Gegenreaktion wieder abklingt.

Gerade darin liegt nämlich die Gefahr dieser biologisch so wirksamen Entzündungsstoffe: Sie müssen schnell und stark wirksam sein, um zu funktionieren, dürfen dabei jedoch gesundes Gewebe und seine Funktionen nicht zerstören. Dieses Ziel wird dadurch erreicht, daß TNF und die anderen Entzündungsfaktoren nur vorübergehend, lokal und in wohl dosierter Menge produziert werden. Bei unkontrollierten, überschießenden Reaktionen, bei denen größere Mengen dieser Faktoren über zu lange Zeit wirksam sind, sind Gewebsschädigungen, Funktionsstörungen der betroffenen Organe und sogar der Tod des gesamten Organismus die möglichen Folgen.

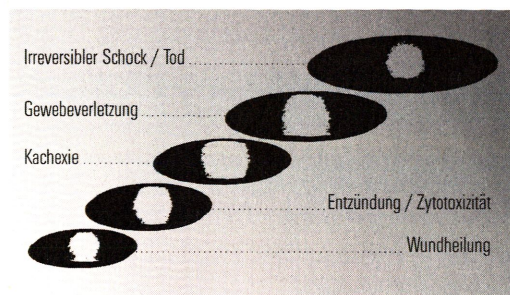
TNF in der Krebstherapie

Zunächst dachte man, daß TNF Tumorzellen ganz gezielt abtöte und dies seine krebsthemmende Eigenschaft ausmache. Man mußte jedoch bald erkennen, daß TNF zwar gezielt Krebszellen in der Zellkultur töten kann, **4** seine tumorzerstörende Wirkung im Patienten jedoch andere Gründe hatte. Es kann in geeigneten Versuchsmodellen gezeigt werden, daß Krebs heilbar ist, wenn man TNF in genügend hoher Konzentration an empfindliche Tumorzellen heranbringt. Bei diesen Versuchen muß jedoch sehr darauf geachtet werden, daß die starken Nebenwirkungen, wie Blutdruckabfall und Fieber, die sich beim Verabreichen größerer TNF-Mengen einstellen, kontrolliert und beherrscht werden können. Mit TNF als zentralem Faktor der Entzündungsreaktion sind derartige Wirkungen nicht zu vermeiden, sobald der Organismus damit überschwemmt wird. Fieber, Schock und Tod waren schon die gefährlichen Nebenwirkungen, die bei »Coley's Toxin« festgestellt wurden. **5**.

Es muß daher das Ziel sein, die Wirkungen von TNF möglichst auf die Tumorzellen zu konzentrieren, ohne den gesamten Organismus zu belasten. Um dies zu erreichen, wird derzeit versucht, an Armen oder Beinen lokalisierte Tumore mittels Isolationsperfusion mit TNF zu behandeln. Dabei wird der Blutkreislauf des betroffenen Armes oder Beines vom Kreislauf des übrigen Körpers getrennt und mit einer Pumpe aufrechterhalten. Es lassen sich so ohne Gefahr für empfindliche Organe Konzentrationen an TNF kombiniert mit anderen Arzneimitteln erreichen, die, körperweit (systemisch) verabreicht, tödlich wären. Die posi-

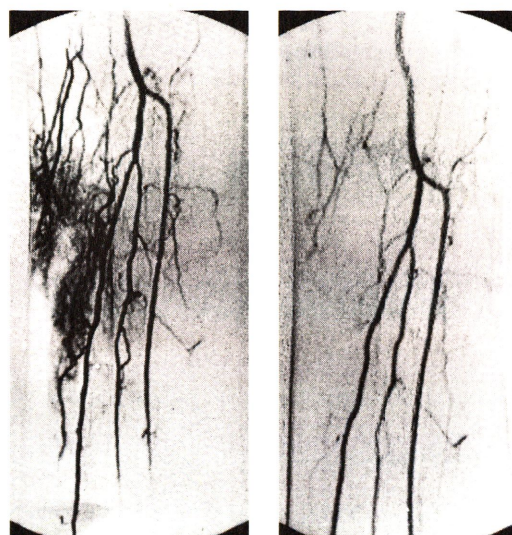


4 Wirkung von TNF auf Tumorzellen in Zellkultur. Links bilden die Tumorzellen einen gleichmäßigen Zellrasen, während rechts die meisten Zellen durch TNF getötet sind.



5 Biologische Wirkungen von TNF entsprechend den zunehmenden Gewebskonzentrationen

tiven Ergebnisse einer derartigen Behandlungsweise sind zuverlässig und ebenso überzeugend wie die vereinzelt ursprünglichen Beobachtungen der Tumornekrose. TNF scheint dabei hauptsächlich auf das Gefäßsystem im Tumor zu wirken und dort die Gefäße zu zerstören, die den Tumor versorgen. **6**. Es ist aus vielen Versuchen bekannt, daß TNF starke Wirkung auf die Zellen, die die Gefäße auskleiden, ausübt und auch in das Blutgerinnungssystem eingreift, so daß es zur Gerinnung kommt. Die Folge der Gefäßzerstörung im Tumorbereich ist ein Absterben der Tumorzellen, da deren Versorgung nicht mehr gewährleistet ist. Außerdem können natürlich auch alle die Wirkungen, die TNF als Entzündungsstoff bei der Aktivierung anderer Abwehrmechanismen und Abwehrzellen hat, bei dieser Behandlung zum Tragen kommen.



6 Darstellung der Blutgefäße in einem Tumor links: vor, rechts: nach 7 Tagen Isolationsperfusionsbehandlung mit einer TNF-Kombinationsbehandlung. Normale Gefäße blieben erhalten; Gefäße im Tumorbereich sind zerstört.

Bei dieser Isolationsperfusionsmethode wurde die Erkenntnis in die Tat umgesetzt, daß ein so stark wirksamer Stoff wie TNF nur gezielt lokal eingesetzt werden darf, um die Nebenwirkungen gering zu halten. Allerdings ist die Frage noch offen, warum nur die Tumorgefäße und nicht die normalen Gefäße durch TNF so stark geschädigt werden. Hier bietet sich jedoch unabhängig von der Klärung dieser Frage eine hoffnungsvolle Behandlungsmethode für Krebs an, vorausgesetzt, die Tumore sind an den Extremitäten lokalisiert.

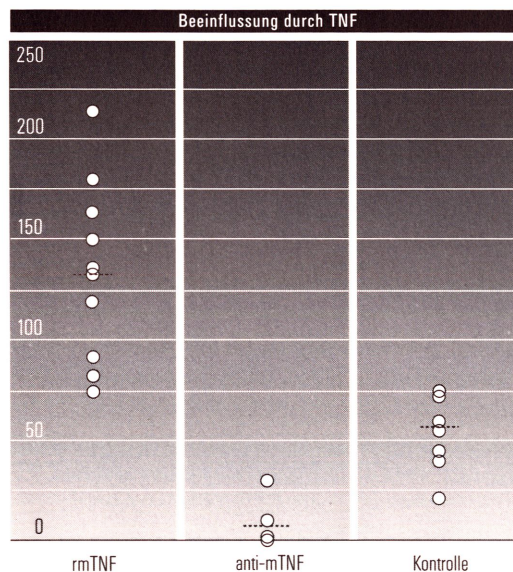
TNF und Bildung von Krebsmetastasen

Eine Reihe anderer Beobachtungen hinsichtlich der möglichen TNF-Wirkungen legte ebenfalls nahe, eine Behandlung mit TNF, welche den gesamten Organismus miteinbezieht, mit Vorsicht zu betrachten. Unsere Untersuchungen zeigen, daß unter den vielen verschiedenen Wirkungen von TNF, die darauf angelegt sind, eine

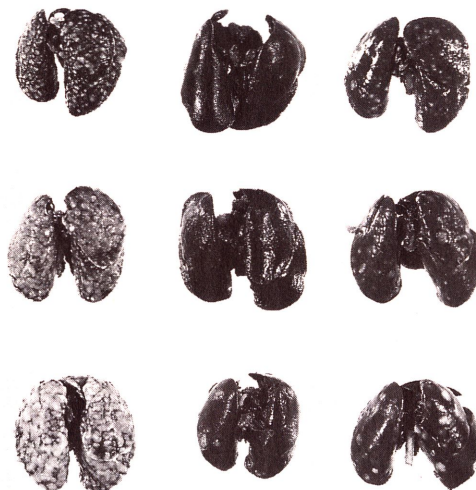
wirksame Entzündungsreaktion ablaufen zu lassen, auch solche Wirkungen sind, die ein Eindringen von Krebszellen, die in der Blutbahn zirkulieren, in umliegende Gewebe fördern. Die zirkulierenden Krebszellen stammen von einem Tumor, der irgendwo im Körper wächst. Diesen Tumor kann man im günstigen Fall durch entsprechende Behandlungsformen oder chirurgisch entfernen. Einzelne oder mehrere Tumorzellen verlassen jedoch schon relativ früh den ursprünglichen Tumor und gelangen in den Kreislauf. Dort werden sie im günstigen Fall von Abwehrzellen des Immunsystems getötet, oder aber sie heften sich an die Gefäßwände und dringen in das dahinterliegende Gewebe ein. Dort können sie sich zu einem neuen Tumor entwickeln (Metastase). Da ein solcher Vorgang wie die Metastasenbildung von Tumoren sehr vielschichtig ist und viele Zelltypen, Faktoren und Reaktionsschritte daran beteiligt sind, muß man zuerst in Tiermodellen die entscheidenden Punkte herausfinden. Diese wesentlichen Punkte können dann wieder in Zellkulturstudien weiter untersucht und bearbeitet werden. Unsere Studien machten deutlich, daß TNF das Metastasenwachstum fördern kann. Wird einerseits körpereigenes TNF durch Antikörper unwirksam gemacht, ist die Absiedelung der Tumorzellen in das Lungengewebe im Tiermodell deutlich verringert. Wird andererseits die TNF-Bildung noch zusätzlich im Tiermodell angeregt oder TNF verabreicht, dann steigt die Zahl der Metastasen in diesem Tumormodell 7. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, daß der beobachteten TNF-Wirkung in diesen Versuchen ein verstärktes Anheften der Tumorzellen an die Gefäßwand und ein erleichtertes Durchtreten der Tumorzellen durch die Gefäßwand zugrunde liegt. Wie dieser Vorgang gezielt gehemmt werden kann, ist der Inhalt von Tierexperimenten und, wann immer es möglich und sinnvoll ist, von Zellkulturstudien.

Durch die Analyse der Vorgänge in Tiermodellen und an Zellkulturen hoffen wir, Erfahrungen sammeln zu können, die es uns ermöglichen, diese Frage zu klären, in Zusammenarbeit mit den Klinikern auf sicherem und ungefährlichem Wege. Da mit zirkulierenden, vom ursprünglichen Tumor abgelösten Tumorzellen immer gerechnet werden muß, birgt diese, die Metastasenbildung fördernde Wirkung bei einer TNF-Therapie eine große Gefahr in sich. Solange der genaue Mechanismus dieser Wirkung nicht untersucht ist und solange nicht erprobt wurde, ob man unter Erhalt der antitumoralen TNF-Wirkung diese metastasenfördernde TNF-Wirkung verhindern kann, scheint uns eine TNF-Behandlung nicht sicher genug zu sein. Diese Warnung gilt nicht nur für eine direkte therapeutische Anwendung von TNF, sondern umfaßt auch Methoden, bei denen durch Stimulierung des Immunsystems die Abwehr gestärkt werden soll, sofern diese Methoden mit einer körpereigenen Produktion von TNF einhergehen.

7 Graphische Darstellung der verstärkten Bildung von Metastasen durch TNF-Behandlung (rmTNF) und der verringerten Metastasenbildung nach TNF-Hemmung durch Behandlung mit Antikörpern gegen TNF (anti-mTNF) in einem experimentellen Tumormodell.



Verstärkte Bildung von Metastasen durch TNF-Behandlung in den Lungen der Tiere in einem experimentellen Tumormodell.





8 Wo manche Betrachter
Teufelsfratzen sehen,
erkennen andere
liebliche Engelsgestalten.
Auch beim TNF
kommt es auf den Blickwinkel an.

Ausblick

Das Immunsystem produziert Stoffe wie den Tumornekrosefaktor, um den Organismus vor mikrobiellen Infektionen oder Verletzungen zu schützen. Meist kann dieses komplexe Netzwerk von Immunreaktionen das normale Gleichgewicht wieder herstellen. Manchmal können jedoch durch eine Überproduktion solcher biologisch aktiver Substanzen Gewebe, Organe oder der gesamte Organismus geschädigt werden. So ist es nicht erstaunlich, daß ein biologisch hochaktiver Stoff wie der Tumornekrosefaktor, der eine zentrale Rolle im Immunsystem spielt, auch gefährliche Seiten hat. Der uralte Spruch, daß es keine Wirkung ohne Nebenwirkung gibt, ist ein typisches Merkmal für Substanzen, die in komplexe biologische Systeme eingreifen. Die guten und die bösen Seiten von TNF lassen sich nur schwer trennen; M.C. Eschers ›Kreis‹ zeigt uns eine überzeugende künstlerische Darstellung dieses unauflöslich scheinenden Dilemmas. 8. Um sich die erwünschten Wirkungen von Stoffen, die auf das Immunsystem wirken, selektiv zunutze machen zu können, müssen zuerst die Mechanismen ihrer Wirkungen geklärt sein. An dieser Grundlagenforschung führt kein Weg vorbei, wenn ein sicherer Einsatz dieser Stoffe in der Krebstherapie erreicht werden soll.

Betrachtet man die kurze Zeitspanne von etwa fünfzehn Jahren, während der an isolierten, immu-

nologisch wichtigen Botenstoffen geforscht wurde, läßt sich ein enormer Zuwachs an Kenntnis und Verständnis feststellen. Die Fortschritte in der Gentechnologie und in der Zellkultur haben diesen schnellen Wissenszuwachs möglich gemacht. Täglich werden mit feineren Analysemethoden und neu konstruierten Reagenzien wertvolle Daten erarbeitet, die für die Zukunft eine ganz gezielte Anwendung von Immunstoffen aufzeigen, die es möglich erscheinen lassen bei verschiedenen Krankheitsbildern zukünftig ganz gezielt Immunstoffe einzusetzen, so etwa den Einsatz von TNF bei spezifisch definierten Tumorsituationen. So steht zu hoffen, daß der bald hundertjährige Forschungseinsatz zur Klärung der Tumornekrosefrage sich doch lohnen wird.

Zu Autoren und Thema ► Seite 83

Circle Limit IV
© 1960 M. C. Escher Foundation
(Baarn, Holland)

Die Krankenhausmedizin im Wandel der Altersstruktur Auch in Zukunft jedem alles?

Festrede

Zum Dies academicus
der Universität Regensburg,
13. November 1993

Der soziale Friede

In einer fortgeschrittenen Gesellschaft beruht der innere Friede auf den Prinzipien Freiheit, Gleichheit und Brüderlichkeit. Den letzten dieser drei Begriffe kann man durch den Begriff Solidarität ersetzen. Nur in einer Solidargemeinschaft kann sich der soziale Friede ausbilden, dessen Grundpfeiler Generationenverträge, beispielsweise das Instrument der Rentenversicherung, und die Solidargemeinschaften sind, für die die Krankenversicherungen als Beispiel dienen können. Der berufstätige Teil der Bevölkerung trägt die Lasten der Versorgung und Erziehung der Jugend bis zu deren Berufsreife, und er trägt die Lasten der Versorgung und Pflege der alten Menschen bis zu deren Tod. Bis zum Eintritt in das Berufsleben haben die Berufstätigen die erforderlichen Mittel für Lebensführung und Ausbildung von der Generation vor ihnen erhalten und vertrauen darauf, am Lebensabend von der nachfolgenden Generation versorgt zu werden. Die Berufstätigen können diese Last tragen, wie die Vergangenheit gezeigt hat, wenn insbesondere die Zahl der alten Menschen in einer vertretbaren Relation zur arbeitenden Bevölkerung steht und die Bedürfnisse der noch nicht oder nicht mehr Berufstätigen den Rahmen des Möglichen nicht überschreiten.

Umgekehrte Altersstruktur

Wir erleben derzeit aber, daß die erforderliche Balance immer mehr verlorengeht. Bei einer wie eine Tanne mit breiter Basis und spitzem Wipfel geformten Altersstruktur verteilen sich die Lasten auf viele Schultern. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes wird Deutschland in den kommenden vier Jahrzehnten jedoch ein Land mit einer vergreisenden Bevölkerung werden. Die Zahl der über Sechzigjährigen nimmt kontinuierlich zu, die der unter Zwanzigjährigen dagegen ab. Auch die Mitte, die Gruppe der leistungstragenden Berufstätigen, wird immer dünner, auch deswegen, weil die langen Ausbildungszeiten bis zur Erlangung der Berufsreife und das Vorziehen des Ruhestandsalters die effektive Zeit der Berufstätigkeit immer weiter verkürzt haben. Für das Jahr 2030 wird prognostiziert, daß auf einen Berufstätigen ein Rentner kommt (während derzeit zehn »Aktiven« vier Rentner gegenüberstehen) und daß die Zahl der im vereinten Deutschland lebenden Bevölkerung insgesamt auf ca. 65 Millionen zurückgehen wird.

Die Altersstruktur läßt sich folglich eher wie ein Laubbaum mit schlankem Stamm und mächtiger Krone darstellen. Zur Illustration dieses Sachverhalts sei eine Mitteilung aus der *Mittelbayerischen Zeitung* vom 8. Juni 1993 angeführt, wo unter der Überschrift »Staat geht an Pensionen für die Beamten bankrott« aus einer Studie des Berner Prognostik-Instituts zitiert wird. Danach sollen sich die Kosten für die Ruhestandsbeamten von heute 54 Milliarden auf 203,5 Milliarden Mark im Jahre 2010 nahezu vervierfachen. Zu den in ihren Konsequenzen bedrückenden Aspekten der Entwicklung der Altersstruktur kommen der medizinische Fortschritt und veränderte Wertvorstellungen der Gesellschaft hinzu; jeder dieser Faktoren wird den sozialen Frieden absehbar aufs äußerste gefährden.

Der medizinische Fortschritt

Die Krankenhäuser, und hier im besonderen die Universitätskliniken, sind der Ort, wo sich der medizinische Fortschritt überwiegend manifestiert. Daß die Krankenhäuser ursprünglich einen ganz anderen Auftrag hatten, nämlich die Pflege des kranken Menschen, mag ein Auszug aus einer Rede des Internisten Bernhard Naunyn verdeutlichen. Er hat am 9. Februar 1902 in Straßburg zur Einweihung des Neubaus der Medizinischen Klinik folgendes ausgeführt: »Meine Herren! Es ist jetzt mehr als 32 Jahre, daß ich eine medizinische Klinik leite. Gerade damals brach die neue Zeit für die Universitätskliniken an, begann ihre moderne Epoche. Ich habe noch in Kliniken der alten vormodernen Zeit angefangen. Noch meine Königsberger Klinik, die vierte, in der ich lehrte, war bis 1883 ein kleines Häuschen für etwa 25 Kranke, in 5 Zimmern untergebracht; für jedes der beiden Geschlechter war eine Teeküche und ein Klosett vorhanden, ein Badezimmer für das ganze Haus, ein, wie schon hier betont sei, verhältnismäßig sehr geräumiges und gut ausgestattetes Laboratorium, ein kleines Zimmer für den Direktor, eine Assistentenwohnung von zwei Zimmern, zwei Zimmer für Schwestern, dazu die nötigen Räume für die Ökonomie, das war alles. Meine jetzt vollendete Klinik in Straßburg ist für 150 Kranke eingerichtet, und ein einzelner meiner großen Krankensäle mit Zubehör nimmt fast mehr Raum in Anspruch als damals die gesamten Krankenräume. Der Vergleich zwischen dem einst und jetzt, den ich hier in aller Kürze gegeben habe, ist sehr geeignet, uns Ärzte zu befriedigen. Er regt aber die Frage an, geht der Fortschritt, der hier erkenntlich ist, nicht zu weit, stellen wir unsere Anforderungen nicht zu hoch?«

Seitdem haben sich die Krankenhäuser, und hier vor allem die Universitätskliniken, zu Hochleistungszentren mit Investitionskosten von einer Million Mark pro Bett entwickelt, in denen aufwendige Diagnostik und eingreifende Behandlung alltäglich sind. Die Diagnostik erlaubt es heute, alle Organe und Organsysteme direkt oder indirekt auf ihre Funktionen zu untersuchen. Die Transplantationschirurgie, die bis heute anhaltende Ausweitung der chirurgischen Verfahren, die Weiterentwicklung der Intensivmedizin, der zeitweise Ersatz von Organfunktionen, sei es durch Hämodialyse oder Ultrafiltration bei Ausfall der Nierenfunktion, die extrakorporale CO₂-Elimination und Oxygenierung bei schwerstgradigen Funktionsstörungen der Lunge, die Stoßwellenbehandlung von Steinen, Laseranwendungen, das endoskopische Operieren und die Möglichkeit, durch Sondierungstechniken Engstellen zu beheben, beispielsweise im Gefäßsystem oder in den ableitenden Gallenwegen, haben gerade im Krankenhaus neue Möglichkeiten der Behandlung eröffnet. Einen wesentlichen Anteil an vielen Fortschritten der Medizin hat das Gebiet der Anästhesiologie; wir können heute – durch verbesserte Überwachungsmöglichkeiten in der perioperativen Phase und große Fortschritte auf dem Gebiet der Intensivmedizin – allen Altersstufen uneingeschränkt selbst eingreifende Operationen in Allgemein- oder Regionalanästhesie ermöglichen. Die Konsequenz ist allerdings, daß bei vielen Krankheitsfällen nur durch die im Krankenhaus angebotene Hochleistungs- und Intensivmedizin geholfen werden kann.

Kürzerer Aufenthalt im Krankenhaus

Die ständig wachsende Zahl an Behandlungsfällen resultiert zum einen aus dem Wandel der Altersstruktur. Darüber hinaus ist durch die Fortschritte der Medizin die Behandlung von Krankheiten möglich geworden, die vorher therapeutisch nicht zu beeinflussen waren. Dieses Mehr an Patienten muß bei einem gleichbleibenden Angebot an Krankenhausbetten bewältigt werden. Dies ist durch eine Verkürzung der Behandlungsdauer im Krankenhaus von durchschnittlich 21,6 Tagen im Jahr 1960 auf 12,7 Tage im Jahr 1988 ermöglicht worden. Im Klinikum der Universität Regensburg beträgt die durchschnittliche Verweildauer eines stationären Patienten neun Tage. Diese Entwicklung hat zu einer immer noch kürzeren Verweildauer hat zu einem sehr hohen Leistungsdruck geführt. An den Krankenhäusern der höheren und höchsten Versorgungsstufen kommt hinzu, daß viele Patienten nach Abschluß ihrer diagnostischen und operativen Phase zur Rekonvaleszenz in andere Häuser verlegt werden, und daß neue Möglichkeiten der Arzneibehandlung bestimmter Krankheitsbilder eine Krankenhausbehandlung vieler Patienten überflüssig gemacht hat, so daß also die Krankenhäuser bei sehr hohen Fallzahlen mit den besonders schweren Behandlungen konfrontiert sind.

Aufgrund des demographischen Umbaus, der Veränderungen im sozialen Umfeld, auf die ich noch eingehen werde, und des Fehlens von Nachbehandlungseinrichtungen und Pflegestationen in Altenheimen ist mit einem quantitativ weiteren An-

steigen der Nachfrage nach Krankenhausleistungen zu rechnen.

Wenn das Krankenhaus diesen Anforderungen nachkommen wollte und der derzeit erreichte Standard der medizinischen Versorgung gewahrt bleiben sollte, dann wäre dies nur dann zu bewerkstelligen, wenn hierfür die personellen, räumlichen, technischen und funktionellen Voraussetzungen geschaffen werden könnten. Dies würde ständig hohe Investitionen erfordern (die auf längere Sicht wohl kaum aufgebracht werden können) und eine Lösung des Nachwuchsproblems.

Kapazität und Kosten der Intensivmedizin

Ein zentrales Problem der Hochleistungsmedizin ist die Kapazität der Intensivmedizin. Dies läßt sich an allen Universitätskliniken und größeren Krankenhäusern feststellen. Zu den Problemen der Intensivmedizin hat der Wissenschaftliche Beirat der Bundesärztekammer wie folgt Stellung bezogen: »Zahlreiche lebensnotwendige Operationen können nur durchgeführt werden und schwere Unfallverletzungen nur erfolgreich behandelt werden, wenn für die postoperative Nachsorge ein Intensivbett bereitsteht. Die Intensivmedizin ist dadurch zu einer Art Nadelöhr für die medizinische Versorgung unserer Bevölkerung geworden ... Diese Nadelöhrsituation wird sich in Zukunft verschärfen, denn der Anteil älterer und sehr alter Menschen an der Gesamtbevölkerung nimmt stetig zu. Gerade bei diesen Patienten ist aber die Zahl von Mehrfacherkrankungen und von Faktoren, die einen Krankheitsverlauf komplizieren, besonders hoch ... Darüber hinaus nimmt die Zahl aller Berufsanfänger ab und wird auch im Pflegebereich weiter rückläufig sein ... Der schon jetzt vorhandene, sich vorhersehbar verschärfende Pflege-notstand kann nur überwunden werden, wenn es gelingt, den Pflegeberuf und insbesondere auch die Qualifikation zur Intensivpflegekraft attraktiver zu machen.«

Zum gleichen Thema haben Klaus Peter und Hans-Jürgen Dieterich 1991 festgestellt: »Zwei Gründe machen für die Zukunft einen weiteren Ausbau der Kapazität der Intensivmedizin und somit Investitionen in diesen Ausbau notwendig: immer ausgedehntere Therapiemöglichkeiten in der operativen und konservativen Medizin und das zunehmende Alter der Bevölkerung ... Eine Intensivtherapie ist ... auch beim älteren Menschen ethisch, moralisch und medizinisch-sachlich gerechtfertigt. Es gibt keinen Grund, Patienten nur wegen ihres Alters von einer angemessenen Intensivtherapie auszuschließen; die Intensivmedizin ... ist eine ›altersunabhängige‹ Medizin ... Auch der medizinische Fortschritt erfordert in der Zukunft eine immer größere Anzahl von Intensivbetten. Nicht nur die wachsende Zahl von alten Menschen, auch die ›normale‹ Bevölkerung wird sowohl in der operativen als auch der konservativen Medizin immer ausgedehnteren und eingreifenderen Therapieverfahren unterzogen werden.«

Zwei Probleme lassen allerdings an der Umsetzbarkeit dieser grundsätzlich richtigen Überlegungen Zweifel aufkommen. Zum einen ist Medizin teuer und die Intensivmedizin geradezu exorbitant teuer.

Die Investitionskosten für ein Intensivbett müssen derzeit mit weit über einer Million Mark angesetzt werden. Die Kosten für den Betrieb von Intensivbetten belaufen sich mittlerweile auf wenigstens 2000 DM pro Tag. Für Spezialeinrichtungen wie Intensivbetten für schwer Brandverletzte, Sterileinheiten für Knochenmarktransplantierte usw. liegen die Kosten um ein Vielfaches darüber. Der naheliegenden Annahme, daß im Krankenhaus nicht wirtschaftlich gearbeitet werde, kann eine Feststellung des Obersten Bayerischen Rechnungshofs im *Bayerischen Staatsanzeiger* 1992 entgegengehalten werden. Danach bewegen sich die Ausgabensteigerungen im Krankenhauswesen im Mehrjahresvergleich im großen und ganzen innerhalb der Zuwachsraten anderer wichtiger öffentlicher Finanzsektoren.

Mangel an qualifizierten Fachkräften

Das zweite Problem, und möglicherweise das entscheidende, ist der Mangel an qualifizierten Pflegekräften. In der Krankenpflege auf Intensivstationen und im Funktionsdienst in den Operationssälen finden sich ganz überwiegend junge, besonders engagierte und qualifizierte Pflegekräfte. Dieser Personenkreis sieht sich unbefriedigenden Arbeitsbedingungen ausgesetzt, die zu Überforderungen und Überlastungen führen. Durch die Notwendigkeit, Nacht-, Wochenend- und Feiertagsdienste leisten zu müssen, sind diese Pflegekräfte in ihren privaten und gesellschaftlichen Aktivitäten erheblich beeinträchtigt. In diesem Beruf existieren keine echten Aufstiegsmöglichkeiten, besteht eine nach wie vor unbefriedigende Besoldungsstruktur. Im Sozialprestige schließlich ist diese Berufsgruppe im Vergleich zu den von ihr zu erbringenden Leistungen zweifellos unterbewertet. Erfahrene Fachpflegekräfte finden in der Industrie nach meinen eigenen Erfahrungen Arbeitsplätze, deren Dotierung annähernd doppelt so hoch ist wie die Bezahlung im öffentlichen Dienst. Die zukünftige Situation in der Intensivmedizin, der operativen Medizin und im Krankenhauswesen ganz allgemein wird entscheidend davon abhängen, ob und in welchem Maße es gelingt, die steigende Nachfrage nach Pflegeleistungen bei der deutlichen Verminderung des Potentials an Auszubildenden und Berufsanfängern in Konkurrenz zu allen anderen Ausbildungsberufen sicherzustellen. Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, daß die damit verbundenen Probleme sich künftig verschärfen werden.

Lebensarbeitszeit und Rentendauer

Zu den Überlastproblemen der Krankenhäuser kommen veränderte Wertvorstellungen der Gesellschaft und Veränderungen im sozialen Umfeld hinzu. Als Folge zweier Weltkriege sind die davon betroffenen Generationen zahlenmäßig erheblich reduziert worden. Die derzeit starke Gruppe der Berufstätigen konnte deshalb den Generationenvertrag erfüllen, auch wenn das Rentenalter immer weiter nach vorn verlegt wurde und die Lebenserwartung dabei kontinuierlich angestiegen ist. Daß aber ein Problem entsteht, wenn bei einem Rentenalter von sechzig Jahren die tatsächliche Lebenszeit neun-

zig Jahre beträgt, braucht nicht weiter diskutiert zu werden. Die Verkürzung der Lebensarbeitszeit war von einer Verkürzung der Wochenarbeitszeit begleitet, die von 60 Wochenarbeitsstunden noch 1956 über 48 Wochenarbeitsstunden 1974 mittlerweile 38,5 Stunden erreicht hat. Das eigentliche Problem dieser Verkürzung der Wochenarbeitszeit liegt darin, daß hochqualifizierte, besonders spezialisierte Arbeitskräfte in diese Reduktion der Wochenarbeitszeit einbezogen sind, obwohl der Arbeitsmarkt trotz der vielen Arbeitslosen für sie keinen Ersatz bereitstellen kann. Dies wird im Bereich der Funktionspflegekräfte besonders deutlich.

Die durch die drastische Verkürzung der Wochenarbeitszeit stark angewachsene Freizeit ist von einer hohen Risikobereitschaft der Bevölkerung begleitet, die ihrerseits wesentlichen Anteil an der Erkrankungshäufigkeit hat. So lebt kaum jemand so, als sei ihm Gesundheit besonders wichtig. Rund ein Viertel der Ausgaben der Krankenkassen gehen zu Lasten ernährungsbedingter Krankheiten. Zuviel Zucker, zuviel Fett, zuviel Alkohol, zuviele Kalorien – die Konsequenzen sind Karies, Diabetes mellitus, Herzinfarkt, Arteriosklerose, Gallensteinleiden, Leberzirrhose, Bluthochdruck usw. Dazu kommen noch die Kosten für die Folgen des Rauchens. Die ungesunde Lebensführung ist nicht das einzige Problem, es kommt eine allgemeine Lust am Risiko dazu, möglicherweise bestärkt durch den naiven Glauben, die Medizin könne schon alles reparieren: Rasen auf der Autobahn, Risikosportarten wie Drachenfliegen, Klettern, Bungee-Jumping, Tauchen, Motorsport, Skifahren usw.

Diesen Anstrengungen, den individuellen Genuß zu maximieren, gesellt sich ein weiteres Problem bei. Die Familienverbände lösen sich immer mehr auf. Seit Jahrzehnten ist eine Zunahme der Einpersonenhaushalte festzustellen. Ihr Anteil liegt in den Großstädten inzwischen bei etwa 50 Prozent. Diesen Alleinstehenden fehlt schon bei relativ leichten Erkrankungen im häuslichen Bereich die notwendige Pflege und Versorgung. Sie sind damit auf Hilfe von außen angewiesen.

Bestmögliche Behandlung auch in Zukunft garantiert ?

Wer heute krank, auf Dauer arbeitsunfähig oder pflegebedürftig ist, empfindet es als selbstverständlich, durch Rente, Krankenversicherung, stationäre oder ambulante medizinische Versorgung und häusliche Pflege oder Pflege im Altenheim und gegebenenfalls Sozialhilfe vor Not geschützt zu sein. Diese Situation ist nicht nur für die Betroffenen von Vorteil, sie macht es auch allen in den Gesundheitsberufen Tätigen leicht: Jeder Patient bekommt alles, was für sein Wohlergehen nötig ist, egal, was es kostet. Nur in Randbereichen gibt es Ausnahmen. So übersteigt in der Transplantationsmedizin, um ein Beispiel zu nennen, der Bedarf an Spenderorganen das Angebot bei weitem. Die interessante Frage, wer auf der Warteliste ein Organ bekommt, wird fern von den unmittelbar Beteiligten entschieden und belastet das Verhältnis Patient – Arzt nicht.

Deutschland und einige wohlhabende Nachbarn Europas sind weltweit die einzigen Staaten, die derzeit noch jedem Patienten, jedenfalls theore-

tisch, die bestmögliche Behandlung versprechen. In einem Gutachten des Sachverständigenrates zur Konzentrierten Aktion im Gesundheitswesen (zitiert nach Dirk Kurbjuweit) heißt es aber: »Eine Allokation von Ressourcen für einen Patienten auf Kosten eines anderen wird mit dem weiteren Fortschritt und dem Auftreten von Kapazitätsengpässen immer häufiger auftreten müssen.« Dazu hat Kurbjuweit in *Die Zeit* geschrieben: »Trotz aller Sparbemühungen läßt sich ein Kostentreiber kaum an die Leine legen: der Fortschritt. Linksherzkathetermeßplätze [zur Diagnostik und teilweise auch Therapie von Erkrankungen des Herzens], Kernspintomographen [beispielsweise zur Verfeinerung der Diagnostik von neurologischen Erkrankungen], ...Gammamesser [z.B. zur Lokalisation von Metastasen im Skelettsystem], und nun noch die Gentechnologie: Der Tod wird immer weiter hinausgeschoben, rund um den Menschen entsteht ein umfangreiches Ersatzteillager, und immer weniger Störungen bleiben ohne Reparatur. Die Heilkunst entwickelt sich, als spiele Geld keine Rolle. So werden die Gegensätze zwischen medizinischen und ökonomischen Möglichkeiten immer stärker.« (eckige Klammern ergänzt, Anmerkungen des Verfassers)

Grenzen der medizinischen Versorgung

Das Gesundheitswesen hat es heute mit drei Problemen zu tun:

- mit dem medizinischen Fortschritt, der bisher immer neue Möglichkeiten der Diagnostik und Therapie gebracht hat, allerdings auch zu einer über alles gesehen immer kostenintensiveren Medizin geführt hat, die heute allen Altersstufen offensteht;
- mit einer Zunahme der Zahl der alten Menschen, die häufiger und schwerer erkranken;
- mit der Abnahme der Zahl jüngerer Menschen, die als Erwerbstätige die finanziellen Lasten zu tragen haben und die Pflege der Alten gewährleisten sollen.

Medizin ist und war erfolgreich in ihrem Ziel, zur Heilung von Krankheiten beizutragen. In einer Zeit, in der die erforderlichen Mittel zur Verfügung stehen, ist die Frage der Kosten der Medizin nicht zentral, können sich auch zu nächst exorbitant teure Methoden etablieren. Treten allerdings finanzielle Engpässe auf, muß der Kurs korrigiert werden. Angesichts der Entwicklung der Altersstruktur und der Fortschritte der Medizin gibt es nur die Alternative, den Anteil des Gesundheitswesens am Sozialprodukt zu erhöhen oder die Ansprüche der Versicherten an das Gesundheitswesen mehr oder weniger stark zu reduzieren. Im *Deutschen Ärzteblatt* hat 1992 Dr. Winfried Sander in einem Leserbrief folgende Meinung vertreten: »Selbstverständlich benötigen wir kostenbewußte und optimale Gesundheitspflege unter Einschluß des wissenschaftlichen Fortschritts, nicht aber maximale Medizin um jeden Preis. Vernünftige Grenzen zu ziehen, ist keine soziale Demontage. Es kann nicht Aufgabe einer soliden Gesundheitspolitik sein, den privaten Lebensgenuß und die individuelle Lebenssteigerung mit den finanziellen und institutionellen Mitteln des Staates risikofrei kollektiv abzusichern.«

Damit ist ein Teil der Verantwortung für die auf uns zukommende Situation im Krankenhaus jedem Bürger auferlegt. In der Verlängerung der Lebens- und der Wochenarbeitszeit wird mittlerweile auch in der Politik ein Ausweg aus der Misere gesehen. Dazu muß die Einsicht in der Bevölkerung kommen, daß ungesunde Lebensführung und Risikoverhalten nicht auf Dauer den Solidargemeinschaften angelastet werden können. Doch selbst dann, wenn für Risikosportarten, für Rauchwaren und Alkohol Sondersteuern bzw. Sonderversicherungen vorgeschrieben würden und der Verkehr mit dem Ziel der Reduktion von Verkehrsunfällen noch stärker als bisher reglementiert würde, werden wir angesichts des zu erwartenden Verhältnisses von einem Berufstätigen auf einen Rentner die Probleme nicht lösen können.

Für die Medizin heißt dies, daß nach Wegen gesucht werden muß, den personellen und finanziellen Aufwand für die medizinische Versorgung der Bevölkerung ohne schmerzhaft qualitative Abstriche soweit wie irgend möglich zu reduzieren, aber auch, Therapieverfahren ohne nachweisbaren Nutzen für den Patienten zu identifizieren und zu eliminieren. Gelingt dies nicht, kann es nicht ausbleiben, daß in Zukunft öfter und öfter Patienten aufgrund fehlender Ressourcen von einer Behandlung ausgeschlossen werden müssen. Ähnlich wie in England werden dann immer längere Wartelisten entstehen, und Patienten werden genau wie in der Herzchirurgie ihren Krankenhaustermin nicht mehr erleben oder die Chance auf eine Heilung ihres Leidens verpassen, beispielsweise durch Ausaat von Krebszellen bei einer Krebserkrankung.

Millionen von Einwanderern als Ausweg?

Ein Ausweg aus dieser Situation wäre ein starkes Ansteigen der Geburtenzahlen – für ein dafür erforderliches Umdenken gibt es aber in Gesellschaft und Politik keinerlei Hinweise. Die Politik erfüllt ihre im Grundgesetz verankerte Verpflichtung des besonderen Schutzes der Familie nicht nur in steuerlicher Hinsicht nicht. Auch in der Gesellschaft läßt sich keine Abkehr vom Ziel der maximalen individuellen Verwirklichung in Beruf und Freizeit und keine Tendenz zu einer höheren Bereitschaft erkennen, sich für Kinder und Eltern oder den Nachbarn stärker als bisher in die Pflicht nehmen zu lassen. Die Alternative wäre eine Einwanderung in großem Stil. In diesem Sinne haben sich Heiner Geißler in einem Beitrag der Wochenendausgabe der *Süddeutschen Zeitung* vom 10./11. Juli 1993 und ein Bamberger Bevölkerungswissenschaftler am 8. Juli 1993 in der *Mittelbayerischen Zeitung* geäußert. Nach deren übereinstimmender Einschätzung ist nicht nur Deutschland, sondern sind fast alle Länder Europas von Vergrößerung bedroht. Deutschland kann sein soziales System nur dann aufrechterhalten, wenn die sich lichtenden Reihen in unserem Land in den nächsten Jahrzehnten durch Millionen von Einwanderern aufgefüllt werden. Es sind im übrigen Tatsachen, daß Deutschland längst Einwanderungsland ist, denn wir haben heute bereits 6,5 Millionen Nichtdeutsche bei uns, und daß in Europa die Freizügigkeit geltendes Recht ist. ►

Forschung kann auch Kosten senken

Last but not least sollen die Forschung in der Medizin und deren Auswirkungen auf die Kosten im Gesundheitswesen noch einmal angesprochen werden. Die globale Aussage, derzufolge die Fortschritte in der Medizin zu einem unaufhörlichen Anstieg der Gesundheitskosten führen, ist bei genauerer Betrachtung nicht haltbar. Die Kosten in der Medizin sind enorm gestiegen, weil, wie schon ausgeführt, der medizinische Fortschritt eine Behandlung aller Altersklassen ermöglicht und die Zahl der behandlungsbedürftigen Alten stark zugenommen hat. Die Ergebnisse der Forschung in der Medizin haben uns aber unter anderem einen immensen Zuwachs an diagnostischer Treffsicherheit gebracht, denken wir nur einmal an die Möglichkeit der Beurteilung von Strukturen des Zentralnervensystems, wie sie der Kernspintomograph ermöglicht; damit werden oft genug kostenintensive therapeutische Irrwege verhindert oder auch teure Therapieverfahren als unwirksam und damit entbehrlich entlarvt.

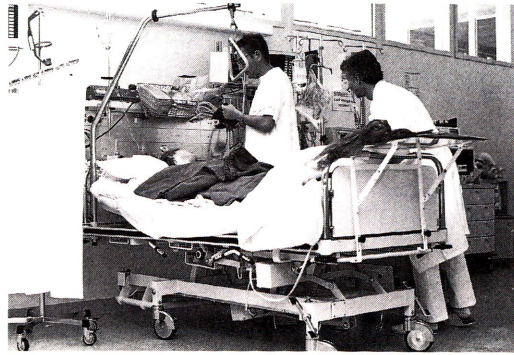
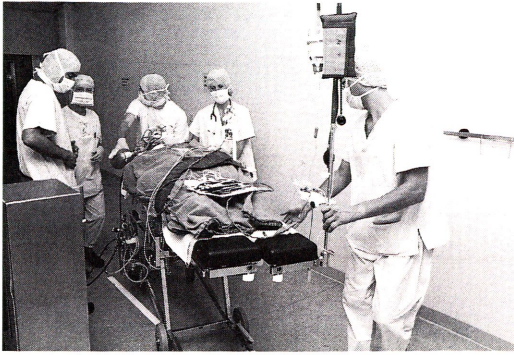
Grundlagen- und klinische Forschung in der Medizin sind äußerst innovativ. Als Beispiele seien die Modulation des Immunsystems bei entzündlichen – Stichwort: rheumatische Erkrankungen –, und malignen Erkrankungen aufgeführt, die Entwicklung neuer Impfstoffe, die Arterioskleroseforschung und die Gentechnik. Niemand kann mit Sicherheit sagen, ob und wann diese Bemühungen von Erfolg gekrönt sein werden – aber das gilt für die Forschung schlechthin. Es ist gar nicht zu bestreiten, daß die Forschung in der Medizin auch zu einer ganz wesentlichen Kostenreduktion im

Gesundheitswesen beitragen kann – wobei die Linderung menschlicher Not und die Heilung heute noch nicht therapierbarer Krankheiten für uns Ärzte nach wie vor im Vordergrund stehen.

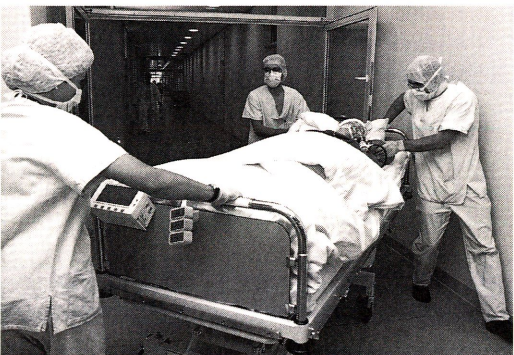
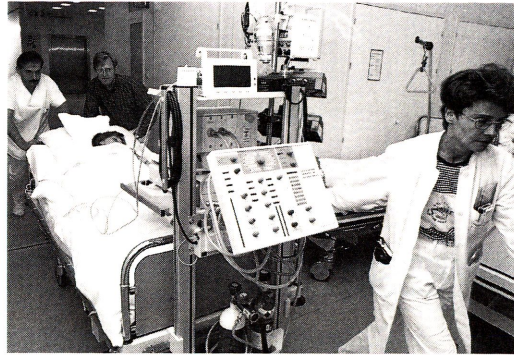
Es ist kurzfristig, wenn die Politik unter dem Argument, es gebe bereits zu viele Ärzte, in die Infrastruktur hochschulmedizinischer Einrichtungen und in die medizinische Forschung nicht investieren will. Damit wird eine der wesentlichen Chancen vertan, die Probleme im Gesundheitswesen wenigstens zu einem Teil zu lösen.

Die vor uns liegenden Schwierigkeiten haben nach meiner Überzeugung eine Größenordnung erreicht, daß sie weder von den in den Gesundheitsberufen Tätigen noch von den Politikern allein gelöst werden können. Hier ist unsere Gesellschaft, sind alle Bürger gefordert, sich über die künftigen Prioritäten und den gemeinsamen Weg in die Zukunft einig zu werden. Je früher eine realitätsnahe, nicht durch Ideologie oder Wahltermine vernebelte öffentliche Diskussion über unsere Situation und mögliche Lösungsansätze einsetzt, desto größer ist unsere Chance, daß die Zeche nicht in erster Linie von den Alten, den Schwachen und Hilfsbedürftigen bezahlt werden muß.

Zu Autor und Thema ► Seite 84



Uwe
Moosburger



Wahlversprechen der Päpste

Die Kontrolle der päpstlichen Macht durch die Kardinäle

Verfassungsgeschichte

Der Papst wurde im Konklave aus den Reihen der Kardinäle gewählt, um dann die Alleinherrschaft über die katholische Kirche und die gesamte Christenheit zu übernehmen.

Und doch bedarf dieses Bild absoluter Allmacht der Ergänzung; fast vier Jahrhunderte lang wurden bestimmte Auflagen in Verträgen festgeschrieben und von allen Kandidaten mit ihrer Unterschrift verbindlich anerkannt. Diese sogenannten Wahlkapitulationen waren auch vom gewählten Papst zu beachten.

Das Prinzip der Kollegialität

Wenn von der unumschränkten päpstlichen Alleinherrschaft, ja dem Griff der Päpste nach der Welt-herrschaft die Rede war, haben die Historiker des Mittelalters ihre Gemälde in kräftigen, grellen Farben gestaltet. Die historische Wissenschaft verlangt jedoch nach feineren und abgestuften Tönen, will sie eine Karikatur vermeiden und die Struktur der mittelalterlichen Kirche zutreffend schildern. Zu diesen ergänzenden Farben gehört zum Beispiel die bedeutende Rolle, die die Konzilien im Leben der Kirche gespielt haben. »Was alle angeht, muß von allen gebilligt werden«: So lautet eine mittelalterliche Rechtsmaxime, die das Mitspracherecht der Gesamtkirche in Erinnerung ruft. Das zu einseitige Bild von der alleinigen und unumschränkten Papstgewalt bedarf ferner der Ergänzung durch Konturlinien, die das sogenannte Kollegialprinzip berücksichtigen. Auch der Papst fällt in der Regel wichtige Entscheidungen erst nach Rat und mit Zustimmung seiner Ratgeber, der Kardinäle. Ansätze zu einer Ergänzung des päpstlichen Herrschaftssystems durch kollegiale Verfassungselemente zeigen sich insbesondere in den bislang wenig beachteten Wahlkapitulationen, die von den Kardinälen anlässlich der Wahl eines neuen Papstes im Konklave aufgestellt worden sind.

Was sind Wahlkapitulationen

Wahlkapitulationen sind Verträge, die anlässlich einer bevorstehenden Wahl vom Kreis der Wähler ausgearbeitet und beschworen worden sind. Jeder Wähler verpflichtet sich durch seinen Eid, diesen Vertrag als verbindliche Grundlage einzuhalten, falls die Wahl auf ihn fallen sollte. Gehörte der in Aussicht genommene Wahlkandidat nicht zum Wahlkollegium, so hatte er den Wahlvertrag als Vorbedingung seiner Wahl zu beschwören. Stärker

als dies die älteren Herrschergelübde und Krönungseide vermochten, will die Wahlkapitulation Rechte und Pflichten zwischen dem Regenten und dem Wahlkollegium, das sich als Vertreter, als Stand des zu regierenden Territoriums verstand, umschreiben und festschreiben. Die Wahlverträge stellen somit einen Teil der Verfassung des betreffenden Territoriums dar.

Von dieser Funktion der Wahlkapitulationen her gesehen wird es einsichtig, daß solche Texte erst entstehen konnten, nachdem sich zum einen feste Wahlkörper ausgebildet hatten und zum anderen dieser privilegierte Wählerkreis als Vertretung des betreffenden politischen Gebildes anerkannt war. Dies gilt auch für die päpstlichen Wahlkapitulationen, denen freilich, historisch gesehen, die Wahlkapitulationen der Bischöfe vorangegangen sind. Am Übergang vom 12. zum 13. Jahrhundert hatte sich im Heiligen Römischen Reich deutscher Nation der rechtliche Status des Domkapitels derart gefestigt, daß es als eigenständiges Rechtssubjekt, als juristische Person angesehen wurde. Fast gleichzeitig – nicht zuletzt als Folge des Investiturstreites – erlangte das Domstift unter Verdrängung der bis dahin beteiligten hohen Prälaten des jeweiligen Bischofszentrums und unter Verdrängung auch der letzten Laienelemente das ausschließliche Bischofswahlrecht. Die Edition und die wissenschaftliche Bearbeitung der Wahlkapitulationen, die vom Domkapitel anlässlich einer Bischofswahl aufgestellt wurden, sind heute relativ weit fortgeschritten.

Zur Geschichte der päpstlichen Wahlkapitulationen

Die Erforschung der päpstlichen Wahlkapitulationen steckt dagegen noch in den Anfängen. Obgleich das Kardinalskollegium schon im Jahre 1179 das ausschließliche Recht zur Papstwahl erlangte, dauerte es noch bis zum 14. Jahrhundert, bis der abgeschlossene Wahlkörper es zum ersten Mal unternahm, eine Wahlkapitulation zu erstellen. Dies geschah im Konklave nach dem Tode von Papst Klemens VI. im Dezember 1352. Die käufliche Erwerbung Avignons und der große Aufwand, der am päpstlichen Hof in Südfrankreich getrieben worden war, hatten die päpstlichen Finanzen völlig zerrüttet. Eine erneute Anhebung der kirchlichen Abgaben und der ausufernde päpstliche Nepotismus, d.h. die Bevorzugung der eigenen Verwandten bei der Verleihung von Ämtern und Pfründen, hatten überall in Europa zu starken Verstimmungen geführt. Im Konklave versuchte nun das Kardinalskollegium, den Mißständen

durch eine starke Beteiligung an der päpstlichen Finanzverwaltung zu begegnen. Neben der schriftlichen Fixierung alter, längst verbriefter Vorrechte der Kardinäle geht es in der Wahlkapitulation von 1352 vor allem darum, den Nepotismus in der Leitung des Kirchenstaates zurückzuschneiden und die Zuweisung bzw. die Reservierung von Zehnten und anderen finanziellen Einkünften von der Zustimmung einer qualifizierten Mehrheit der Kardinäle abhängig zu machen. Von einer weitergehenden Beteiligung an der päpstlichen Regierung ist nicht die Rede.

Gleichwohl ist dieser erste Versuch gescheitert. Der im damaligen Konklave gewählte Papst Innozenz VI. hat die von ihm zuvor beschworene Wahlkapitulation bereits nach wenigen Monaten in der Bulle *SOLLICITUDO PASTORALIS* vom 6. Juli 1353 für null und nichtig erklärt. Dieser Schritt wurde dem Papst durch zwei Umstände erleichtert. Zum einen hatte er zu jenen Kardinälen im Konklave gehört, die den Eid auf die Wahlkapitulation nur unter der salvatorischen Klausel geleistet hatten, »si et in quantum scriptura huiusmodi de iure procederet« (falls und soweit das Versprechen rechtmäßig ist). Zum anderen hatte die Schlußformel der Wahlkapitulation es dem künftigen Papst freigestellt, in Zweifelsfällen über die Vertragsklauseln mit Zustimmung von zwei Dritteln der Kardinäle hinwegzugehen.

Die Aufhebung der ersten Wahlkapitulation hat lange nachgewirkt. Zwar blieb die Stellung der Kardinäle weiterhin sehr stark, doch ist von der Aufstellung neuer Wahlvereinbarungen erst wieder im Großen Schisma (1378–1417) die Rede. Es waren die Kardinäle gewesen, die 1378 durch die Wahl eines zweiten Papstes die Kirchenspaltung hervorgerufen hatten. Nachdem die vielen Wege, die man zur Lösung des Problems eingeschlagen hatte, auch noch nach zweiundzwanzig Jahren nicht zum Ziele geführt hatten, wurden die Kardinäle beider Richtungen bei den nachfolgenden Papstwahlen vorsichtiger. In dem Konklave der Kardinäle der avignonesischen Richtung wurde 1394 eine *cedula* (Zettel, Erklärung) verfaßt, von allen beschworen und unterschrieben, in der sich alle verpflichteten, die Wiedergewinnung der Kircheneinheit nach Kräften zu fördern. Der künftige Papst verpflichtete sich insbesondere zur Abdankung, falls dies der Mehrheit der Kardinäle für das Wohl der Kirche und ihre Einheit erforderlich erscheinen sollte. Wahlkapitulationen mit ähnlichem Inhalt sind von den Kardinälen der römischen Partei in den Jahren 1404 und 1406 aufgestellt worden.

Bekanntlich sind diese Versprechungen, gegebenenfalls vom Papstamt zurückzutreten, nicht eingehalten worden. Doch ist zu beachten, daß die genannten drei Wahlkapitulationen insofern die Diskussion über die Beseitigung des Schismas gefördert haben, als man den durch ihre Wahlkapitulationen zum Rücktritt verpflichteten Päpsten das Delikt des Eidbruches vorwerfen und daher ihre Absetzung durch ein Konzil betreiben konnte.

Auf dem Konstanzer Konzil (1414–1418) wurden Reformpläne bezüglich des Kardinalskollegiums und der Papstwahl realisiert. Bereits im ersten Konklave, das nach dem Tode des Konzilspapstes

Martin V. 1431 durchgeführt wurde, ist dann eine ausführliche Wahlkapitulation aufgestellt worden. Der erwählte Papst Eugen IV. ¹ hat diesen Text, wie es die Kapitulationsurkunde vorgeschrieben hatte, nach seiner Krönung mit der Bulle *IN QUALIBET MONARCHIA* vom 12. März 1431 publiziert. Nachhaltigen Einfluß auf die Politik Eugens IV. hat die Wahlkapitulation aber nicht ausgeübt: Weder im Hinblick auf die Regierung des Kirchenstaates noch in bezug auf das von Martin V. einberufene Basler Konzil (1431–1447) hat der Papst die Erwartungen, wie sie in der Kapitulation zum Ausdruck kamen, erfüllt.

Es ist wohl als Reaktion auf diese Säumnisse zurückzuführen, wenn das Basler Konzil ganze Abschnitte aus dem Programm der Wahlkapitulation in das Reformdekret vom 26. März 1436 als Gesetz aufnahm, etwa die Bestimmungen über die Qualifikation und Zusammensetzung des Kardinalskollegiums und die Regelung der finanziellen Einkünfte der Kardinäle. Vor allem aber wurde hier im Hinblick auf die Papstwahl verfügt, daß jeder künftige Pontifex vor Amtsantritt nicht nur eine *professio fidei* (Glaubensbekenntnis) ablegen, sondern auch das eidliche Versprechen abgeben müsse, für den Schutz des katholischen Glaubens, die Abwehr von Häresien, die Reform der Sitten und die Friedenssicherung einzutreten. Ferner sollte

1 Papst Eugen IV.
im Kreis des Kardinalskollegiums:
Empfang des königlichen Gesandten
Enea Silvio Piccolomini
(des späteren Papstes Pius II.)
im März 1445.
(Siena, Libreria Piccolomini)



sich der Erwählte verpflichten, die Basler Dekrete über die Einberufung weiterer Generalkonzile und über die Bestätigung von gewählten Bischöfen und Prälaten strikt einzuhalten. Jahr für Jahr sollte der Papst am Jahrestag seiner Erwählung oder Krönung an diese Versprechen erinnert werden. Die Kardinäle wurden ermächtigt, den säumigen Papst zu mahnen und notfalls das künftige Konzil gegen ihn anzurufen.

Ob für die Pontifikate der auf Eugen IV. folgenden Päpste Nikolaus V. und Kalixt III. Wahlkapitulationen aufgestellt worden sind, ist unbekannt. Es spricht vieles dafür, daß dies nicht geschehen ist. Sicher ist dagegen aber, daß im Konklave von 1458 wieder eine Wahlkapitulation ausgehandelt und beschworen worden ist. Der Text beginnt mit der Verpflichtung, das begonnene militärische Unternehmen gegen die Türken fortzusetzen und schließt damit unmittelbar an das Gelübde an, das Kalixt III. zu Beginn seines Pontifikates abgelegt hatte. Die übrigen Abschnitte lehnen sich in vielen Punkten an die Wahlkapitulation des Jahres 1431 an. Allerdings wird eine Neuerung im Hinblick auf das Einkom-

men der Kardinäle, der *piatto cardinalizio* (finanzielle Zuwendung) eingeführt. Was die Bestimmung angeht, daß der Papst Jahr für Jahr an die Erfüllung seiner Wahlkapitulation erinnert werden soll, so ist das Basler Vorbild eindeutig. Der neugewählte Papst Pius II. **2** hat den Text der im Konklave formulierten Urkunde unterschrieben und beschworen, die Bestimmungen einhalten zu wollen, allerdings mit dem Zusatz »quantum cum Deo, et honestate et iustitia sedis apostolicae potero« (soweit ich dies kann, ohne gegen Gott sowie die Ehre und die Vorrechte des apostolischen Stuhles zu verstoßen).

Von 1458 an werden die Wahlkapitulationen dann für ein volles Jahrhundert ein ganz selbstverständlicher Teil des Zeremoniells einer jeden Papstwahl. Der Inhalt wird – ausgehend von der jeweils vorliegenden Wahlkapitulation des verstorbenen Papstes – den aktuellen Bedürfnissen und Sorgen angepaßt. Es sind uns handschriftliche Entwürfe für die Abfassung solcher Verträge überliefert, in denen sozusagen der Standardtext dargeboten wird und außerdem Streichungen angeraten oder Ergänzungen empfohlen werden. Eine Zäsur stellt die Aufstellung der Wahlkapitulation im Konklave des Jahres 1484 dar, weil hier ein besonders umfangreicher Text verabschiedet wurde. Man gliederte ihn in zwei Abteilungen, nämlich *capitula privata* mit den Vorrechten und Sicherheitsgarantien für die Kardinäle und *capitula publica* mit Bestimmungen über als dringend empfundene Probleme der Weltkirche, der Kurie und des Kirchenstaates. Diese Zweiteilung sollte für längere Zeit üblich werden.

Einen gewissen Abschluß in der Geschichte der päpstlichen Wahlkapitulationen bildet das Konklave von 1676, in dem Innozenz XI. gewählt worden ist. Hier sah es zunächst so aus, als ob die Verabschiedung der Kapitel scheitern würde, weil zwei Kardinäle – nämlich Gaspare Carpegna und Marc' Antonio Colonna – ihre Unterschrift mit der Begründung verweigerten, sie würden mit der Anerkennung der Reformforderungen den vergangenen Pontifikat in ein schlechtes Licht rücken. Innozenz XI. befahl jedoch beiden Kardinälen sofort nach seiner Wahl, die bislang verweigerten Unterschriften nachzuholen. Dieser Vorgang ist sehr bemerkenswert, weil nun die Rollen vertauscht sind. Nicht das Kardinalskollegium, sondern der Papst besteht auf der Unterzeichnung der alle verpflichtenden Kapitulationsurkunde.

Ob auch in späteren Jahren Wahlkapitulationen aufgestellt worden sind, ist bislang noch nicht erwiesen. Es ist nicht auszuschließen, daß auch im 18. Jahrhundert Wahlkapitulationen beschworen wurden. Läßt man den Blick an dieser Stelle noch einmal zurückschweifen, so muß man festhalten, daß die Aufstellung von *capitula* im päpstlichen Konklave – von Unterbrechungen abgesehen – fast vier Jahrhunderte hindurch praktiziert worden ist.

Zum Inhalt der päpstlichen Wahlversprechen

Was den Inhalt der päpstlichen Wahlzusagen ausmacht, kann erst die geplante vollständige Edition der über dreißig Vertragstexte im einzelnen belegen. Einen vorläufigen Eindruck gewinnt man am besten durch einen querschnittartigen Vergleich einiger

2 Krönung von Papst Pius II.
am 3. September 1458.
Zuvor hatte der Papst seine
Wahlkapitulation
unterzeichnet und beschworen.
(Siena, Archivio di Stato)



47

Kirchenstaates dürfen ohne schriftliche Zustimmung der Kardinäle weder veräußert noch belastet werden. Auch das Recht zur Kriegsführung und das militärische Bündnisrecht werden von der Billigung der Kardinäle abhängig gemacht. Den Kardinälen wird ferner das freie Testierrecht über ihr Vermögen zugestanden. Für die Einführung oder Abschaffung von Steuern, für Steueranhebungen oder Steuersenkungen in Rom und im Kirchenstaat ist die Zustimmung des Kollegiums notwendig. Die Lehnsmänner, Vikare, Kastellane und andere Beamte des Kirchenstaates sollen nicht nur auf den Papst, sondern im Hinblick auf die Sedisvakanz auch auf das Kardinalskolleg vereidigt werden. Schließlich ist in der Wahlkapitulation von 1458 noch vorgesehen, daß die Einhaltung der Vertragsklauseln einmal jährlich überprüft und notfalls angemahnt werden soll. Der künftige Papst wird verpflichtet, diesen Text noch vor der Verkündung seiner Erwählung zu beschwören, zu unterschreiben und ihn sodann in Form einer Bulle zu veröffentlichen.

Wenn man nun, um den Inhalt einer anderen päpstlichen Wahlkapitulation zu schildern, die Urkunde des Jahres 1484 heranzieht, die für die Regierungszeit Innozenz VIII. konzipiert worden ist, so fällt als erstes die starke Ausweitung auf. ³ In der Edition dürfte der Text etwa fünfundzwanzig Seiten lang sein. Die *capitula secreta* umfassen zweiundzwanzig Punkte, die *capitula publica* weitere

achtzehn Punkte. Während in den letzteren zum großen Teil die alten Forderungen von 1458 wiederkehren, sind die »privaten« oder »geheimen« Kapitel weitgehend neu und stellen einen Versuch dar, die Macht des Kardinalskollegiums in großem Maßstab zu erweitern. Die Kardinäle lassen sich garantieren, daß sie freimütig ihren Rat erteilen können, ohne für Person und Vermögen Nachteile befürchten zu müssen. Ferner lassen sie sich eine Fülle von Privilegien finanzieller Art einräumen. Was die Verwaltung der Kurie und des Kirchenstaates angeht, erhalten die Kardinäle einen erheblichen Machtzuwachs. Die alten Amtsträger für Kanzlei, Pönitentiarie (Gericht der Kurie) und Apostolische Kammer (Finanzbehörde) werden in ihren Ämtern bestätigt. Die bestehenden Kanzleiregeln werden gleichfalls gebilligt, der Erlass neuer von der Zustimmung der Kardinäle abhängig gemacht. Weiterhin wird zugesichert, daß jedem Kardinal eine Burg in der Nähe Roms übertragen wird; über diesen Stützpunkt seiner persönlichen Macht kann er bis zu seinem Tode volle Jurisdiktionsrechte ausüben. Besonders verhängnisvoll für die spätere Entwicklung sollte schließlich die Bestimmung werden, nach der alle hervorgehobenen Stellen im Kirchenstaat nur an Kleriker vergeben werden durften.

Unter den Neuerungen in den *capitula publica* des Jahres 1484 ist insbesondere hervorzuheben, daß der Ruf nach einem Generalkonzil, der zeitweilig verstummt war, wieder deutlich erhoben wird. Ein fester Zeitpunkt für die Einberufung wird allerdings nicht vorgeschrieben. Als Programmpunkte werden die Abwehr der Türkengefahr und die Reform der Gesamtkirche genannt. Um dem päpstlichen Nepotismus entgegenzutreten, wird bestimmt, daß weder die Engelsburg und vier weitere Burgen des Kirchenstaates noch das Amt des *capitaneus generalis* (militärischer Oberbefehlshaber) der Kirche an Neffen oder Verwandte des Papstes vergeben werden dürfen. Das Verfahren zur Kontrolle, ob der Erwählte sich an die von ihm beschworene Kapitulation hält, wird im Schlußkapitel durch den Einbau weiterer Mechanismen verfeinert.

Während die Wahlkapitulation von 1484 bereits den Geist atmet, der den Pontifikat des Borgia-Papstes Alexander VI. (1492–1503) möglich machte, weist diejenige von 1559 einen anderen Charakter auf. Das sehr langwierige Konklave, in dem Pius IV. gewählt wurde, fand zu einer Zeit statt, als das Konzil von Trient noch nicht beendet war. Der äußere Druck, der auf die Wahlversammlung von seiten der Staaten ausgeübt wurde, war stark wie selten zuvor. Und doch kann man einen Wandel in der Auffassung vom Papstamt und von der Aufgabenverteilung zwischen Papst und Kardinälen erkennen.

Die dreiundzwanzig Abschnitte umfassende Wahlkapitulation verpflichtet den Pontifex zunächst dazu, sich nach Kräften zu bemühen, daß der Friede unter den christlichen Fürsten gewahrt wird. In einem späteren Kapitel muß sich der Papst verpflichten, weder Verträge zu schließen noch Bündnissen beizutreten, die die Führung eines Krieges gegen christliche Fürsten zum Ziel haben; vielmehr soll der Papst sich neutral verhalten. Man erkennt

⁴ Papst Leo X. (1513–1521) mit zwei Kardinälen. (Gemälde von Raffael, Florenz, Palazzo Pitti)



hier die Reaktion der Kardinäle auf die verhängnisvolle, kriegstreibende Politik des verstorbenen Papstes Paul IV.

Das zweite Kapitel verpflichtet den Erwählten, alle Mühe aufzuwenden, damit ein Generalkonzil zur Ausrottung der Häresie und zur Beseitigung der Mißstände in der Kirche und in der Christenheit zustande komme. Hier wird der Wunsch artikuliert, das seit 1552 unterbrochene Konzil endlich fortzuführen. Was den Status der Kardinäle angeht, so werden ihre Privilegien natürlich weitgehend bestätigt, aber deren in der Renaissance-Epoche gewuchertes Übermaß wird beschnitten. Von neu zu ernennenden Kardinälen wird erwartet, daß sie in bezug auf Ruf und wissenschaftliche Bildung die der Würde ihres Amtes entsprechenden Anforderungen erfüllen. Das schon länger geltende Gesetz, daß zwei Brüder nicht gleichzeitig Mitglieder des Kardinalskollegiums sein können, wird noch einmal in Erinnerung gerufen. Schließlich soll noch erwähnt werden, daß sich der Papst zur Vollendung des Petersdomes verpflichtet und soviel Geld dafür ausgeben kann, wie er für richtig hält.

Diese drei Wahlkapitulationen der Jahre 1458, 1484 und 1559 sollen genügen, um die Vielfalt der inhaltlichen Bestimmungen zu illustrieren. Der Stoff ist so vielgestaltig und reich, daß er für die geschichtliche Entwicklung der Kirchenverfassung und für die verschiedenen Vorstellungen, wie der Kirchenstaat zu leiten sei, eine wichtige Quelle darstellt.

Was nun das Verhältnis von Primat und Kardinalat angeht, so ist es notwendig, drei Ebenen zu unterscheiden, auf denen sich das Kardinalskollegium ein Mitwirkungsrecht zusichern läßt. Zum einen geht es um die aktuellen Schicksalsfragen der jeweiligen Epoche, also insbesondere um die Beseitigung des Großen Schismas, die Reform der Kirche an Haupt und Gliedern, den Versuch der Abwendung einer erneuten Kirchenspaltung und die Verstrickung des Papsttums in die europäischen Kriege des 16. Jahrhunderts. In diesen Fragen wird von den Kardinälen – modern gesprochen – ein Verfassungsauftrag erteilt, die praktische Ausführung der erforderlichen Regierungsmaßnahmen allerdings dem Papst überlassen. Zum anderen lassen sich die Kardinäle echte Zustimmungsrechte bei den *causae maiores*, also den besonders wichtigen Angelegenheiten der kirchlichen Verwaltung einräumen, unter denen insbesondere die Verlegung der römischen Kurie an einen anderen Ort als Rom, die Ernennung neuer Kardinäle, die Besetzung hoher Kirchenämter und die Erhebung von Steuern verstanden werden. Besonders stark ausgeprägt sind die Mitwirkungsrechte der Kardinäle schließlich hinsichtlich der Verwaltung des Kirchenstaates. Zwar werden die monarchischen Rechte des Papstes nicht in Frage gestellt, doch finden wir hier Beschränkungen der Administration in einem ähnlichen Umfang, wie er aus den ständischen Verfassungen der anderen europäischen Staaten bekannt ist. Daß sich die Kardinäle zur Absicherung ihrer verfassungsmäßigen Stellung bestimmte Freiheiten und Sicherungsrechte garantieren lassen, entspricht gleichfalls der Praxis im frühneuzeitlichen Ständestaat.

Die Verbindlichkeit der Wahlversprechungen

Bei der Aufstellung der Wahlkapitulationen hat man von Anfang an befürchtet, daß sich der Erwählte nach seinem Amtsantritt nicht an die gegebenen Versprechen halten werde. Man hat deshalb eine Reihe von Vorsichtsmaßnahmen ergriffen, um die Einhaltung der Wahlkapitulation sicherzustellen.

Selbstverständlich wurde zuerst einmal Wert darauf gelegt, daß jedes Mitglied der Konklaveversammlung den ausgehandelten Text mit seiner Unterschrift und dem Eid, die *capitula* im Falle seiner Erwählung zum Papst einzuhalten, bekräftigte. Darüber hinaus wurde der Erwählte angehalten, noch vor Verkündung seiner Wahl die Kapitulationsurkunde – nunmehr in seiner Eigenschaft als Papst – erneut zu beeiden und zu unterzeichnen. Über diese Vorgänge waren notarielle Urkunden zu errichten. Innerhalb bestimmter Fristen sollte der Pontifex eine Bulle mit dem Inhalt der Wahlkapitulation erlassen, was in einer Reihe von Fällen auch geschehen ist.

Daß sich die Päpste gleichwohl vielfach nicht an die Wahlversprechungen gehalten haben, ist nicht zu leugnen. Eindeutig war die Haltung von Innozenz VI., der nach Rücksprache mit den Kardinälen die gesamte Urkunde mit der Begründung aufgehoben hat, durch eine solche Wahlkapitulation werde die päpstliche Gewalt zu sehr eingeschränkt. Andere Päpste haben einzelne Kapitel aus der Kapitulation nachträglich verworfen, so etwa Paul II. (1464–1471), Leo X. (1513–1521) **4** oder Paul IV. (1555–1559). Der häufigste Fall aber dürfte gewesen sein, daß Päpste die von ihnen einst beschworenen *capitula* im Konfliktfall einfach ignoriert haben. Man kann jedoch nicht behaupten, wie das häufig geschehen ist, die Kapitulationen seien überhaupt nicht respektiert worden. Ebenso falsch ist die oft wiederholte Behauptung, die Aufstellung von Wahlkapitulationen sei den Kardinälen ganz generell verboten worden. Eine solche gesetzliche Bestimmung gibt es in eindeutiger Formulierung erst seit dem Jahre 1904.

Auch wenn also ein klares Verbot für die Wahlverträge im Konklave nicht bestand, so waren die Frage ihrer Erlaubtheit und der Grad ihrer Verbindlichkeit unter den Juristen stets umstritten. Bereits Innozenz VI. hatte vor Erlass seiner Widerrufsbulle *SOLLICITUDO PASTORALIS* Rat bei den Rechtsexperten eingeholt. Während des Großen Schismas kam es dann zu einer lebhaften Auseinandersetzung über die Frage, ob die Päpste der beiden Richtungen an ihre beschworenen Wahlzusagen, im Interesse der Kircheneinheit zurückzutreten, gebunden seien. Es ist bezeichnend, daß man sich damals bemühte, in den Besitz des Wortlautes der Bulle Innozenz VI. von 1353 zu gelangen, und daß man diesen Text kommentierte. **5**. Ausgelöst wurde die Flut von Gutachten über die Verbindlichkeit von Wahlkapitulationen einmal durch die Umfrage der Universität Paris im Jahre 1395 und die damit provozierte und in entgegengesetztem Sinn formulierte Umfrage Benedikts XIII. Eine zweite Gruppe von Rechtsgutachten entstand dann 1407, als sich Gregor XII. weigerte, seine den Kardinälen gegebenen Versprechen einzuhalten. Es gibt wohl

no. q. mlti d. orent
m illa suspē. p. d. u.
d. uir z a. g. u. d. u.
ut. i. d. i. c. t. u. r.

innocentius. ex servus
servorum dei. Ad perpetuam rei memoriam. Sollicitudo pastoralis officii sicut exigit ut prospiciamus ne ecclesie in suis viribus innovatoris dei mentis suscipiant / sic profecto requirit ut ecclesie Romanae cum auctoritate domino presidemus honore libertatis et iura sollicitudinis diligentie / studio fuemus a diminutione quasi illibita. Unde siquidem per obitum felices memorie Clementis pp. vi. predecessoris nostri / explicita sede vacante / Venerabiles fratres nostri sancte Romanae ecclesie cardinales de quorum numero tunc animus / ad tractandum de hijs que circa ecclesie Romanae principis incurrebant / Ximion in palacio apostolice ubi predecessor idem obierat / insimul congregati in scriptura quadam / cuius tenores patet de verbo ad verbum inserimus concordantur et deinde quidam eorum simpliciter iuraverunt ac nos et quidam alij sub hac condicione iuravimus. scilicet in quantum scriptura huiusmodi de iure providet / quod ille ex eis / quem assumi contingeret ad pontificatum in eadem scriptura utraque multo libere observaret / et quod eadem die qui foret ut presens assumptus perficeret ea que singula se fideliter fuerant / itaque hinc / super eis prefata iuramenta / Postmodum vero nos ad huiusmodi officium sicut insufficientibus meritis /

Coroz. & supple. me. pla. c. lxxxv.
q. in d. lxxv. in me. fuit & roman
cor negligere qui alios osuunt
in sua iusticia osuunt.

Et tñ eade fit & alij Explanato
q ne obligatur sicut isti ita nec
illi qui simpliciter iuraverunt ut
poteat q. q. ista adno ut sub
relligebat & ut. ut. in om. t.
ad nrm. uq. r. c. r. c. i. l. q. d. d.
202

¶ Hic sicut unumquodque sup. aliquem
prestitum postea non uultus co-
tendi ad illa q. ad illa sup. q. s.
fuit prestitum. In in postea. rati-
onem potest ut patet de un. un.
c. dicitur. nec ibi notat per glo. de
in un. in nou.

keinen damaligen Juristen von Rang, der keine Stellungnahme zu diesem Problem abgegeben hat.

Faktisch hat sich zur Zeit des Großen Schismas die Lehre von der Verbindlichkeit der Wahlkapitulation durchgesetzt, wie die Begründungen der Papstabsetzungen in Pisa und Konstanz zeigen. Nach der Überwindung des Großen Schismas und nach der allmählichen Zurückdrängung des konziiliaren Gedankens entstand ein restauriertes, vom monarchischen Gedanken durchdrungenes Papsttum, das sich nur ungern mit einer Bindung durch Konklaveversprechen abfinden wollte. Wiederholt kam es deshalb im Verlauf des 15. und des 16. Jahrhunderts zu juristischen Kontroversen über den Grad der Verbindlichkeit der Wahlkapitulationen.

Forschungsaufgaben

Bisher ist es in jahrelanger Sucharbeit gelungen, etwa 90 Prozent der vermutlich existierenden päpstlichen Wahlkapitulationen in verschiedenen europäischen Bibliotheken und Archiven aufzufinden. Mikrofilme und Fotokopien dieser Texte werden am Regensburger Lehrstuhl für Bürgerliches Recht, Europäische Rechtsgeschichte und Kirchenrecht gesammelt und für den Druck vorbereitet. Im einzelnen bleibt hinsichtlich der Erforschung der päpstlichen Wahlversprechungen noch viel zu leisten. In erster Linie sind die letzten bisher unbekannten, noch in den Archiven verborgenen Texte der Wahlverträge aufzuspüren. Zugleich ist der Verlauf der zeitgenössischen juristischen Diskussion über die rechtliche Verbindlichkeit der eidlich bekräftigten Selbstbindung noch genauer zu verfolgen und zu analysieren. Es dürften ca. fünfzig Rechtsgutachten sein, die für die Edition und Kommentierung der päpstlichen Wahlkapitulationen berücksichtigt werden müssen.

Schon jetzt aber läßt sich sagen, daß der Erkenntnisgewinn sowohl für die Sozialgeschichte wie für die Mentalitätsgeschichte groß, für die Rechtsgeschichte sogar sehr bedeutend sein wird. Es wird sich zeigen, daß die pauschale negative Beurteilung der Kapitulationen seitens der älteren Geschichtsschreibung nicht haltbar ist. Sowohl die bischöflichen wie die päpstlichen Wahlkapitulationen werden bei einer differenzierten Betrachtung ein durchweg positiveres Bild bieten, als dies in den alten Darstellungen gezeichnet worden ist.

Als Grundlinie der kirchlichen Wahlverträge wird man das Bestreben erkennen können, auffallende Mißstände und Fehler der Regierungsperiode des verstorbenen Regenten zu revidieren und solche Mißstände für die Regierungszeit des kommenden Amtsinhabers nach Möglichkeit auszuschließen. Sicher ging es den Mitgliedern der Wahlgremien auch darum, die erworbenen Vorrechte und Privilegien vertraglich abzusichern und nach Kräften zu erweitern. Daneben aber werden die vielfältigen Bemühungen der Domkapitel und des Kardinalskollegiums sichtbar werden, die monarchische Herrschaftsausübung durch kollegiale Hilfen und Kontrollen zu verbessern und so die Reform der Kirche, sei es auf der Ortsebene, sei es im Bereich der Weltkirche, voranzutreiben. Auf dem Gebiet der territorialen Herrschaft der geistlichen Fürsten und im Kirchenstaat erweisen sich die Wahlkapitulationen als ein wirksames Mittel, die Macht des Herrschers zu kontrollieren und Mitverantwortung zu tragen. Auch die weltlichen Wahlmonarchien haben sehr häufig Wahlkapitulationen praktiziert, die zum Teil als Nachahmungen aus dem kirchlichen Bereich aufzufassen sind. Im Heiligen Römischen Reich Deutscher Nation gibt es die kaiserlichen Wahlkapitulationen, die zu den Reichsgrundgesetzen zählen, seit 1519. Ungarn kennt diese beschworenen Wahlverträge seit 1387, Polen seit 1573, auch Dänemark, Böhmen, Schweden sind als Länder mit Wahlkapitulationen zu nennen. Die Erforschung der päpstlichen Wahlkapitulationen wird also ein Beitrag zur Erforschung der gemeinsamen verfassungsgeschichtlichen Grundlagen und somit zur Erschließung der europäischen Rechtsgeschichte sein.

5 Die Bulle

»SOLLICITUDO PASTORALIS«
von Papst Innozenz VI.
vom 6. Juli 1353, in der er
seine Wahlkapitulation von 1352
aufhebt. Abschrift von ca. 1395
mit juristischen Randglossen
über die rechtliche Verbindlichkeit
von Wahlkapitulationen.
(Paris, Bibliothèque Nationale)

Deggendorfer Gnad

Nachruf auf eine umstrittene Hostienwallfahrt mit judenfeindlichen Elementen

Antisemitismus

Die »Deggendorfer Gnad« war weltweit wohl die letzte noch existierende Wallfahrt ihrer Art. Sie geht zurück auf die Beschuldigung, Deggendorfer Juden hätten im Spätmittelalter geweihte Hostien verunehrt, wobei sich im Verlauf und in Folge dieses Frevels eine Reihe von Wundern ereignet haben soll. Im vergangenen Jahr hat nun der Bischof von Regensburg einen Schlußstrich unter die Wallfahrt gezogen und die Juden öffentlich um Vergebung für die jahrhundertelange Verleumdung gebeten.

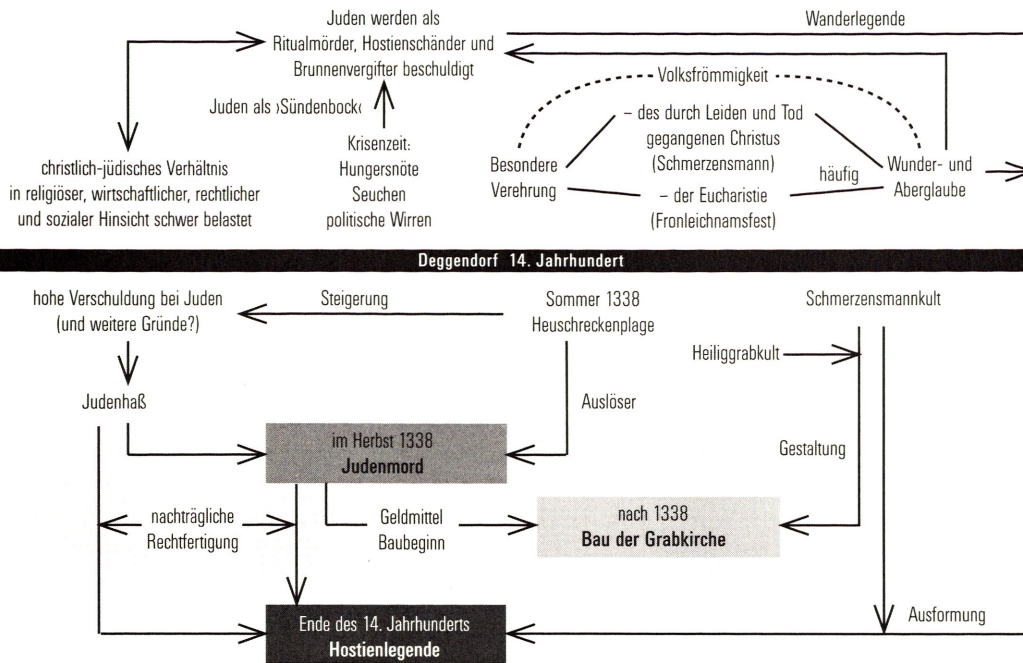
Der historische und theologische Hintergrund

Was sich in jenen fernen Tagen des Mittelalters tatsächlich auf dem Boden der Stadt Deggendorf (Niederbayern) und in den Köpfen ihrer Einwohner abspielte, wird nur verständlich, wenn man die geschichtliche und religiöse Situation der Zeit und die vorausgegangene Entwicklung des jüdisch-christlichen Verhältnisses sowie der theologischen Lehre über die Eucharistie näher untersucht. ¹

Bereits von den Autoren des Neuen Testaments wurden im Rahmen des Scheidungsprozesses von Judentum und Christentum antijudaistische Haltungen grundgelegt, die die Kirchenväter entfaltet und weitergegeben haben. Seit dem Ersten Kreuzzug (1096–1099) war das Zusammenleben von Juden und Christen immer schwerer belastet. Damals hatten sich neben den regulären Kreuzzugsheeren etwa 50 000 bis 70 000 fanatisierte Männer und Frauen – die sich selbst »pauperes« (Arme) nannten – in fünf oder sechs großen Haufen aufgemacht, um gen Jerusalem zu ziehen. »Als sie nun auf ihrem Zuge durch die Städte kamen, in denen Juden wohnten, sprachen sie unter einander: ›Sehet, wir ziehen den weiten Weg, um die Grabstätte (Jesu) aufzusuchen und uns an den Ismaeliten (Muslime) zu rächen, und siehe, hier wohnen unter uns die Juden, deren Väter ihn unverschuldet umgebracht und gekreuzigt haben! So lasset zuerst an ihnen uns Rache nehmen und sie austilgen unter den Völkern, daß der Name Israel nicht mehr erwähnt werde; oder sie sollen unseresgleichen werden und zu unserem Glauben sich bekennen.« (Salomo bar Simson, jüdischer Chronist des 12. Jahrhunderts) In der absurden Meinung, ein gottgefälliges Werk zu tun, metzelten sie so in zahlreichen Städten des Rheinlands, Frankens, Böhmens und entlang der Donau deren jüdische Einwohner zu Tausenden nieder.

Rechtlich, sozial und wirtschaftlich stark benachteiligt, wurden die Juden in der Folgezeit zusehends in die Rolle des Außenseiters gedrängt, der als Sündenbock für alle Mißstände herhalten mußte. So kam es beim Auftreten von Hungersnöten, Seuchen und politischen Wirren wiederholt zu blutigen Judenverfolgungen, die in der Krisenzeit des 14. Jahrhunderts ihren Höhepunkt erreichten. Als Vorwand oder zur nachträglichen Rechtfertigung von Mord und Plünderung dienten die drei nachweislich falschen Beschuldigungen der Tötung christlicher Kinder zu kultischen Zwecken (Ritualmord), der Brunnenvergiftung und nicht zuletzt der frevelhaften Schändung von Hostien. Letzterer Vorwurf ist nur erklärlich aus der überragenden Stellung, die das Altarsakrament in der Theologie und religiösen Verehrung des Mittelalters einnahm. Verursacht durch eine Überbetonung der Ehrfurcht vor den eucharistischen Gaben und durch die Entwicklung der kirchlichen Liturgie, die das gläubige Volk zu bloßen Zuschauern degradierte, galt seit dem 13. Jahrhundert nicht mehr das eucharistische Mahl, sondern das Zeigen und Betrachten des gewandelten Brotes (Hostie) und Weines als Höhe- und Mittelpunkt der Meßfeier.

Diese Schaufrömmigkeit der heraufsteigenden Gotik brachte jedoch nicht nur neue Formen frommer Verehrung und die Einführung des Fronleichnamsfestes hervor, sondern brach auch einer Verdinglichung des Altarsakramentes Bahn, die abscheuliche Blüten des Aberglaubens zeitigte. Sie nährte auch den seit dem Ende des 13. Jahrhunderts in Umlauf kommenden Wahn, Juden würden sich an Hostien vergehen – zur Verhöhnung der Christen und im Nachvollzug der Passion Jesu, die in der christlichen Frömmigkeit des Spätmittelalters eine so große Rolle spielte und in den Darstellungen des Schmerzensmannes (des durch Leiden und Sterben hindurchgegangenen Erlösers) förmlich kristallisiert ist. »Glühend versenkte man sich in das Leiden des Herrn, in seine heiligen Wundmale, in sein durchbohrtes Herz, ja in jede erlittene Marter ... Man spielte auf offener Bühne die Passion und errichtete ›Ölberge« und ›Heilige Gräber« ... Man trachtete danach, Reliquien der Passion zu erwerben: eine Partikel vom Kreuz, einen Nagel, die Lanze, ein Stückchen vom essiggetränkten Schwamm, von der Dornenkrone, von der blutdurchtränkten Erde oder auch nur ein Steinchen vom Kalvarienberg.« (Manfred Weitlauff) Ein Teil dieser und viele andere Gegenstände, die mit dem Leben und Tod Jesu in Verbindung stehen und Aufnahme unter die ›Arma Christi« (Leidenswerk-



1 Zur Entstehung von Judenpogrom und Hostienlegende in Deggendorf

zeuge) fanden (z.B. auch Hammer, Zange, jüdisches Beschneidungsmesser), kehren als »Marterwerkzeuge« in den gleichförmigen, wundersüchtigen und meist von Widersprüchen strotzenden Hostienschändungslegenden wieder – Legenden, in denen sich der an der Schmerzensmandarstellung haftende Vorstellungskomplex spiegelte und deren Entstehung durch die Ermordung von Juden ausgelöst wurde.

Die wesentlichen Forschungsergebnisse zur Deggendorfer Wallfahrt

Was in diesem grob skizzierten Überblick geschildert wurde, läßt sich an der nunmehr gründlich erforschten Entstehungsgeschichte der »Deggendorfer Gnad« geradezu beispielhaft aufzeigen.

Die zeitgenössischen Quellen wissen ausnahmslos nur von einem Deggendorfer Judenmord im Herbst 1338, der ganz offenkundig in der hohen Verschuldung der Bürger bei den Juden begründet und durch eine unmittelbar vorausgehende verheerende Heuschreckenplage, die wohl die Ernte vernichtet hatte, veranlaßt worden war. Es handelte sich hierbei um eine überfallartige Aktion ohne vorausgehenden Prozeß, die Ende September oder Anfang Oktober des Jahres stattfand, wahrscheinlich in direktem Zusammenhang mit dem Zahltag des Michaelifestes. Wie der Judenmord in Pulkau Ende April 1338 für den niederösterreichischen, böhmischen und mährischen Raum, löste auch der Deggendorfer Pogrom binnen kürzester Zeit eine Welle von Judenmetzeleien in ganz Niederbayern aus.

Erst nach 1370, also eine ganze Generation später, hören wir erstmals in einer bayerischen Quelle von einem ausdrücklich als üble Nachrede (lateinisch: infamia) bezeichneten Verdacht, Juden hätten Hostien geschändet und seien deshalb in weiten Teilen Bayerns und Österreichs ermordet worden. In der dunklen Inschrift am zweiten Pfeiler des nördlichen Seitenschiffes der Deggendorfer Kirche zum Hl. Grab und sodann deutlich in den um 1388 entstandenen »Gründungsgeschichten der Klöster Bayerns« greifen wir erstmalig den konkreten Vorwurf an die Adresse der Deggendorfer Juden, sich 1337(!) einer Hostienschändung schuldig gemacht zu haben. Mit dem »Gedicht von den Deggendorfer Hostien«, wohl aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts, steht unvermittelt eine voll ausgeformte, naiv-phantastische Legende vor uns, die wohl ein fahrender Sänger im Auftrag eines Deggendorfer Bürgers (vermutlich auf der Grundlage einer mündlich umlaufenden Erzählung) angefertigt hat. Aufgrund innerer Widersprüche,

dorfer Kirche zum Hl. Grab und sodann deutlich in den um 1388 entstandenen »Gründungsgeschichten der Klöster Bayerns« greifen wir erstmalig den konkreten Vorwurf an die Adresse der Deggendorfer Juden, sich 1337(!) einer Hostienschändung schuldig gemacht zu haben. Mit dem »Gedicht von den Deggendorfer Hostien«, wohl aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts, steht unvermittelt eine voll ausgeformte, naiv-phantastische Legende vor uns, die wohl ein fahrender Sänger im Auftrag eines Deggendorfer Bürgers (vermutlich auf der Grundlage einer mündlich umlaufenden Erzählung) angefertigt hat. Aufgrund innerer Widersprüche,

2 Titelblatt eines Wallfahrtsbüchleins zur »Gnad« mit einem Auszug aus dem Werk »Memoria mirabilium Dei« von Johannes Sartorius in der Regensburger Auflage von 1716



sachlicher Fehler und ihres aus Einzelementen völlig schematisch und schablonenhaft konstruierten Aufbau (Ostern 1337 als Datum der Hostien-schändung!) muß ihr jegliche Glaubwürdigkeit abgesprochen werden. Insbesondere fällt das geringe Maß an ortsspezifischen Zügen auf, wobei der einzige überhaupt darin genannte Personennamen einen nicht existenten ›Hartmann von Degenberg‹ bezeichnet.

Bis zum beginnenden 17. Jahrhundert erfährt die Legende noch einige Veränderungen, wobei die schwankende Zahl der beim angeblichen eucharistischen Frevel verwendeten und anschließend aufbewahrten Hostien auffällt; während bis einschließlich der Schedelschen Weltchronik von 1493 immer nur von *einer* Spezies die Rede ist, wissen die späteren Quellen plötzlich von zehn oder elf Partikeln oder auch von Hostien unbestimmter Anzahl.

Mit dem von da an maßgeblichen Werk des Deggendorfer Stadtpfarrers Johannes Sartorius ›Memoria mirabilium Dei‹ (Gedächtnis an die Wunder Gottes; die Wendung ist dem Psalm 111 entnommen) aus dem Jahre 1604 war die Legende nunmehr in der Gestalt festgehalten, wie sie in den folgenden Jahrhunderten als dem geschichtlichen Hergang entsprechend geglaubt und verteidigt wurde. 2 und 5. Von dem tatsächlichen Geschehen des Jahres 1338 war nach gut zweieinhalb Jahrhunderten außer dem Faktum des Judenmordes selbst nichts mehr übriggeblieben.

In einem weiteren Schritt waren sodann die der Hl. Grabkirche gewährten Ablass in den Blick zu nehmen. Nach römisch-katholischer Lehre zieht das Begehen einer Sünde Sündenschuld sowie Sündenstrafen nach sich; während die Sündenschuld durch Beichte und Reue getilgt wird, müssen die (zeitlichen) Sündenstrafen abgebußt werden, wobei neben Gebeten und guten

Werken als weitere, durch die Hilfe der kirchlichen Gemeinschaft erleichterte Möglichkeit bis heute die Gewinnung von Ablässen angeboten wird. 3.

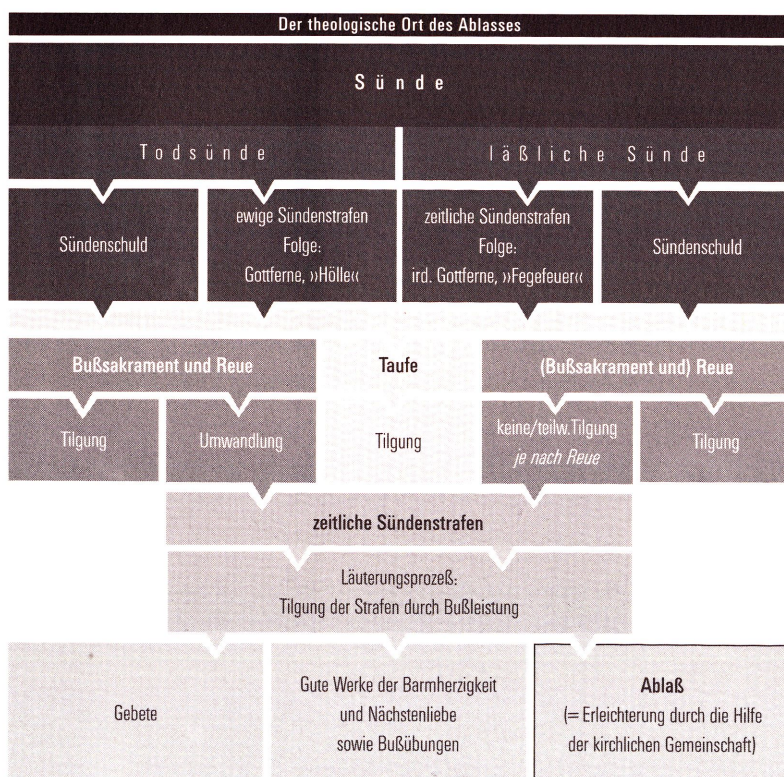
Die genaue Untersuchung der Ablassurkunden, deren hohe Qualität, ja Einmaligkeit, bis in die Gegenwart immer wieder herausgestellt wurde, hat folgendes ernüchterndes Ergebnis erbracht: Keinem der im 14. und 15. Jahrhundert für die Deggendorfer Pfarr- und Grabkirche ausgestellten Ablassbriefe kann besondere Bedeutung beigemessen werden. Sie bleiben samt und sonders im Rahmen des zur jeweiligen Zeit oder unter dem jeweiligen Pontifikat Üblichen und haben überdies *keinerlei* Bezug auf die Hostienlegende. Weder Papst Bonifaz IX. noch Papst Innocenz VIII. hätten sich gescheut, jüdische Untaten oder etwaige Hostienwunder beim Namen zu nennen (wie sie es auch andernorts getan haben), wenn dies für die Ablassverleihung irgendeine Rolle gespielt hätte. Die beiden durch diese Päpste ausgestellten Ablassbullen von 1401 und 1489 waren aufgrund von Widerruf nur für einen sehr beschränkten Zeitraum gültig, diejenige von Innocenz VIII. etwa siebenundsiebzig Jahre, diejenige von Bonifaz IX. gar nur gut eineinhalb Jahre.

Während man vom Widerruf des Ablasses von 1401 immerhin noch im 15. Jahrhundert zumindest soviel erfuhr, daß man mit einer Eingabe beim Heiligen Stuhl darauf reagierte, dauerte es über eineinhalb Jahrhunderte, bis der Widerruf von 1567 in seiner harten Konsequenz ins Bewußtsein drang. Bereits zu Anfang dieser Zeitspanne, ganz deutlich dann im 1604 erschienenen und bereits erwähnten Werk ›Memoria mirabilium Dei‹ des Deggendorfer Stadtpfarrers Johannes Sartorius, wurden die Ablass in unmittelbare Verbindung mit angeblichen Hostienwundern und der Verehrung der sogenannten Mirakelhostien gebracht, zu deren Förderung sie nach der von nun an allgemein herrschenden Tradition verliehen worden waren. Nach wiederholten Gesuchen um Ablassbrevien von ein-, zwei- oder siebenjähriger Gültigkeitsdauer in der langen Amtszeit des Stadtpfarrers Stang (1735–1785) scheint jedoch auch diese Gepflogenheit wieder außer Übung gekommen zu sein, so daß erst dank der Bemühungen des Regensburger Bischofs Senestréy im Jahre 1863 zur ›Gnadzeit‹ wieder ein Plenarablass, also ein vollkommener Ablass, in Deggendorf zu erlangen war. In völliger Angleichung an die bei der Neuordnung des Ablasswesens festgesetzten Bedingungen zur Gewinnung eines vollkommenen Ablasses für die Anbetung des Altarsakramentes wurde schließlich 1968 ein neuer, ›für alle Zeiten‹ gültiger Indulgenzbrevier gewährt, der jedoch an allen Tagen des Jahres bei Aussetzung des Allerheiligsten gewonnen werden kann.

Wenn man schließlich noch die gegenständlichen Quellen ins Auge faßt – dies sind neben den sogenannten Mirakelhostien vor allem die Grabkirche mit Gruftaltar, Schmerzensmann-darstellungen und diversen Bildern und Gemälden sowie die ›Marterwerkzeuge‹ und der ›Gnadenbrunnen‹ –, ergibt sich folgendes Gesamtergebnis:

In einer überfallartigen Aktion Ende September oder Anfang Oktober des Jahres 1338 wurden die in der Stadt Deggendorf ansässigen Juden aus

3 Sünde und Ablass





4 Die Mitwirkenden eines in den Jahren 1925/26 in Deggendorf aufgeführten »Gnad«-Spiels, darunter »Juden« in mittelalterlicher Tracht und z.T. mit aufgeklebten Hakennasen (Nr. 7-10, 26-28), der Teufel (Nr. 13) und die Gottesmutter Maria (Nr. 66)

wirtschaftlichen Gründen (Schulden, Mißernte) ermordet. Im Laufe der darauffolgenden Jahre begann man – nunmehr in einer finanziell günstigeren Situation – mit dem Bau einer geräumigen Kirche innerhalb der Stadtmauer, die einem seelsorglichen Bedürfnis entsprach. Das Gotteshaus, das sich 1361 in Bau befand, konnte noch vor der Jahrhundertwende im wesentlichen fertiggestellt werden. Die Kirche erhielt zwei im Mittelalter sehr häufige Patrozinien, indem sie den Apostelfürsten Petrus und Paulus sowie dem Leibe Christi geweiht wurde. Letzteres deutet keineswegs auf eine verübte Hostienschändung, sondern vielmehr auf ein hier errichtetes Heiliges Grab hin, das zusammen mit der »Imago pietatis« – dem Schmerzensmann – Objekt einer ausgeprägten Passionsfrömmigkeit war und der in verschiedener Hinsicht nach Jerusalem weisenden Filialkirche den schon im 14. Jahrhundert gebräuchlichen Namen »Hl. Grabkirche« verlieh.

Da durch die Verbindung von Schmerzensmannkult und geschehenem Judenmord die Voraussetzungen zur Entstehung einer Hostienschändungslegende gegeben waren und sich hierdurch der wahre Grund des Verbrechens bemänteln ließ, kann es nicht überraschen, daß sich schon vor 1400 der Vorwurf eines jüdischen Hostienfrevels und wohl noch in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts eine vollausgeformte, stereotype und den tatsächlichen Hergang völlig entstellende Legende greifen läßt. Diese Hostienlegende wiederum verstärkte die in der spätmittelalterlichen Verehrung des leidenden Gottessohnes enthaltene eucharistische Komponente und drängte den Hl.-Grab-Kult zurück, zumal die Kirche im 16. Jahrhundert ihre frühere Bedeutung als Stätte nächtlicher Anbetung am Grabe einbüßte. Auch die der Pfarrkirche gemeinsam mit der nur als »Capella« bezeichneten Grabkirche unabhängig von der Hostienverehrung verliehenen unbedeutenden Ablässe (der »große Gnadablaß« von 1401 wahrscheinlich zum Erntedankfest) wurden nun mit der Hostienschändung in Verbindung gebracht, und die untergeordnete Kirche zum Hl. Grab in den Vordergrund gerückt. Erst nach dem Abschlagen der Schmerzensmannfigur im Altarraum 1611 jedoch scheint die

besonders von Stadtpfarrer Johannes Sartorius (1599–1609) und dem nachgeborenen Herzog Albrecht von Bayern (1584–1666) geförderte Wallfahrt zu den angeblich unversehrten erhaltenen »Mirakelhostien« vollends aufgeblüht zu sein, um im 18. und 19. Jahrhundert sechsstelligen Besucherzahlen und eine kaum zu überschätzende finanzielle Bedeutung zu erlangen. So waren die alljährlich vom 29. September bis zum 4. Oktober feierlich begangenen Herbsttage der »Gnad« nicht nur das kirchliche, sondern auch das wirtschaftliche Ereignis des Jahres für Deggendorf. 4 bis 8.

Den übrigen gegenständlichen Quellen kann hinsichtlich der in Frage stehenden Geschehnisse keine Beweiskraft zugemessen werden, da sie entweder erst in späterer Zeit entstanden sind oder ursprünglich nichts mit dem Hostienkult zu tun hatten. Auch die »Mirakelhostien« und die »Marterwerkzeuge« wurden erst im nachhinein angeschafft, Hostien und Ahle zusätzlich (und höchstwahrscheinlich nicht nur einmal) ausgetauscht.

Selbst wenn man somit die erdrückenden historischen und theologischen Argumente gegen die Geschichtlichkeit von jüdischen Hostienschändungen und dabei geschehenen Wundern ausblendet und nur den Quellenbefund für diesen einen Fall heranzieht, ist der Deggendorfer Hostienlegende in allen Teilen – mit Ausnahme des Judenmordes – jegliche Glaubwürdigkeit abzusprechen.

Konsequenzen

Aufgrund dieses Befundes und aufgrund der Tatsache, daß die »Gnad« Antijudaismus in grundsätzlicher und massiver Form transportierte, wie diverse Wallfahrtsbüchlein, Litaneien und Theaterstücke belegen, entschloß sich die Bistumsleitung Ende Januar 1992, die Wallfahrt zur »Deggendorfer Gnad« einzustellen. Zur Erklärung dieser einschneidenden und für viele überraschenden Maßnahme richtete der Bischof von Regensburg, Manfred Müller, am 25. März 1992 ein Hirtenwort an die Katholiken in Deggendorf. Hier heißt es:

»Bereits seit 1960 gab es berechnete Anfragen und Diskussionen, ob die Weiterführung einer Wallfahrt zu verantworten ist, die judenfeindliche

5 Zwei der vierzehn großformatigen Tafelbilder mit Darstellungen zur Deggendorfer Hostienlegende, aus dem Jahre 1710, die aufgrund eines regelrechten Pressesturms 1968/69 aus dem Altarraum der Grabkirche entfernt wurden, nachdem 1961 bereits die Untertitel überklebt und 1967 die Bilder selbst mit einem Vorhang verdeckt worden waren



Tafelbild III

»Die heiligen Hostien werden von den Juden bis auf das heilige Blut mit Dornen / gekratzt und es erscheint unter solcher Marter ein kleines Kind. Ein solcher / Dorn ist noch zu sehen.«

Die übrigen »Martern« waren: Stechen mit einer Schuhahle, Einführen in einen heißen Backofen, Schlagen mit Hämmern auf einem Amboß, Vergeblicher Versuch des Verschluckens.

III. Die heiligen Hostien werden von den Juden bis auf das heilige Blut mit Dornen gekratzt und es erscheint unter solcher Marter ein kleines Kind. Ein solcher Dorn ist noch zu sehen.



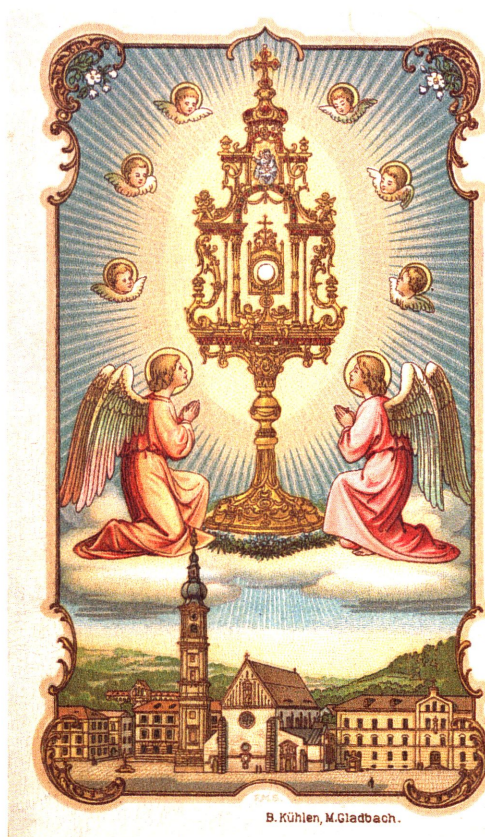
X. Die Juden werden vertrieben oder von den Christen erschlagen mit dem
Vorsatze, daß fürderhin die Stadt von ihnen befreit soll bleiben.

Die beiden hier abgebildeten
und drei weitere Gemälde
aus diesem Zyklus
sind ab 10. Dezember 1993
in der neuen Abteilung
»Deggendorfer Gnad«
im Stadtmuseum Deggendorf
zu sehen.

Tafelbild X

»Die Juden werden vertrieben
oder von den Christen erschlagen
mit dem / Vorsatze, daß
fürderhin die Stadt
von ihnen befreit soll bleiben.«

6 Andachtsbild zur »Deggendorfer Gnad« aus dem 19. Jahrhundert mit der Grabkirche und der von Engeln angebeteten »Mirakelmonstranz«, die die vorgeblichen Wunderhostien enthielt



Elemente in sich trägt. Im Jahre 1984 habe ich daher den Inhaber des Lehrstuhls für Kirchengeschichte des Donauraumes an der Katholisch-Theologischen Fakultät der Universität Regensburg [Prof. Dr. Karl Hausberger] gebeten, eine Forschungsarbeit zur »Deggendorfer Gnad« zu vergeben. Das Ergebnis dieser Forschungen liegt nun in Form einer umfangreichen Doktorarbeit vor, in der die geschichtlichen und theologischen Hintergründe und Zusammenhänge wissenschaftlich exakt dargestellt werden. Es wurden hierzu alle vorhandenen schriftlichen und gegenständlichen Quellen und Dokumente herangezogen und ausgewertet, ein Großteil davon zum ersten Mal ...

Da jetzt die Haltlosigkeit jüdischer Hostien-schändungen auch für den Deggendorfer Fall endgültig bewiesen ist, ist es ausgeschlossen, die »Deggendorfer Gnad« – noch dazu als »Eucharistische Wallfahrt der Diözese Regensburg« – weiterhin zu begehen. Als Kirche Jesu Christi sind wir der Wahrheit und der Aufrichtigkeit verpflichtet. Wenn eine scheinbar fromme Legende als böswillige Unterstellung entlarvt wird, dann müssen wir jetzt bereit sein, ein aufrichtiges Schuldbekenntnis zu sprechen – dies umso mehr, als es hier um eine Diffamierung geht, die den Ruf der Juden, »unserer älteren Brüder« (Papst Johannes Paul II.), bis in die Gegenwart nachhaltig geschädigt hat.

Liebe Schwestern und Brüder, ich würde mir wünschen, daß dieses Eingeständnis schwerer Schuld nicht als lästige Pflichtübung aufgefaßt wird, vielmehr jedem ehrlich empfindenden Christen ein Bedürfnis ist – nicht zuletzt in Anbetracht des millionenfachen Judenmordes in der NS-Zeit und der Judenfeindschaft vieler Christen in den vergangenen Jahrhunderten.«

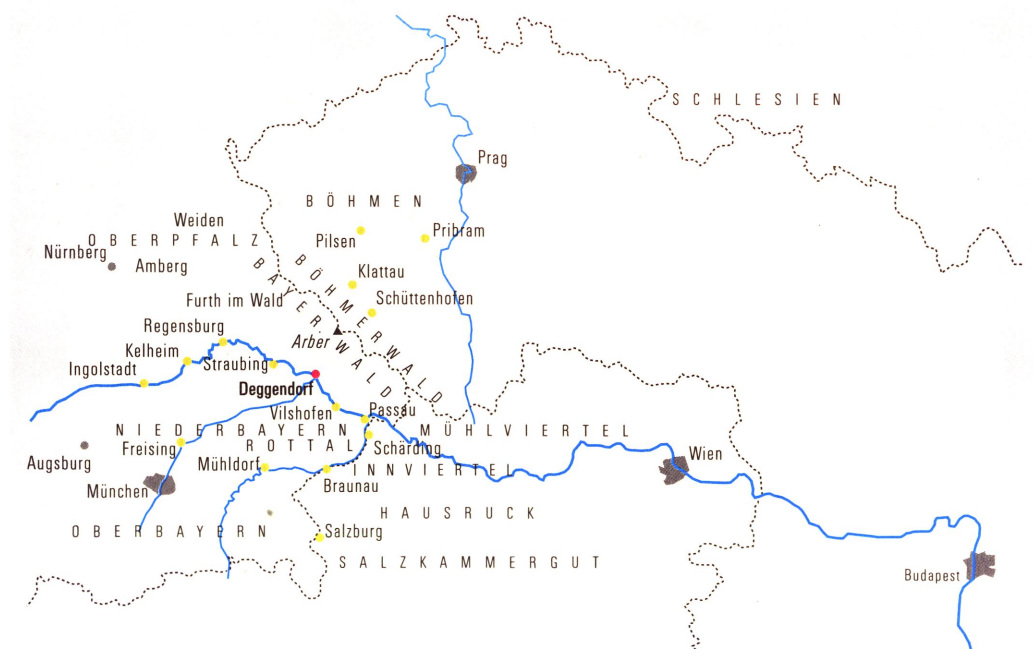
Als sichtbares Zeichen des Schuldbekenntnisses soll in Bälde eine Gedenktafel an der Grabkirche angebracht werden, die neben einer knappen Darlegung des historischen Sachverhalts die Bitte um Vergebung enthält und von Diözesanbischof Manfred Müller und Stadtpfarrer Ludwig J. Rösler unterzeichnet sein wird.

Es wäre jedoch falsch, die Aufarbeitung der Verbrechen, die in den vergangenen Jahrhunderten an Juden verübt wurden, allein den Deggendorfern und einigen kleinen engagierten Gruppen zuzuschieben. Angesichts der jüngst geschehenen Schändungen jüdischer Friedhöfe und Gedenkstätten in Deutschland sind alle gefordert, sich dafür einzusetzen, daß Vorurteile und Fehlhaltungen gegenüber Juden abgebaut werden, damit gegenseitiges Verständnis wächst und Menschen jüdischen Glaubens auch in Zukunft ohne Angst in unserer Mitte leben können.

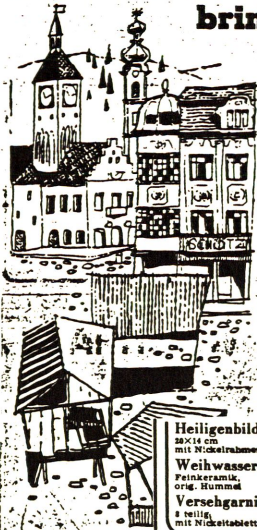
Zu Autor und Thema ► Seite 85

7 Maximaler Einzugsbereich der »Deggendorfer Gnad«

18. Jahrhundert bis Beginn des 20. Jahrhunderts
in den letzten Jahrzehnten



Zur Deggendorfer Gnad bringt Schötz die richtigen Marktangebote



Gnaden-Markt- Angebote

Zur „Deggendorfer Gnad“
liegt alles schon parat,

was Sie im Kaufhaus Krauth an diesen Marttagen be-
sondere preisgünstig einkaufen wollen. Aus der Fülle unserer
Auswahl haben wir einige Beispiele ausgewählt, die Sie
bestimmt von Ihren Kauf-Vorteilen überzeugen:

Heiligenbilder 30x18 cm mit Nickerahmen	75 ^h	Zur Gnad'	Kopfgarnituren	37 ^h
Weihwasserkessel Feinkeramik orig. Mummel	75 ^h	Schlafzimmerbilder 30x18 cm vielle Motive	Jesus und Maria	
Verschgarnituren 4 teilig mit Nickerabstet	13 ^h	Hängekrenze silber- od. messing- farb. Körper	Rosenkränze	70 ^h
			Gebetbuchhüllen	50 ^h
			Plastik	

DA LOHNT

Am Sonntag, 2. Okt. von 10.30 bis 17 Uhr geöffnet

STADT- GESPRÄCH

Gut
gekauft...



ZUM GNADENMARKT
IM KAUFHAUS

DER WEG LOHNT SICH ZU SCHÖTZ DER WEG LOHNT SICH ZU SCHÖTZ DER WEG LOHNT SICH ZU SCHÖTZ DER WEG LOHNT SICH

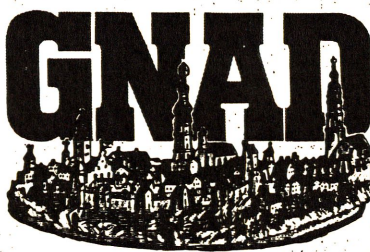
ZUM GNADENMARKT

Jedes Jahr die gleiche Freude
über die großzügige Schötz-Auswahl
in Herbst- und Winterbekleidung.

Jedes Jahr die gleiche Freude
über die günstigen Schötz-Preise
für gediegene Qualitäten.

Zur «Deggendorfer Gnad»
gibt Krauth den besten Rat:

DEGGENDORFER



Vom 29. 9. bis 4. 10. wird Deggendorf zum Anziehungspunkt für viele
Besucher von nah und fern. Wie schon seit vielen hundert Jahren. Man
kommt auch gern zum Einkaufen in unsere alte Stadt, man besucht den
Gnadenmarkt und macht natürlich auch einen Einkaufsumweg bei
Schötz. Das lohnt sich ganz besonders bei diesen Angeboten!

Am Sonntag, 4. Okt. 1953 ab 10.30 Uhr geöffnet

Jedes Jahr
das gleiche
Ziel:

KAUFHAUS



DEGGENDORF

Zur Gnad, wie immer
Fahrräder

von einfacher bis zur besten Ausführung
führender Marken wie
Adler - Hercules - Triumph - NSU
sowie sämtliche Ersatzteile zu
günstigen Preisen.
Das MOPED - Motorfahrrad
führerschein- und steuerfrei

Der Gnadenmarkt-Sonntag:
der große Modetag bei Krauth

DEGGENDORF
GNAD

DAZU DIE GÜNSTIGEN
SCHÖTZ-ANGEBOTE
ZUM GNADMARKT

HEUTE, SAMSTAG, HABEN WIR FÜR SIE BIS 14 UHR
UND MORGEN, SONNTAG, VON 12 - 17 UHR GEÖFFNET

Damen-Wintermäntel modische Stoffe und neue, herbstliche Farben	112.-	85.-	48.-
Damen-Perlen-Unterkleider in den schicksten Farben, wertvolle Verarbeitung	4.50	5.95	4.98
Damen-Wäschegeknitter Zweig, leichte Baumwoll-Quellide	3.50	3.50	1.98
Damen-Schlüpfer Baumwolle, mit kurzen Bein, rot, weiß und lila	1.75	1.40	1.25

8 Werbeanzeigen
von Deggendorfer Kaufhäusern
aus den Jahren 1953 bis 1964.
(Collage)

Mönche vor Gericht

Überlegungen zu Bildprogrammen in Kapitelsälen

Kunst des Mittelalters

Der Kapitelsaal gehört seit dem 11. Jahrhundert zum Bauplan abendländischer Klosteranlagen. Wegen seiner unterschiedlichen Funktionen im Rahmen des Klosterlebens, aber auch aus dem Bedürfnis nach einem repräsentativen Empfangsraum für geistliche und weltliche Gäste wurde auf eine reiche Ausstattung mit Malereien und Skulpturen großer Wert gelegt. Die Vielfalt der Themen, die dabei zur Darstellung kamen, scheint dafür zu sprechen, daß es kein festgelegtes Programm für die Ausgestaltung eines Kapitelsaales gegeben hat. Die Vergleichbarkeit liegt vielmehr darin, daß die Inhalte auf die Bedeutung des Raumes Bezug nehmen. Mit diesem neuen Interpretationsansatz versucht die Regensburger Studie, eine Ikonologie des Kapitelsaales zu erarbeiten.

»Darüberhinaus ließ er im Norden an die Apsis (der Kirche) anschließend ein Gebäude errichten, das er ›conventus‹, also Zusammenkunft, oder ›curiae‹ (Kurie) nannte ..., weil dort gewöhnlich die Mönche zusammenkommen, wenn irgendetwas gemeinsam beraten sein wollte; hier wird täglich vom Pult aus der Heiligen Schrift vorgelesen, hier wird überlegt, was die Autorität der Regel zu tun gebietet.«

Die in der Lebensbeschreibung des Abtes Ansegis von Fontenelle vom Beginn des 9. Jahrhunderts zitierte »Zusammenkunft der Mönche« fand sicherlich bereits in der Frühzeit klösterlichen Gemeinschaftslebens statt, obwohl die ersten Mönchsregeln sie nicht ausdrücklich erwähnen. Ein eigener Raum dafür war jedenfalls nicht vorgesehen. Wie es zur verbindlichen Anlage der Klostergebäude im abendländischen Mönchtum allgemein kam, ist eines der vieldiskutierten Probleme der Mittelalterforschung. Der berühmte, um 820 entstandene St. Gallener Klosterplan, der »Mustergrundriß« eines fränkischen Klosters, überliefert den an der Kirche entlanglaufenden Kreuzgangflügel als Ort der Mönchsversammlung. 1, 2. In ganz ähnlicher Weise muß man sich wohl auch den von Ansegis etwa zur selben Zeit errichteten »conventus« vorstellen.

Spätestens zu Beginn des 11. Jahrhunderts gehörte ein eigenständiger Kapitelsaal, der seinen Namen der täglichen Lesung eines Kapitels aus der Ordensregel eben an diesem Ort verdankt, zum festen Bestandteil eines Klosters. »Kapitel« bedeutet zunächst einen Textabschnitt, dann ging der Name

auf den Ort und schließlich auch auf die dort versammelte Gemeinschaft über, ein Zusammenhang, der ähnlich noch heute etwa im Wort »Domkapitel« fortlebt.

Aus dem frühen 11. Jahrhundert datieren auch die Fundamente des Kapitelsaales im Kloster Heiligenberg bei Heidelberg, die ältesten erhaltenen Zeugen dieser monastischen Raumform. Um 1030 zeichnete ein Mönch aus Farfa in Italien mit unverhohlener Bewunderung die Klosteranlage von Cluny für seine Mitbrüder auf und beschrieb den dortigen Kapitelsaal bereits in der Grundgestalt, wie sie über Jahrhunderte hinweg gültig bleiben sollte.

Funktion und Bedeutung des Kapitelsaales

Der Kapitelsaal liegt in der Regel am östlichen Flügel des Kreuzgangs im Erdgeschoß unter dem Dormitorium, dem Schlafrum der Mönche, also in nächster Nähe zum Chor der Kirche. Nach der Prim, dem Chorgebet zur ersten Stunde des Tages (bzw. im Winter nach der Terz zur dritten Stunde), ziehen die Mönche in geordneter Prozession von der Kirche in den Kapitelsaal.

Der Ablauf des Kapitels unterscheidet sich in den verschiedenen Regeln und Gewohnheiten, bei Mönchs- und Nonnenklöstern, kaum voneinander. Bei den Benediktinern hat sich ein besonderer Typus des liturgischen Buches dafür entwickelt, der »liber capituli«, das Kapiteloffiziums-buch. Es enthält:

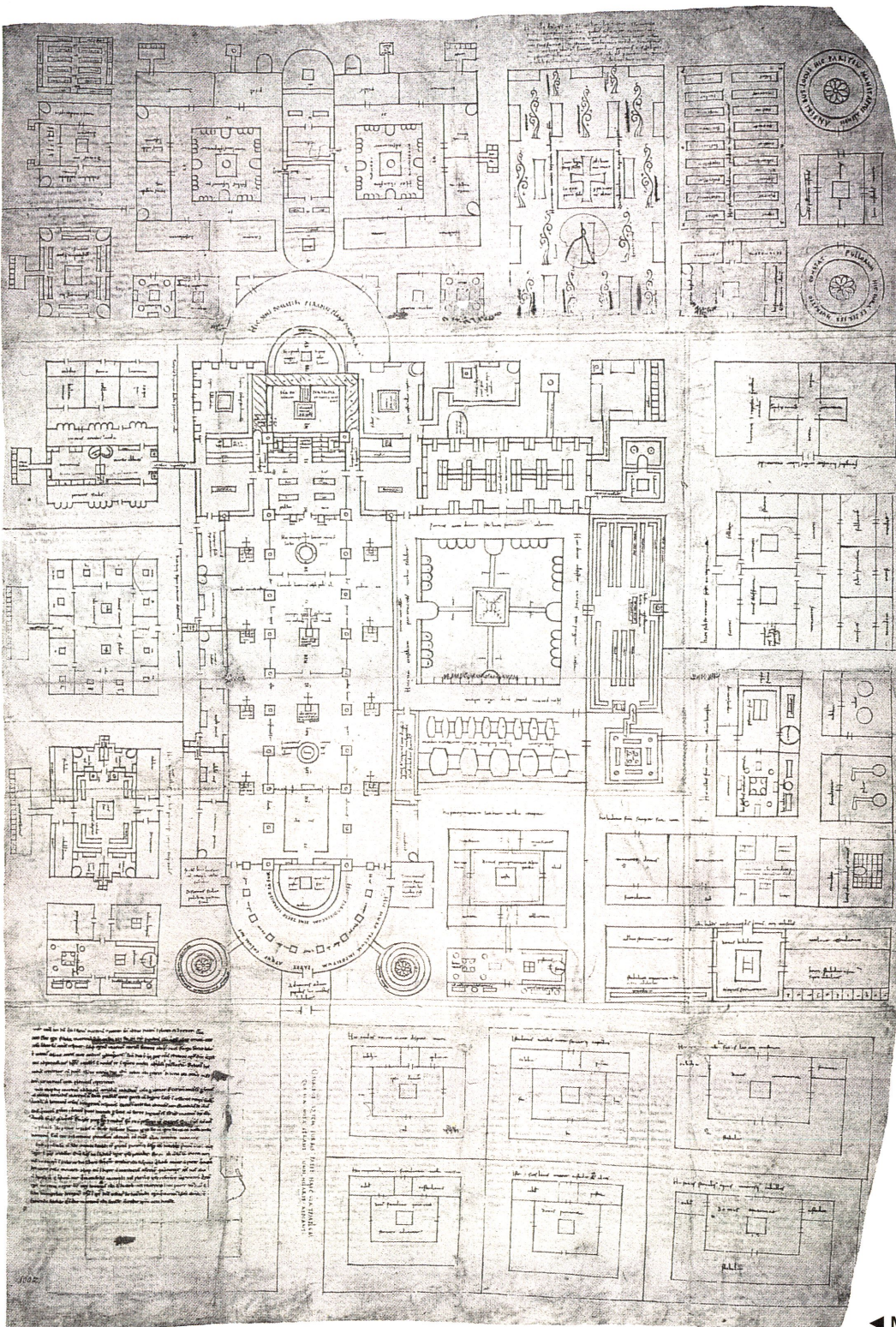
- ein Martyrolog, also den Heiligenkalender, aus dem die jeweils zum Tage gehörenden Fest- und Heiligtex-te gelesen werden;
- die Ordensregel, aus der täglich ein Kapitel vorgetragen wird;
- ein Lektionar, das die Evangelientexte im Jahresablauf mit erklärenden Predigten dazu enthält;
- ein Kalendar-Nekrolog, also ein Totenbuch, das den Sterbetag der Mönche des eigenen Klosters sowie der im Gebet verbrüder-ten Klöster festhält, ebenso den Todestag von Klostergründern und Wohltätern, für die alle an ihrem Gedenktag gebetet wird.

Zu den im Kapiteloffiziums-buch festgelegten liturgischen Handlungen kommen noch gemeinsame Gebete und Psalmengesänge sowie die Verteilung der von den Brüdern zu verrichtenden Arbeiten und Dienste.

Ein wichtiger Bestandteil der regelmäßigen Kapitelversammlung fehlt freilich noch: das Schuldkapitel oder »Mönche vor Gericht«.

Wie sehr der Kapitelsaal trotz seiner vielfältigen Bestimmungen gerade mit dem Schuldkapitel

1 St. Galler Klosterplan, Mustergrundriß eines fränkischen Klosters, entstanden um 820

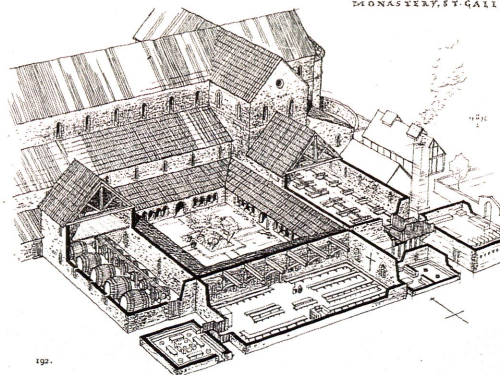


Die Inschrift (im Plan gestürzt) im Nordflügel des Kreuzgangs, der an der Längsseite der Kirche entlangläuft:
**HINC PIA CONSILIIUM PERTRACT
 & TURBA SALUBRA** deutet an, daß
 »hier die fromme Gemeinschaft
 zu ihrer heilbringenden Rats-
 versammlung zusammenkommt«,
 hier fanden also
 die Kapitelversammlungen und
 das Schuldkapitel statt.

gleichgesetzt wurde, wird ersichtlich aus den Handzeichen, derer sich die Mönche (in diesem Fall des Klosters Hirsau) bedienten, um unnötige Worte zu vermeiden: »Für den Kapitelsaal ... mache das Zeichen der Vergebung der Schuld.«

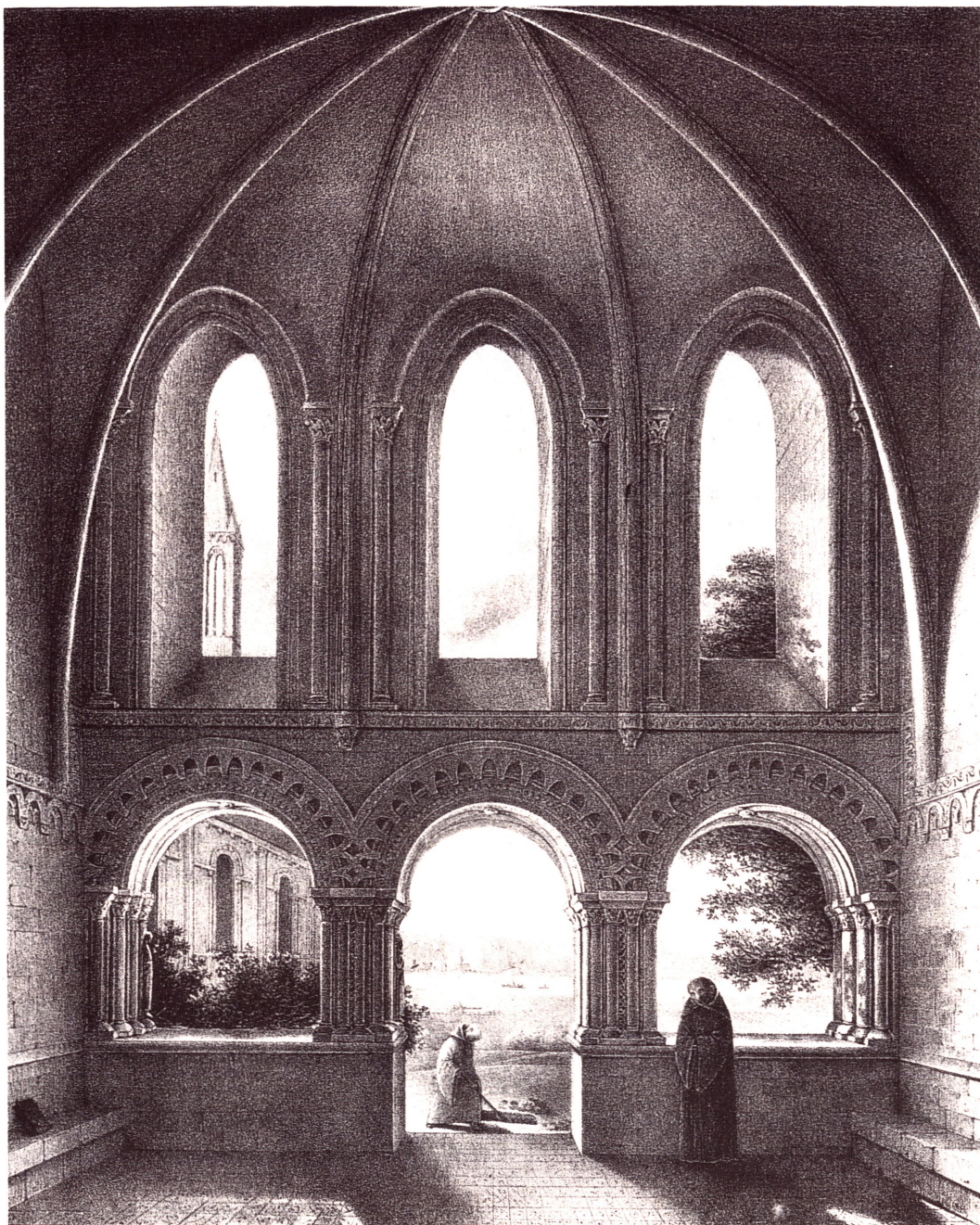
Bereits die Mönchsregeln der Frühzeit sahen vor, daß jegliche Verstöße gegen die Ordnung freiwillig dem Abt bzw. allen Mitbrüdern bekannt und öffentlich gesühnt werden mußten. Die benediktinische Reformbewegung des späten 8. Jahrhunderts legte dann fest, daß die Vergehen nicht unmittelbar, sondern bei der regelmäßigen Kapitelversammlung bekannt werden mußten, eine praktischere Regelung, wie sie bereits Chrodegang von

MONASTERY: CHURCH, KITCHEN, RECTORY, LAUNDRY, BATH HOUSE, DORMITORY, LATRINE
 MONASTERY, ST. GALL



2 Rekonstruktion des Kreuzgangs mit den anschließenden Klostergebäuden nach Walter Horn. Etwa ab dem 11. Jahrhundert wird das hier noch als Wärmerraum bezeichnete Untergeschoß des Dormitoriums am östlichen Kreuzflügel als Kapitelsaal genutzt.

3 St. Georges-de-Boscherville.
Der leider zerstörte Kapitelsaal
ist in diesem Stich aus
dem 19. Jahrhundert überliefert.



Metz um 755 den Kanonikern vorgeschrieben hatte.

Grundsätzlich ahndet das Schuldkapitel ausschließlich Verfehlungen wider die Ordensdisziplin. »Handelt es sich aber um eine geheime Sünde«, so schon Benedikt von Nursia, der Begründer des abendländischen Mönchtums, im 46. Kapitel seiner im 6. Jahrhundert entstandenen Regel, »dann offenbare er (der Mönch) sie nur seinem Abte oder den geistlichen Vätern, die es verstehen, eigene und fremde Wunden zu heilen, ohne sie aufzudecken und an die Öffentlichkeit zu bringen.« Freiwillig sollen alle Fehler vor der Gemeinschaft bekannt werden, aber auch die Anklage durch Abt oder Mitbrüder ist möglich.

Die Regeltex te bemühen sich allgemein, jeglichen Mißbrauch, vor allem bei der Fremdan klage, zu verhindern, das Schuldkapitel als Instrument des harmonischen Gemeinschaftslebens zu stärken und Neid, Eifersucht, Mißgunst, Rache- und Haßgefühle auszuschalten. Am Ende des Schuldkapitels sollen die Mönche oder Nonnen befreit von Schuld

ihren Alltag im Kloster beginnen. Nur so ist der Abscheu des Teufels dem Kapitelsaal gegenüber zu verstehen, wie es in der Vita des heiligen Dominikus überliefert ist:

»Hier komme ich nimmer hinein, denn dies ist für mich der Ort des Fluchs und der Hölle, da ich alles verliere, was ich an anderen Stätten habe gewonnen. Denn so ich einen Bruder dahin gebracht habe, daß er durch Lässigkeit in Sünde fällt, so reinigt er sich alsbald an diesem verfluchten Ort von seiner Schuld und bekennt sich laut vor allen andern. Denn hier werden sie ermahnet und beichten, und werden verklagt und gezüchtigt, und werden ihnen ihre Sünden vergeben. Also verliere ich hier alles, das ich erst mit Freuden habe gewonnen.« Als der Teufel das gesprochen hatte, fuhr er davon.

Ganz allgemein ist natürlich das Kloster ein Ort, an dem das Böse keinen Anteil haben kann. Abgeschlossen von der Welt leben die Mönche oder Nonnen hier ein Leben, das einerseits den jungfräulichen, gottnahen Zustand vor dem Sündenfall

und andererseits die endzeitliche Gottesgemeinschaft nachahmt. Der Mönch begreift sich bereits auf Erden als Bürger des Himmlischen Jerusalem, eben weil er in der Klostersgemeinschaft ein vollkommenes, reines, »apostolisches« oder »engelgleiches« Leben zu verwirklichen trachtet. Als Mensch bleibt er jedoch den Versuchungen des Bösen ausgesetzt. In der monastischen Literatur ist »die Luft zwischen Himmel und Erde dicht erfüllt von der Schar der bösen Geister« (Karl Suso Frank), die dem Menschen die Möglichkeit neiden, ihren verlorenen Platz im Himmel – den Platz der gestürzten Engel einzunehmen – und ihn daher zur Sünde verleiten. Durch die Gnade Gottes kann sich der reuige Sünder von seiner Schuld reinigen und den Weg der Nachfolge weitergehen.

Die architektonische Gestalt

Von den ersten Zeugnissen eines eigenständigen Kapitelsaales an liegt seine architektonische Gestalt grundsätzlich fest, die, abgesehen von den sich im Laufe der Zeit sich fortentwickelnden Stilelementen, bis zum Ausgang des Mittelalters kaum verändert wird.

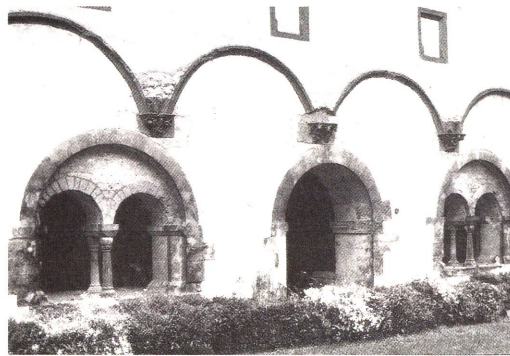
Der rechteckige, manchmal quadratische Raum, zu dem eine zentral angeordnete Tür vom Kreuzgang her Zutritt gewährt, öffnet sich zusätzlich in mehrteiligen Fenstern zu beiden Seiten dieser Tür zum Kreuzgang hin, damit auch von dort das Geschehen im Saal selbst verfolgt werden kann. **3** bis **6**. Umlaufende Sitzbänke für die Mönche, der Abtstuhl in der Mitte der Ostwand gegenüber der Eingangstür, ein Lesepult, oft auch Bücherschränke gehörten zum notwendigen Mobiliar. Ein Altar stand häufig in einer angebauten Kapelle oder Apsisnische.

Ganz gewiß wurde die Ausgestaltung des Kapitelsaales mit großer Sorgfalt betrieben, denn dieser entwickelte sich rasch zu einem Mittelpunkt des monastischen Lebens. Als Grabkapelle von Äbten und hochrangigen weltlichen Würdenträgern zu bestimmten Anlässen auch einem ausgewählten Laienpublikum zugänglich, gewann der Raum einen gewissen Grad an Öffentlichkeit. Besucher von hohem Stand sollten im Kapitelsaal empfangen werden, empfiehlt Humbert von Romans, Ordensgeneral der Dominikaner im 13. Jahrhundert. Als regelmäßige Generalkapitel, also allgemeine Ordensversammlungen, zunächst 1119 bei den Zisterziensern, dann bei allen Orden verpflichtend eingeführt wurden, geriet der Kapitelsaal endgültig auch zum Ort für repräsentative Zwecke.

So beurteilte Wolfgang Braunfels den Kapitelsaal als einen »Bau, der nach Aufwand und Ausstattung in der Mitte steht zwischen Profan- und Sakralbaukunst«. In seinem Kunstaufwand sei er nur der Kirche unterlegen. Leider ist nur ein geringer Teil vor allem der mittelalterlichen Kapitelsäle erhalten, die freilich dieses Werturteil in beeindruckender Weise bestätigen.

Die Ausstattung

Die Palette der für die Ausstattung von Kapitelsälen verwendeten Bildthemen reicht von alttestamentlichen Szenen über Darstellungen der zwölf Apostel und Episoden der Heilsgeschichte Christi bis



4 Ehemaliges Zisterzienserkloster Eberbach. Eingang und Fensteröffnungen des Kapitelsaales zum Kreuzgang hin, von dem nur noch die Ansätze des Gewölbes im Mauerwerk sichtbar sind



5 Kapitelsaal des ehemaligen Zisterzienserklosters Eberbach. Die umlaufenden Mauertufen dienten den Mönchen zum Sitzen.



6 Maulbronn, ehemalige Zisterzienserabtei. Großzügige Fenster- und Türöffnungen ermöglichten es, das Geschehen im Inneren des Saales auch vom Kreuzgang aus zu verfolgen.



7 Apostelstatuen vom Gewände der Kapitelsaaltür des Benediktinerklosters St. Etienne in Toulouse, heute im Musée des Augustins

8 Die vier Apostel, dargestellt zu Beginn des 13. Jahrhunderts, Kapitelsaal der Benediktinerabtei Lavaudieu



zum Jüngsten Gericht und der Apokalypse des Johannes; Erzählungen aus dem Leben des Ordens- bzw. Klostergründers kommen ebenso vor wie prachtvolle Selbstdarstellungen des Ordens und die Verewigung seiner verdienten Mitglieder.

Keines der erhaltenen oder zumindest in Beschreibungen überlieferten Programme scheint mit einem anderen identisch oder auch nur vergleichbar, was in der Forschung immer wieder festgestellt wurde. Wer dennoch nach einer Vergleichbarkeit sucht, muß sich auf eine andere Ebene der Betrachtung begeben. Der volle Sinngehalt erschließt sich nur einer Fragestellung die, die Ausstattung in Bezug zu den Funktionen des Raumes sieht.

Eine Darstellung des Ordensgründers, der das Buch der Regel in der Hand hält oder dem Abt des Klosters übergibt, findet sich häufig beim Eingang zum Kapitelsaal oder im Kapitelsaal selbst, wo täglich ein Abschnitt aus dieser Regel gelesen wird.

Vom Portal des Kapitelsaales von St. Etienne in Toulouse stammen die romanischen Gewände-

figuren der zwölf Apostel, die sich heute im Museum des Augustinerkonvents befinden. **7.** Ihre Bedeutung erklärt sich, wenn man sie als Vorbild für die »vita apostolica« versteht, also für das Leben nach Maßgabe der Apostel, wie es in der Mönchsgemeinschaft verwirklicht werden soll.

Gemalte Apostelreihen finden sich etwa auch in Verbindung mit der Kreuzigung Christi, zum Beispiel in der Benediktinerabtei von Pomposa, oder, wie in Lavaudieu, ebenfalls ein Benediktinerkloster, mit der Madonna und der Majestas Domini, Christus als Herrscher am Ende der Tage. **8.** Wie die Apostel in diesen Malereien vom Beginn des 13. Jahrhunderts den Hofstaat der thronenden, von Engeln begleiteten Himmelskönigin und des in Ewigkeit herrschenden, von den Evangelistensymbolen der Apokalypse umgebenen Christus bilden, so wollen einst auch die Mönche, die sich vor diesen Bildern um den Abt herum versammeln, in den himmlischen Hofstaat aufgenommen werden.

Die Szenen aus dem Leben des heiligen Petrus, die im Kapitelsaal des Benediktinerklosters Ste. Trinité in Vendôme ausgewählt sind, betonen die Bedeutung des Apostelfürsten als des Begründers der Kirche, als ersten Bischofs von Rom, in dessen direkter Nachfolge der Papst steht, der seine Machtstellung aus eben dieser petrinischen Tradition ableitet. **9.** Auf dem Höhepunkt der Auseinandersetzungen zwischen dem Papsttum und der weltlichen Gewalt zu Anfang des 12. Jahrhunderts nimmt das Kloster Ste. Trinité ganz offen Stellung für Rom – und schmückt seinen Kapitelsaal mit einem »römischen« Programm. Die Versammlung der Mönche um den Abt vergleicht sich der Versammlung der Kurie unter der Autorität des

9 Vendôme, Ste. Trinité, Ausschnitt aus dem Fischzug Petri mit der nur teilweise erhaltenen Figur des Petrus, der über das Wasser zu Christus wandelt (Anfang 12. Jahrhundert)





10 Die irdische Kirche auf dem Weg zum Heil, dargestellt aus dominikanischer Sicht mit einem Abbild des Florentiner Domes in der Spanischen Kapelle, dem Kapitelsaal von S. Maria Novella in Florenz, um 1365/67.

Papstes, des Nachfolgers Petri und Stellvertreters Christi auf Erden.

Die Dominikaner von S. Maria Novella in Florenz entwerfen in ihrem Mitte des 14. Jahrhunderts ausgemalten Kapitelsaal, der sogenannten Spanischen Kapelle, ein großartiges Bild ihres Ordens und der Kirche, das jedermann die Rolle der Dominikaner innerhalb des göttlichen Heilsplans vor Augen führt. **10**.

Hervorragende Vertreter des Ordens des heiligen Dominikus bieten das Vorbild für die Mönche im Kapitelsaal des ehemaligen Klosters S. Nicolò in Treviso. Die Ausmalung entstand 1352 in der Absicht, das anstehende Generalkapitel nach Treviso zu holen und der Ordensversammlung damit einen angemessenen Rahmen zu verleihen. Wie ein Fries zieht sich die Malerei unterhalb der Decke um alle vier Wände des Kapitelsaales herum. Insgesamt vierzigmal wird das Thema des Schreibers »im Gehäus« – also in seiner Studierstube am Pult sitzend – die Feder prüfend, über der Niederschrift brütend, Textstellen vergleichend, über den Inhalt nachsinnend, variiert. **11**. Einer von ihnen, der Kardinal Nikolaus von Rouen, nimmt eine Lupe zu Hilfe, um die Buchstaben, vielleicht auch eine Zeichnung, in seinem Buch genauestens erkennen zu können. Hugo von Billom, der den Tintenfluß in seiner Feder kontrolliert, ebenso Kardinal Hugo de Provence, der, die Brille auf der Nase, mit der Niederschrift eines Textes beschäftigt ist, hat ein Schmierblatt zum Schutz des Pergaments unter die linke Hand gelegt; auch ein »Regensburger« ist mit

dabei: Albertus Magnus, der berühmte Gelehrte des Dominikanerordens, war in den Jahren von 1260 bis 1262 Bischof von Regensburg. Sein auf den Betrachter gerichteter Blick scheint uns ebenfalls zum Studium der theologischen Werke einzuladen. **12**. Inschriften neben jedem »Gehäus« nennen den Namen des Dargestellten, geben an, welcher Ordensprovinz er angehört, und zählen seine literarischen Werke auf. Der Kapitelsaal wird zur monumentalen, mit Autorenportraits illustrierten Literaturgeschichte des Dominikanerordens.

Die Franziskaner greifen gerne die vollkommene Christusbild nachfolge ihres Ordensgründers auf, um die Brüder ihrerseits dazu anregen, diesem leuchtenden Vorbild nachzueifern. Schon Giotto's Darstellung der Erscheinung des heiligen Franz von Assisi vor der Kapitelversammlung im Kloster zu Arles zeigt ihn, die Arme ausgebreitet, als sei er ans Kreuz geheftet. **13**. Übrigens ereignete sich diese Vision während einer Kapitelsaalpredigt eben über das Mysterium des Kreuzes.

Neben dem heiligen Franz gelten die franziskanischen Blutzeugen, die bei der Verbreitung des Glaubens – wie einst die Jünger Jesu – den Tod gefunden haben, als hervorragende Vorbilder für die Ordensbrüder. Ihr Martyrium wird gerne, neben der Stigmatisierung des heiligen Franz, dem Kreuzestod Christi gegenübergestellt, etwa in S. Antonio in Padua oder in S. Francesco in Siena.

Die Kreuzigung Christi wird im 13./14. Jahrhundert zum festen Bestandteil der Kapitelsaal-

11 S. Nicolò in Treviso, um 1352.
Gelehrte Dominikaner in der
Studierstube beim Lesen, Schreiben,
die Feder spitzend, Textvergleichen
usw. – Wie ein Fries zieht sich die
Malerei unterhalb der Decke um alle
vier Wände des Kapitelsaales
herum.

Kardinal Nikolaus von Rouen
Kardinal Hugo de Provence
Kardinal Hugo de Billom
Bischof Johannes von Sachsen



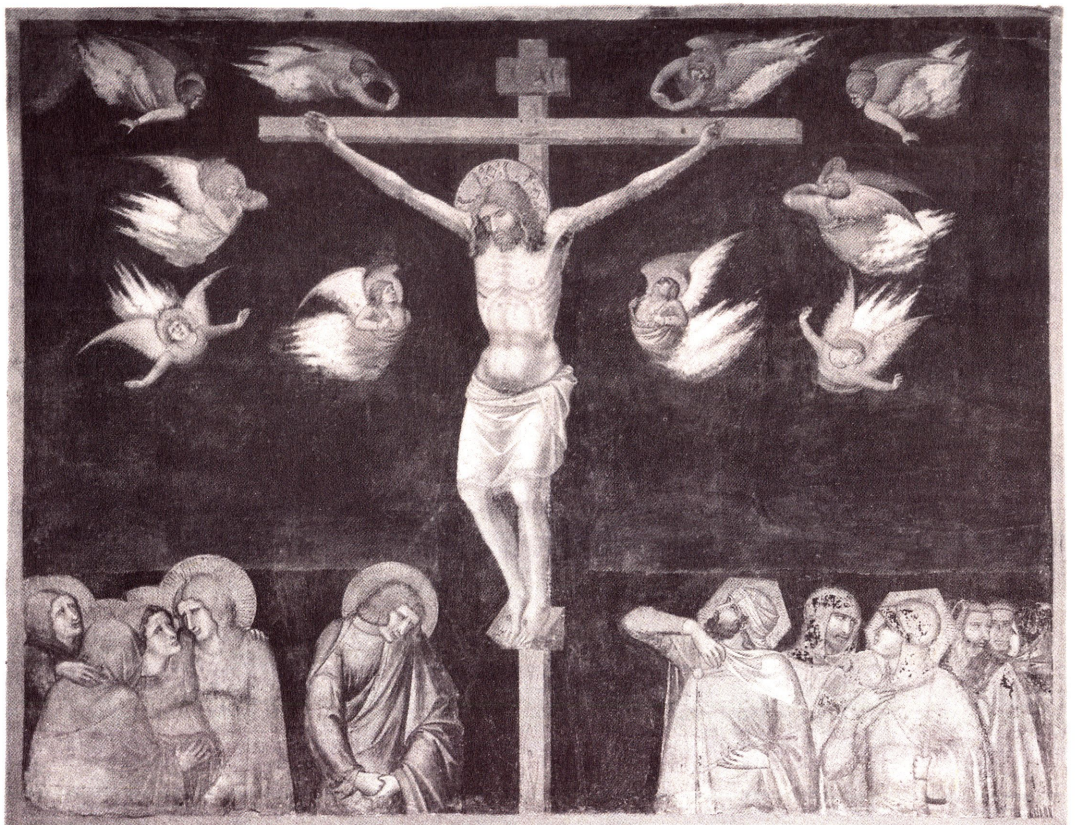


12 Albertus Magnus.
Der gelehrte Dominikanerheilige
war von 1260 bis 1262
Bischof von Regensburg.
Sein auf den Betrachter gerichteter
Blick scheint uns einzuladen,
sich ebenfalls in das Studium
der theologischen Schriften
zu vertiefen.

13 Giotto. Der heilige Franz erscheint den Minderbrüdern von Arles, die gerade einer Kapitelpredigt über das Mysterium des Kreuzes lauschen. Assisi, S. Francesco, Oberkirche, 1295/1300



14 Kreuzigung Christi, gemalt um 1340 von Ambrogio Lorenzetti im Kapitelsaal von S. Francesco in Siena, heute in eine Chorkapelle der Kirche übertragen





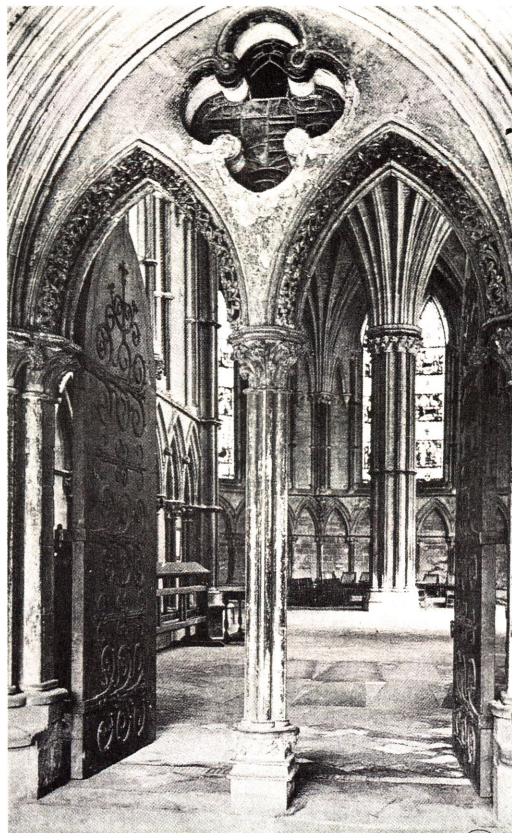
15 Maria, Ausschnitt aus einer Darstellung der Geburt Christi im Kapitelsaal des ehemaligen Benediktinerinnenklosters von Sigena. Anfang des 13. Jahrhunderts

16 »Im Schweiß deines Angesichts sollst du dein Brot essen«, nach der Vertreibung aus dem Paradies ist das erste Menschenpaar zur Arbeit verdammt. Eva mit ihren Söhnen Kain und Abel am Spinnrocken. Ausschnitt aus den Malereien im ehemaligen Kapitelsaal von Sigena

dekoration vor allem bei den Bettelorden, angeregt wohl auch durch die zuerst bei den Augustinereremiten überlieferte Vorschrift, sich beim Betreten des Saales vor dem Kruzifixus zu verneigen. **14.**

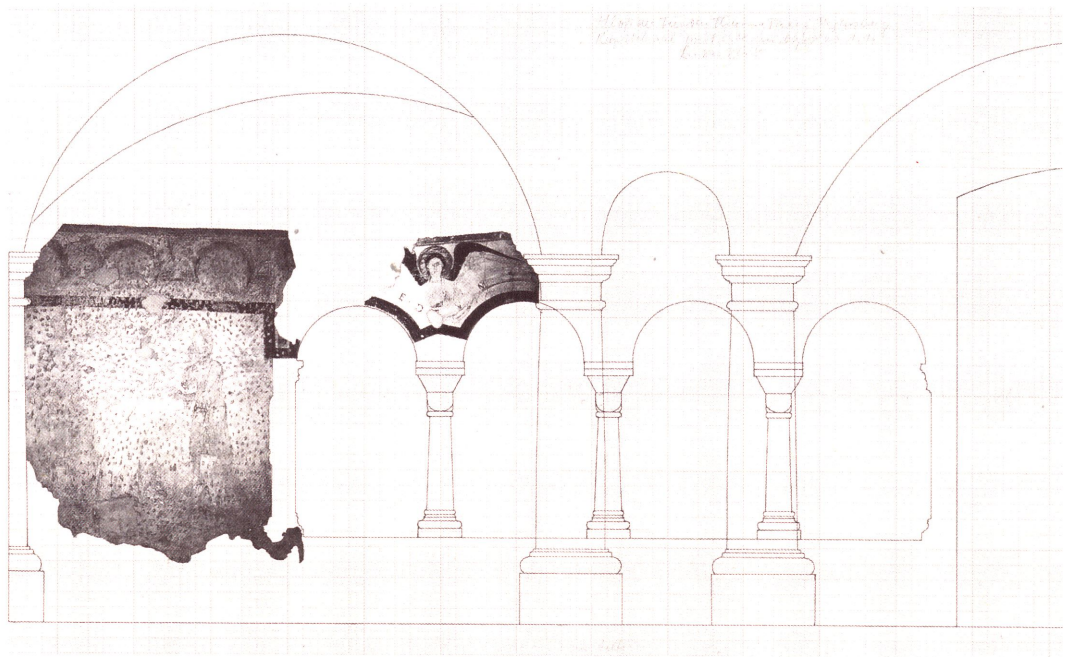
Im spanischen Sigena wurde bei einem Brand im Jahr 1936 der Kapitelsaal eines Nonnenklosters zerstört. Die alten photographischen Aufnahmen der Malereien sowie die heute im Museo de Arte de Cataluña in Barcelona aufbewahrten Freskenfragmente belegen, daß die Ausstattung von Frauenkonventen nicht weniger aufwendig betrieben wurde als die ihrer männlichen Ordensbrüder. Mangels Vergleichsbeispielen läßt sich die Frage nach einer spezifisch weiblichen Ordensikonographie schwer beantworten. In Sigena jedenfalls zierte ein umfangreicher Zyklus von Szenen des Alten und des Neuen Testaments die Wände und die hölzerne Decke. Vielleicht ist die großartige Figur der Gottesmutter **15** in der Darstellung der Geburt Christi, die zusammen mit der Verkündigung und der Anbetung der Könige eine ganze Schmalseite des Kapitelsaales einnahm, der Eva der Schöpfungsgeschichte in den Deckenmalereien bewußt gegenübergestellt. **16.** Maria tilgt als neue Eva die Schuld, die durch die erste Frau in die Welt gekommen ist. Das alte Paradies ist durch Eva verlorengegangen, der Weg ins neue Paradies durch Maria eröffnet.

Eine insulare Besonderheit stellen die englischen Chapter Houses dar, eigenständige Kapitelhäuser, die vor allem im 12. bis 14. Jahrhundert als prachtvolle Zentralbauten dem Kreuzgang angefügt sind. **17.** Die teilweise sehr reichen Ausstattungen mit Skulpturen, Wand- und Glasmalereien umgeben die Kapitelmenschen mit einem Abbild der christlichen Heilsgeschichte vom Alten Testament bis zum Ende der Zeiten. Die Mönche werden ganz konkret zu Gliedern der in Architektur und Ausstattung abgebildeten »Civitas Dei«, des Gottesstaates im Himmel und auf Erden. ►



17 Chapter House der Kathedrale von Wells, frühes 14. Jahrhundert

18 Regensburg, St. Emmeram, Malereien an der Westwand des ehemaligen Kapitelsaales aus der Zeit um 1170/75. Darstellung mit den niedrigen romanischen Fensterarkaden und der heutigen Wandgliederung aus der Barockzeit. Wandhälfte südlich des Eingangs



19 Mönch und Teufel im Dialog. Südliches Bildfeld an der Westwand des ehemaligen Kapitelsaales von St. Emmeram



Detail Teufel



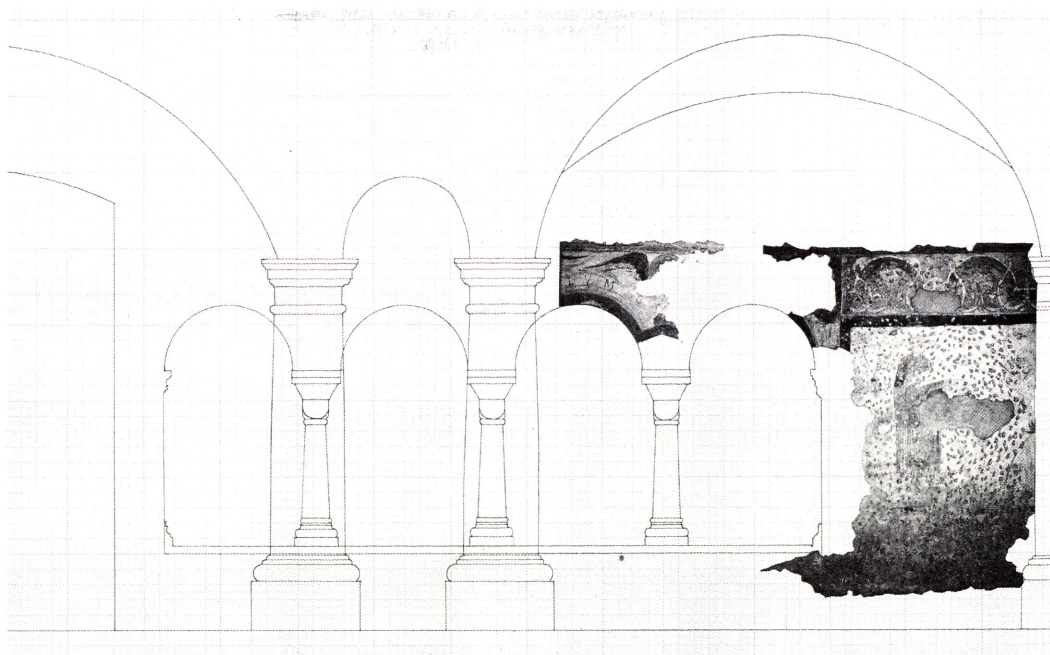
Das Beispiel Regensburg

Die eine Thematik der Kapitelsaalausstattung, die hier besonders herausgestellt sein soll – das Motiv »Mönche vor Gericht« –, lässt sich an einem Regensburger Beispiel eindrucksvoll aufzeigen. Im ehemaligen Kapitelsaal des Klosters St. Emmeram wurden vor zwanzig Jahren Wandmalereien aus der Zeit um 1170/75 freigelegt. **18**, **20**. Zwei Bildfelder links und rechts der Öffnungen zum Kreuzgang hin zeigen eine nahezu identische Komposition: Beide Male treten ein Mönch und ein Teufel vor einem üppigen Pflanzenhintergrund einander gegenüber, also in »freier Natur«, außerhalb der schützenden Klostermauern. **19**, **21**. Der Inhalt ihres Dialoges war auf breiten Schriftbändern verzeichnet, die sie in Händen halten. Über den Fensterarkaden gemalte Engel stimmen das Lob Gottes im Himmel und auf Erden an. **22**.

Wie soll man die Aussage dieser Malereien verstehen? Die erklärenden Texte sind nicht mehr zu entziffern, weitere Malereien im Kapitelsaal, welche die erhaltenen sicher ursprünglich ergänzten, sind verloren, Vergleichsbeispiele gibt es nicht. So bleibt bei der Frage nach der Bedeutung dieser Bilder nur ihr Ort, der Kapitelsaal, als Schlüssel zum Verständnis.

Begegnet der Mönch einem Teufel, so liegt die Vermutung nahe, der Versucher bemühe sich, die Seele des frommen Mannes zum Bösen zu verleiten. Allein aus formalen Details wie der aufrechten Haltung des Mönches gegenüber dem labilen Wanken des Teufels, dem kraftlosen Herabsinken des Schriftbandes mit den versuchenden Worten vor der Standhaftigkeit des Ordensmannes wird deutlich, daß das Gute über das Böse siegreich bleibt.

Eine alltägliche Situation ist hier im Bild festgehalten. Der Mönch, der im Kapitelsaal von St. Emmeram Buße tat, sah sich Auge in Auge mit einem gemalten Mitbruder, dem das gleiche widerfahren war wie ihm selbst. Er war dem Versucher begegnet, der ihn vom rechten Weg abzubringen suchte. Die doppelte, ursprünglich wohl noch mehrfache Wiederholung der Szene



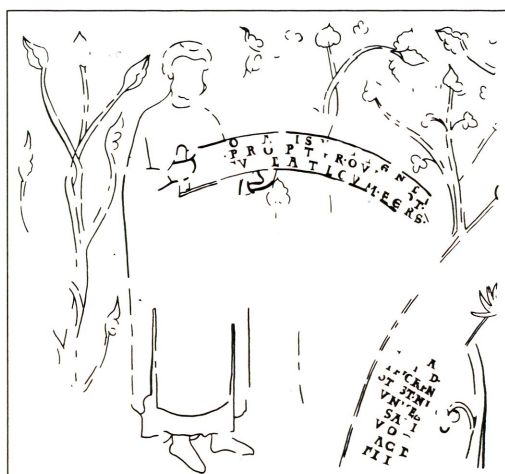
20 Regensburg, St. Emmeram, ehemaliger Kapitelsaal, Westwand, Wandhälfte nördlich des Eingangs

läßt vielleicht auf einen ganzen Katalog von gemalten Vergehen wider das vollkommene Mönchsleben schließen. Wie zum Zeichen der Ohnmacht des Teufels sind die Engel als Beschützer der Mönche in einer höheren Zone über den Fenstern gemalt. **22**. Durch sein öffentliches Schuldbekenntnis vor dem »zum Gericht« versammelten Kapitel unter Vorsitz des Abtes und durch seine Buße wurde der Mönch, gereinigt vom Bösen, wieder in die Gemeinschaft der »Engelgleichen« aufgenommen.

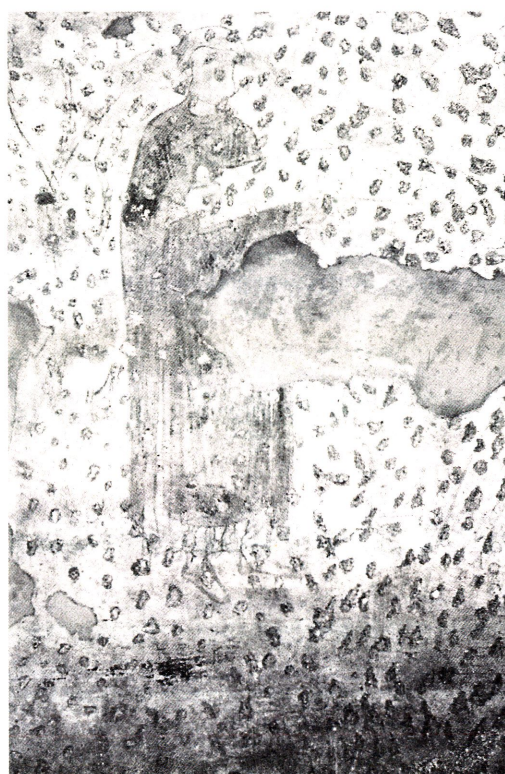
Das Schuldkapitel

»FILI SUSCIPE DISCIPLINAM« – »nimm die Strafe auf dich, mein Sohn«, mahnte der heiligen Benedikt am Portal zum Kapitelsaal von St. Georges-de-Boscherville, das zu Ende des 12. oder Beginn des 13. Jahrhunderts entstanden ist. Die körperliche Züchtigung durch den Abt, der zwei vor ihm niedergekniete Mönche geißelt, zeigte das in einer Nachzeichnung überlieferte Kapitell über dem verlorenen Bild des Ordensgründers. **23**. Zwei Figuren von »vita« und »mors« wiesen auf das Ziel des reuigen bzw. des in Sünde verharrenden Menschen: Ewiges Leben und Tod und Verdammnis.

Im Kapitelsaal von St. Ulrich und Afra in Augsburg war das Thema von Schuld und Sühne in großartiger Ausführlichkeit dargestellt. Leider sind die etwa gleichzeitig mit St. Emmeram entstandenen Malereien verlorengegangen. Erhalten haben sich aber Abschriften der Texte, die einst auf Spruchbändern verzeichnet waren. Sie überliefern ein hochgelehrtes Programm, das den Mönch einbindet in die himmlische Gemeinschaft, der er durch die Gnade des Mensch gewordenen Gottes angehört. Wie in St. Emmeram tauchen auch die Dämonen auf, deren Versuchungen es standhaft zu widerstehen gilt. Die Mißachtung der Gebote der Heiligen Schrift und der Ordensregel ist aber als durchaus menschliche Eigenschaft dargestellt, gleichzeitig wird dem reuigen Sünder in biblischen Gleichnissen die Heilsgewißheit zugesichert. ►



22 Mönch und Teufel im Dialog. Nördliches Bildfeld an der Westwand des ehemaligen Kapitelsaales von St. Emmeram



Detail Mönch



22 Regensburg St. Emmeram.
Engel über einer der
Fensterarkaden des Kapitelsaals,
die sich zum Kreuzgang hin öffnen

Ort von Bekenntnis und Sühne ist eben dieser Kapitelsaal, in dem die Dämonen ihre Macht verlieren und der Sünder durch Gottes Gnade zur Umkehr geleitet wird: Außer dem Kirchengebäude, so ein Zisterzienser im 12. Jahrhundert, sei *»kein Ort heiliger als der Kapitelsaal, keiner der Ehrerbietung würdiger, keiner dem Teufel entfernter, keiner Gott näher: Denn dort verliert der Teufel alles, was er anderswo gewonnen hat. Dort stellt Gott durch Gehorsam wieder her, was ihm anderswo durch Nachlässigkeit oder Vorsatz entfremdet worden war.«*

Diesem Ideal des Klosterlebens entsprach jedoch die Realität nicht immer. Die wiederholten Reformbewegungen innerhalb des Benediktinerordens sowie die Neugründungen von Reformorden wandten sich gegen offenkundige Mißstände in den Klöstern, in denen die Vorschriften der Regel keine Beachtung mehr fanden. Äbte, die eine strenge Einhaltung der Disziplin durchsetzen wollten, hatten es mitunter nicht leicht, sich gegen die meuternden Mönche zu behaupten.

Schon Benedikt von Nursia selbst konnte den mehrfachen Anschlägen seiner Mitbrüder, die sich seiner strengen Regel nicht unterwerfen und ihn vergiften wollten, nur durch göttliche Hilfe entgehen. Abt Erminold von Prüfening bezahlte seinen Reformeifer mit dem Leben. Er wurde vor dem Altar von einem Mönch erschlagen. Allein im Umkreis der Hirsauer Reformbewegung in der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts, der auch Erminold angehörte, erlitten über ein Dutzend Äbte den

23 Zwei Mönche werden
durch den Abt gezüchtigt,
Nachzeichnung eines Kapitell-
schmucks vom 12./13. Jahrhundert
am Eingang zum Kapitelsaal von
St. Georges-de-Boscherville.



Märtyrertod durch Klosterbrüder oder entgingen ihm nur knapp.

Vermutlich ist es kein Zufall, daß die hier angeführten Beispiele von Kapitelsälen, deren Ausstattungen auf das Schuldkapitel Bezug nehmen, aus Reformklöstern stammen. St. Emmeram in Regensburg und St. Ulrich und Afra in Augsburg hatten sich gerade der Hirsauer Reform angeschlossen, als die Malereien entstanden. Die strenge Einhaltung der Disziplin, die den Reformern am Herzen lag, wurde als notwendige Voraussetzung für ein geordnetes Klosterleben, das ja ein Leben in der Nachfolge der Apostel und der Vorwegnahme der himmlischen Herrlichkeit sein wollte, als Leitthema im Kapitelsaal den Mönchen vor Augen geführt.

Forschungslage

Die kunsthistorische Forschung hat sich bisher nur wenig um das Thema der Ausgestaltung von Kapitelsälen bemüht. Vor allem wurde selten versucht, über monographische Abhandlungen zu einzelnen Beispielen hinauszugehen und nach möglichen Konstanten in den Ausstattungsprogrammen zu suchen.

Gibt es denn so etwas wie eine Ikonologie des Kapitelsaales? Gibt es das Thema für Malereien und Skulpturenschmuck im Kapitelsaal schlechthin? Flüchtig überblickt scheint es, als habe man in jedem Kapitelsaal ein neues Programm entwickelt oder wahllos bekannte Themen aus der biblischen Geschichte herausgegriffen. Könnten aber die vielfältigen Funktionen des Raumes Ursache dafür sein, daß es kein einheitliches Dekorationsschema, kein »Standardprogramm« zu geben scheint – im Gegensatz etwa zum Speisesaal des Klosters, den für jeden einsichtig in der Regel ein Bild des Letzten Abendmahles Christi mit den Aposteln zierte?

Nach konkreten Abhängigkeiten der bildlichen Ausstattung von den verschiedenen Nutzungen des Raumes wurde ebenfalls nur selten gefragt.

Nicht alle Kapitelsaalausstattungen sind überhaupt ausreichend publiziert. Am Beginn einer übergreifend angelegten Studie muß deshalb eine katalogartige Bearbeitung der einzelnen Denkmäler stehen, welche die erhaltene Ausstattung dokumentiert und verlorene Ausstattungen, wie etwa in St. Ulrich und Afra zu Augsburg, anhand von Beschreibungen und späteren Überlieferungen rekonstruiert. Dabei sind Kapitelsäle vom Beginn klösterlichen Bauens im Abendland bis zum ausgehenden Mittelalter zu berücksichtigen.

Allgemein historische und ordensgeschichtliche Quellen dienen als Grundlagen der Interpretation. Bedeutung und Funktionen des Kapitelsaales nach der jeweiligen Ordensregel bzw. den Gewohnheiten des Klosters oder der Kongregation herauszuarbeiten und Malereien bzw. Skulpturenschmuck im Hinblick auf ihren Ort, eben den Kapitelsaal hin zu untersuchen, also hinter der scheinbar planlosen Beliebigkeit der Themenwahl – die im übrigen innerhalb der mittelalterlichen Kunstauffassung völlig singulär wäre – Gemeinsamkeiten im Sinn einer Leitidee zu erkennen, das ist das Ziel dieser Studie, die am Institut für Kunstgeschichte in Regensburg entsteht.

Zu Autorin und Thema ► Seite 86

NEU

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

144 Seiten
 mit zahlreichen
 Abbildungen
 brochiert

ISBN 3-9803470-0-1

U.R. DM 19,80

U.R. Universitätsverlag Regensburg



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.

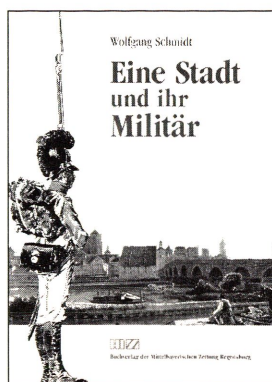
Mit Beiträgen von Hartmut Boockmann, Johannes Fried, Gerhard Oexle, Herwig Wolfram und Horst Fuhrmann.

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.

NEU

Eine Stadt und ihr Militär. Anschaulich und eindrucksvoll schildert der Autor die vielfältigen Beziehungen einer königlich-bayerischen Garnisonsstadt zu ihren Soldaten.

Das Militär als Wirtschaftsfaktor, als Garant von kommunaler Sicherheit, aber auch die Vielzahl privater und gesellschaftlicher Verbindungen kommen zur Sprache – Liebe und Ehe, Beziehung und Beförderung, Truppenparaden und Kriegervereine, Manöverfeiern und Offiziersbälle, die das soziale Leben einer Garnisonsstadt im 19. Jahrhundert wesentlich mitbestimmen.



Wolfgang Schmidt
Eine Stadt und ihr Militär
 Regensburg
 als bayerische Garnisonsstadt
 im 19. und frühen 20. Jahrhundert

338 Seiten
 mit zahlreichen Abbildungen
 farbiger Schutzumschlag

ISBN 3-927529-52-4

DM 38,-

BUCHVERLAG DER MITTELBAYERISCHEN ZEITUNG REGENSBURG

BUCHER
 BUCHER

BUCHER
 BUCHER

BUCHER
 BUCHER

BUCHER BUCHER BUCH
 BUCHER BUCHER BUC
 BUCHER BUCHER BUCHER

BUCHER
 PUSTET.

DREIMAL IN REGENSBURG
 AN DER UNIVERSITÄT: BEIM AUDIMAX

Ein guter Treffpunkt ■

Kooperation zugunsten von Krebspatienten

Möglichkeiten und Grenzen

der Arbeit eines Tumorzentrums

Interview

Neue Maßnahmen verbessern unser Wissen über Verteilung und Häufigkeit von Krebserkrankungen. Dadurch ergeben sich Chancen für die Krebstherapie und die Erforschung der Krankheitsursachen.

Jedes Jahr erkranken Hunderttausende in Deutschland an Krebs. Die Heilungschancen sind, je nach Tumorart, sehr unterschiedlich. Immerhin stirbt hierzulande jeder Vierte an einer bösartigen Geschwulst. Am Tumorzentrum Regensburg, das Sie leiten, werden keine Patienten behandelt. Worin besteht der Nutzen des Zentrums für die Erkrankten?

Das Tumorzentrum ist ein organisatorischer Zusammenschluß des Universitätsklinikums, von Krankenhäusern der Region und von niedergelassenen Ärzten. Jeder dieser drei Partner behandelt Krebspatienten. Wir wollen mit dem Tumorzentrum nicht weitere Behandlungsmöglichkeiten bieten, sondern die bestehenden verbessern. Das geschieht erstens, indem wir den Ärzten die Möglichkeit geben, sich gezielt weiterzubilden. Zweitens bauen wir eine Dokumentation auf, eine Datenbank, in der Krebsfälle gespeichert sind und auf die die Mediziner zurückgreifen können.

Wie ist das Tumorzentrum entstanden? War das Ihre Idee?

Die Idee mit dem Tumorzentrum hatte ich, nachdem ich als Pathologe nach Regensburg gekommen war und die Situation für Krebskranke in der Oberpfalz gesehen hatte. Sie müssen hier große Entfernungen zurücklegen, um zur Behandlung, aber

»Wir wollen mit dem Tumorzentrum nicht weitere Behandlungsmöglichkeiten bieten, sondern die bestehenden verbessern.«

auch zur Nachsorge zu gelangen. Von Tirschenreuth zum Beispiel mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu einem medizinischen Zentrum zu fahren, das ist ein richtiges

Abenteuer. Hinzu kommt, daß es in Regensburg, sozusagen als Vorläufer für ein Tumorzentrum, ein Modellprojekt gab mit dem Namen »Flächendeckende Versorgung einer ländlichen Region bei Krebspatienten«. Das Projekt haben niedergelassene Ärzte gegründet, und es wurde vom Gesundheitsministerium gefördert. Ziel dieses Projektes war es, die Ausbildung und Kompetenz der niedergelassenen Ärzte und der Mediziner in kleinen Krankenhäusern durch einen Zusammenschluß zu

fördern, so daß man diesen Fachleuten einen größeren Anteil der Versorgung anvertrauen kann. Zum Beispiel hat man Arbeitskreise vor Ort gegründet.

Wie haben sich die Ärzte auf dem Gebiet der Krebsforschung weitergebildet, bevor es das Tumorzentrum gab?

In Deutschland ist die Weiterbildung im Vergleich zu anderen Ländern rückständig. Es gibt nur die lose Verpflichtung für Ärzte sich fortzubilden, etwa durch Zeitschriften, Kongresse, durch Veranstaltungen und Informationen der Pharmaindustrie. Was die Ärztekammern in der Regel anbieten, ist allerdings eine bunte Mischung. Die konsequent ausgerichtete Fortbildung, wie sie im Modellprojekt initiiert und durch das Tumorzentrum übernommen wurde, ist einzigartig. Fallbesprechungen, wie sie jetzt in den Arbeitskreisen geschehen, sind eine Novität.

Und zusätzlich dazu gibt es das onkologische Kolloquium?

Ja, das findet im Klinikum statt. In diesem Kolloquium stellt jeweils ein Arzt die Diagnosefindung und Therapie eines Patienten an Hand von Bildern vor. Im Auditorium sitzen Spezialisten aus dem Klinikum und den Krankenhäusern, es kommen auch niedergelassene Ärzte hinzu. Ein Gremium, das vom Tumorzentrum bestellt wird, bespricht den Fall und empfiehlt, wie der behandelnde Arzt vorgehen sollte. Diese Empfehlung verschicken wir an alle Mitglieder des Tumorzentrums.

Sind sich die Experten denn in jedem Fall einig, so daß sie eine Empfehlung aussprechen können?

Ja, überraschenderweise. In einem großen Prozentsatz der Fälle kommen die Mitglieder des Gremiums zu einer klaren Entscheidung, die vorher gar nicht unbedingt abzusehen war. Natürlich gibt es auch Situationen, in denen es keinen eindeutigen Rat gibt.

Sie haben die patientenbegleitende Dokumentation erwähnt. Was wird dabei dokumentiert?

Nehmen Sie zum Beispiel eine Patientin, die an Brustkrebs operiert worden ist und sich jetzt regelmäßig zur Nachsorge begibt. Diese muß ja nicht unbedingt am Zentrum stattfinden, wo sie behandelt wurde, sondern kann auch bei einem Arzt in ihrer Nähe sein.

Die Daten der Patientin und ihre Krankheitsgeschichte werden dann fortlaufend in einem zentralen Rechner am Tumorzentrum gespeichert.

Auf diese Information können die verschiedenen Ärzte, die mit ihr zu tun hatten, zurückgreifen und so Bescheid erhalten, wie die Behandlung verläuft. Außerdem ist eine solche Dokumentation hilfreich für die Mediziner, um wiederum Hinweise für andere Patienten zu erhalten, um aus den Fällen zu lernen.

Krebskrankheiten verlaufen doch individuell sehr unterschiedlich. Kann man aus einem Fall überhaupt allgemeine Schlüsse ziehen?

Ja. Die Diagnostik und Therapie von Tumorerkrankungen sind mittlerweile so standardisiert, daß man bei einem großen Teil der Geschwulste das normale Behandlungsprinzip festlegen kann. Natürlich gibt es dabei Varianten, aber im wesentlichen herrschen große ›Schulen‹ vor. Dasselbe gilt auch für die Nachsorge.

Manche Patienten wechseln häufig den Arzt. Wie können Sie in einem solchen Fall gewährleisten, daß Sie von allen behandelnden Medizinern die entsprechenden Daten bekommen?

Das können wir natürlich nicht erzwingen, weil die Ärzte auf freiwilliger Basis an der Dokumentation mitarbeiten.

Kann ein Arzt die Daten weitergeben, wenn der Patient nicht einverstanden ist?

Nein. Grundsätzlich muß der Patient schriftlich einwilligen. Es gibt allerdings eine Ausnahme, und zwar nach dem Bayerischen Krankenhausgesetz: Wenn ein Patient stationär behandelt wird, können seine Daten von Krankenhaus zu Krankenhaus weitergegeben werden, ohne daß er sein Einverständnis dazu geben muß.

Was geschieht denn, wenn ein Patient den Arzt wechselt und nicht mehr wünscht, daß der frühere Arzt Zugriff auf seine Daten hat?

Dann kann der Patient dies dem Tumorzentrum mitteilen, und der betreffende Mediziner kommt nicht mehr an die Informationen heran. Der Datenschutz ist also gewährleistet.

Wie klappt denn die Zusammenarbeit mit den Ärzten?

Die Akzeptanz ist bei den niedergelassenen Ärzten besser als in den Krankenhäusern. Das liegt zum einen daran, daß es nicht so viele von ihnen gibt, die Krebspatienten betreuen. Deshalb sind sie besonders motiviert, Qualitätssicherung zu betreiben und an unserer Dokumentation mitzuarbeiten. Bei den Krankenhäusern ist es etwas anders: Die Mediziner dort fühlen sich insgesamt gesicherter. Natürlich kostet es etwas Überwindung offenzulegen, was man bei einem Patienten gemacht hat. Diese Überwindung ist aber für die niedergelassenen Ärzte geringer als für Kollegen in den Krankenhäusern, weil erstere erkennen, daß sie der Hilfe und Unterstützung bedürfen.

Können Patienten auch bei Ihnen anrufen und sich Spezialisten empfehlen lassen?

Nein, das ist nicht möglich, nur für Ärzte stellen wir solche Kontakte her. Wir haben darüber zwar nachgedacht, aber sind das nicht angegangen. Es ist

vor allem rechtlich ein großes Problem, denn Mediziner unterliegen strengen Wettbewerbsregeln und dürfen eigentlich nicht Kollegen empfehlen. Bei uns kommt hinzu, daß das Klinikum völlig neu errichtet worden ist, ein Novum in Deutschland. Wenn wir am Tumorzentrum Empfehlungen für hiesige Kollegen aussprechen, dann würden wir sehr leicht in den Verdacht kommen, daß wir für das Klinikum werben. Das wollen wir vermeiden.

Bei den vielen tausend Krebsfällen, die es in der Oberpfalz gibt und die Sie dokumentieren, sammelt sich ja über die Jahre eine Fülle von Daten an. Bisherige Erfahrungen an anderen Tumorzentren haben gezeigt, daß nach einer Weile die Informationen meist auf den Magnetbändern verstauben. Zurück bleibt ein Datenfriedhof, mit dem kaum jemand etwas anfangen kann. Sehen Sie diese Gefahr nicht auch für Ihr Projekt?

Ein Datenfriedhof entsteht meist aus zwei Gründen. Erstens, wenn die technische Kompetenz nicht vorhanden ist. Das ist bei uns sicher kein Problem, wir haben sehr gut ausgebildete Mitarbeiter. Der zweite Grund könnte sein, daß niemand die Daten braucht. Warum sammeln wir diese Daten? Wir haben zwei Ziele: zunächst die kliniknahe, patientenbegleitende Dokumentation. Unser Grundsatz ist: Es wird nur diejenige Information archiviert, die auch in einem Arztbrief, also der Korrespondenz zwischen Ärzten, steht. Darin sind die wesentlichen Daten über einen Patienten und seine Krankheit enthalten. Der größte Teil unserer Information kommt auch aus solchen Arztbriefen. Der Mediziner schreibt die für uns relevante Information auf und schickt uns eine Kopie. Diese wird in den Computer übertragen.

Damit ergibt sich auch für den Arzt ein großer Vorteil. Er braucht nicht unbedingt sämtliche an seinen Patienten erhobenen Befunde zu dokumentieren, sondern er

kann jederzeit im Computer die Krankheitsgeschichte nachlesen. Manche nutzen sogar die Programme, die wir anbieten, um ihre Arztbriefe zu schreiben. Der Arzt kann sich aber nicht nur jederzeit über die Krankheitsgeschichte seiner Patienten informieren, er kann auch epidemiologische, d. h. die Verteilung und Häufigkeit von Krankheiten betreffende Daten abrufen. Er kann überprüfen, ob das Ergebnis einer Behandlung zum Beispiel besser oder schlechter ist als das, was in der Literatur angegeben ist. Oder er kann seine Daten mit den selbstverständlich anonymisierten Daten anderer Mitglieder des Tumorzentrums vergleichen, er kann nachprüfen, ob seine Kollegen andere Behandlungsstrategien oder andere Ergebnisse haben.

Welche neuen Erkenntnisse erhofft sich denn nun die Forschung von diesem Material?

Die große Zeit der klassischen Epidemiologie ist vorbei. Wenn man nur nach epidemiologischen und phänomenologischen Gesichtspunkten sammelt, entstehen leicht Datenfriedhöfe. Die neuen Chancen, die sich uns jetzt bieten, liegen darin, daß wir

»Die konsequent ausgerichtete Fortbildung, wie sie im Modellprojekt initiiert und durch das Tumorzentrum übernommen wurde, ist einzigartig.«

mit relativ einfachen Proben, zum Beispiel durch Blutuntersuchungen, bestimmte genetische Abhängigkeiten darstellen können. Damit kommen wir auf der molekulargenetischen Ebene an die Ursachen der Krebsentstehung heran. Die Voraussetzung hierfür ist allerdings die möglichst lückenlose Erfassung einer Population. Eine solche Datensammlung ist – neben der patientenbegleitenden Dokumentation – das zweite Ziel des Tumorzentrums. Es geht um eine kliniknahe Versorgungsdokumentation, die auch epidemiologisch nutzbar ist. Darum haben wir uns der Arbeitsgemeinschaft bayerischer Tumorzentren angeschlossen und sind inzwischen ein wesentlicher Teil davon. In etwa acht Jahren werden wir damit ganz Bayern, entsprechend dem geplanten Krebsregistergesetz, epidemiologisch erfasst haben.

Die Oberpfalz war also der letzte weiße Fleck auf der Tumorkarte Bayerns?

Das ist nicht ganz richtig. Bisher waren die bayerischen Tumorzentren mit den Hochschulen assoziiert. Dort hat man aber nur die Daten derjenigen Patienten registriert, die an die Universitätskliniken, also nach München, Würzburg oder Erlangen gekommen sind. Sie stellen jedoch nur einen Bruch-

teil der Krebserkrankten dar. Das Tumorzentrum Regensburg ist eigentlich das erste, das von seinem Konzept her flächendeckend ist. Deshalb werden wir auch

vom Gesundheitsministerium gefördert, während die übrigen Tumorzentren kein Geld aus Bonn mehr bekommen. Wir haben jetzt auch die Zusage von Krankenkassen, daß sie uns finanziell unterstützen wollen. Das ist ein großer Erfolg, denn mit der Gesundheitsreform sind die Krankenkassen enorm unter Druck.

Wie viele Tumorzentren gibt es in Deutschland?

Es gibt etwa dreißig. Sie sind aber alle, eines ausgenommen, mit Universitätskliniken assoziiert und arbeiten nicht flächendeckend. Die meisten wurden vor ein paar Jahrzehnten gegründet. Mittlerweile ist man allerdings von ihrer geringen Effektivität enttäuscht, weil sie weder epidemiologische noch patientenbegleitende Daten gesammelt haben.

Regensburg soll als Modell für weitere Tumorzentren in den neuen Bundesländern dienen. Kann es dann auch Vorbild für eine Erneuerung der Tumorzentren in den alten Ländern sein?

Das ist schwierig. Was die bayerischen Zentren betrifft, ist man dort schon dabei umzudenken, auch im Hinblick auf das geplante Krebsregistergesetz. Die bayerischen Tumorzentren versuchen jetzt, nicht-universitäre Krankenhäuser und auch niedergelassene Ärzte miteinzubeziehen. Das ist erfolgreich zum Beispiel in München und beginnt auch in Erlangen.

Wie ist denn die Situation im Ausland?

Vorbildlich für die Krebsstatistik sind vor allem die skandinavischen Länder. Das liegt zum Teil an der

politischen Situation und an der Aufgeschlossenheit der Menschen, die mit ihrer Krankheit rationaler als hierzulande umgehen. Sie hegen weniger Mißtrauen gegenüber dem Staat. Weiteres Vorbild sind für mich immer die USA gewesen, wo eine ausgezeichnete Öffentlichkeitsarbeit in den Kliniken betrieben wird. Die Amerikaner zahlen für ihre Behandlung und betrachten sie als etwas, das man kaufen kann. Deshalb wird sehr viel effektiver auf die Patienten eingewirkt, ihnen erklärt, was sie erwartet und wie sie mit ihrer Krankheit umgehen müssen. In Deutschland geschieht dies meist unter vier Augen und läuft teilweise sehr subjektiv ab.

Was lernen denn die Ärzte in Skandinavien aus den Krebsdaten, die sie sammeln? Welchen Nutzen ziehen sie aus Krebsregistern zum Beispiel für verbesserte Behandlung?

Die Frage erfordert eine vielschichtige Antwort. Erstens verdanken wir die ersten Kenntnisse von Krebsursachen der Epidemiologie. Den ersten wissenschaftlich kausalen Zusammenhang zwischen einem Tumor und einem Ereignis hat Percival Pott festgestellt. Der bedeutende englische Chirurg hatte 1775 beobachtet, daß Schornsteinfeger sehr häufig Hautkarzinome im Hodenbereich hatten, und dafür eine Erklärung gefunden, nämlich die dürftigen hygienischen Bedingungen. Das ist ein Beispiel für die klassische Epidemiologie. Sie kann dazu beitragen, Schäden zu vermeiden. Zweitens geht es bei der Epidemiologie darum, Empfehlungen auszusprechen. Ein Ziel der Medizin ist es ja vorzubeugen, Empfehlungen abzugeben für vernünftige Lebensweisen. Die Situation ist bizarr: Ich werde seit zwanzig Jahren gefragt, wann Krebs heilbar sein wird. Ich kann nur sagen: Krebs ist heilbar. Es ist einerseits ein organisatorisches Problem und hat andererseits mit der Lebensweise von Menschen zu tun und gar nicht so sehr mit neuen, komplizierten Ergebnissen aus der Forschung. Wenn Sie konsequent Früherkennung betreiben würden, alle paar Monate einen Totalcheck machen würden, dann könnten Sie einen Großteil der Krebse heilen. Das ist natürlich nicht zu bezahlen. Zweitens: Dreißig Prozent der Bevölkerung raucht viel, fast die Hälfte trinkt, hat eine äußerst ungesunde Lebensweise. Hier kann die Epidemiologie klare Daten liefern. Beim Rauchen, das war vor zwanzig Jahren noch ganz anders, ist das mittlerweile gelungen. Hinzu kommt, daß die Epidemiologie einen neuen Schwung durch die Molekularbiologie erfährt. Durch die genauere Kenntnis von Genen kann man jetzt sehr viel besser zwischen Umwelteinflüssen und genetischen Ursachen bei einer Erkrankung trennen.

Sie haben vorhin das geplante Krebsregistergesetz erwähnt, das derzeit heftig diskutiert wird. Die Bundesländer sollen Krebsdaten sammeln, so wie Sie es jetzt am Tumorzentrum tun. Es gibt viel Kritik an einem Krebsregister. Werden die einzelnen Länder mitmachen?

Die bayerischen Tumorzentren begrüßen prinzipiell das Gesetz. Allerdings bestehen gewisse Vorbehalte, was die Machbarkeit betrifft.

»Es geht um eine kliniknahe Versorgungsdokumentation, die auch epidemiologisch nutzbar ist.«

Der Gesetzesentwurf sieht vor, den Ärzten sieben Mark für jeden gemeldeten Fall zu zahlen. Sind die Mediziner denn so wenig motiviert, Krebsdaten zu sammeln?

Sieben Mark sind, über alle Fälle betrachtet, viel; für den einzelnen Fall ist es aber wenig. Die Ärzte machen eher dann mit, wenn es sanften Druck und positive Motivation gibt. Die kann aber nicht lauten: Wir Ärzte sammeln jetzt 100 000 Krebsfälle. Dazu ist das viel zu anonym. Deshalb muß es einerseits einen finanziellen Anreiz geben, andererseits aber auch die Möglichkeit, an der Dokumentation auf überschaubare Weise teilzunehmen. Letzteres ist ja auch unsere Strategie am Tumorzentrum. Deshalb schlägt Bayern vor, die Daten für das Krebsregister auf regionaler Ebene zu sammeln, natürlich so, daß man sie dann auch vergleichen kann. Wir haben einen Plan bis ins Jahr 2000 ausgearbeitet, der vorsieht, schrittweise eine flächendeckende Datensammlung aufzubauen, beginnend mit der Oberpfalz.

In letzter Zeit wird in Deutschland vermehrt über Public Health, also die Öffentliche Gesundheitspflege, diskutiert – ein Teilgebiet der Medizin, das in den USA bisher viel mehr Beachtung als hierzulande gefunden hat. Das geplante Krebsregister ist zum Beispiel ein Schritt zu mehr Public Health. Was läßt sich noch tun, um die Lage zu verbessern?

Die Gründe dafür, daß bei uns der Bereich Öffentliche Gesundheitspflege etwas kurz kommt, sind erst mal psychologischer Art.

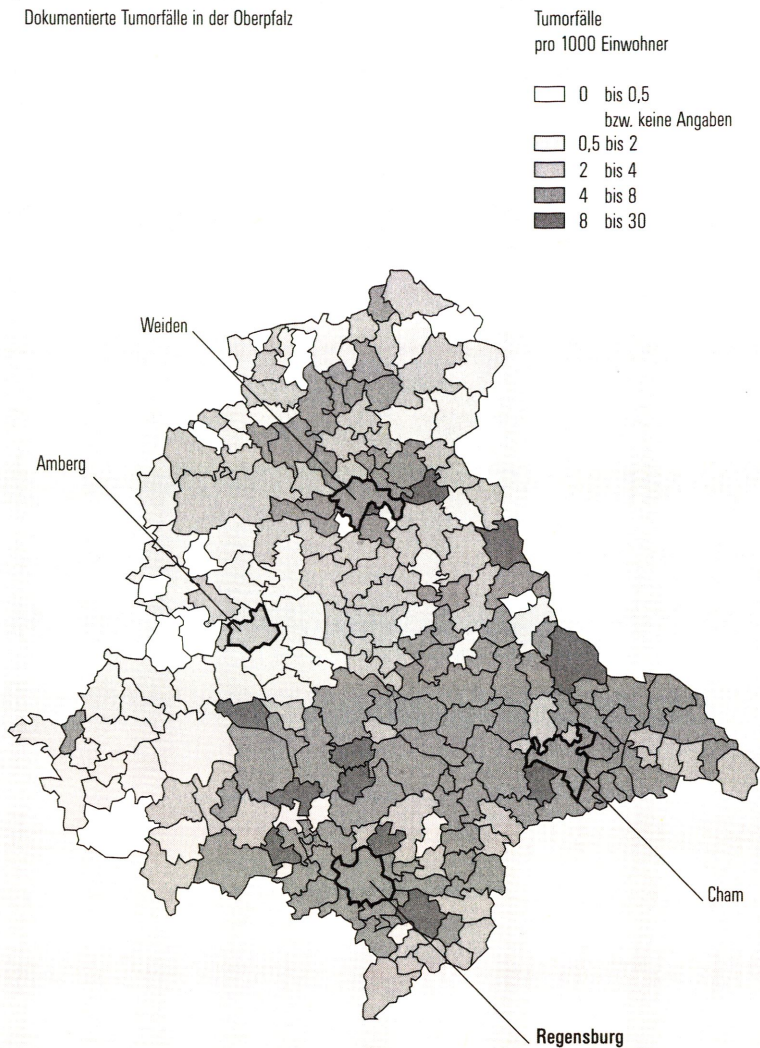
In den USA herrscht ein anderes Verständnis, eine andere Offenheit Krankheiten gegenüber. Dann sind die Amerikaner etwas unbekümmerter, frischer, wenn es darum geht, entsprechende Organisationen aufzubauen. Bei uns ist immer die Angst da, der Staat könne dirigistisch in die Nachtkästen seiner Bürger schauen. Auch sind die ersten Tumorzentren an fehlender Planung und Organisation gescheitert. Sicherlich spielen auch politische Gründe eine Rolle, weil sich die Schulmedizin zu wenig mit der Gesundheit als einer öffentlichen Aufgabe beschäftigt und anderen Disziplinen, wie der Psychologie und Soziologie, das Feld überlassen hat. Dabei waren Deutschland und Europa einmal das Paradebeispiel für öffentliche Gesundheitspflege. Denn die Hausärzte waren gute Epidemiologen, weil sie ihre Patienten, deren Familien und Lebensumstände gekannt haben. Das ist in unserer Zeit etwas verloren gegangen.

Daher gilt wohl als erstes Prinzip: Public Health kann nicht an irgendwelchen großen Kliniken betrieben, sondern muß zusammen mit den niedergelassenen Ärzten gepflegt werden.

Das zweite: Die deutschen Ärzte trauen sich viel zu wenig, Prävention zu betreiben. Sie glauben, indem sie im Wartezimmer ein Plakat »Rauchen ist schädlich« aufhängen, sei ihre Aufklärungspflicht getan. Da sollten sich die deutschen Mediziner ein Beispiel an den US-Ärzten nehmen, die auch dazu beigetragen haben, Amerika im wesentlichen zu einer rauchfreien Zone zu machen.

Medizin in Deutschland leidet immer noch etwas an ihrer Öffentlichkeitsferne. Man meint, daß die Gesundheitspflege möglichst unter vier Augen, im

Dokumentierte Tumorfälle in der Oberpfalz



Stand: 11. Oktober 1993

stillen Kämmerchen, geschehen muß. Und wenn die Ärzte an die Öffentlichkeit treten, dann tun sie es nur, wenn die Honorarkürzungen spürbar werden. Sie müßten sich mehr zusammenschließen und Ideen entwickeln. Es ist erschreckend, wie wenig zum Beispiel Vorsorgeuntersuchungen genutzt werden. Da müßten die Ärzte mehr Initiative entwickeln. Von einer Verordnung, mehr Public Health zu betreiben, halte ich aber nichts. Alles, was die medizinischen Fakultäten tun, ist, ein paar Lehrstühle für Public Health einzurichten. Doch Gesundheit als öffentliche Aufgabe ist mehr als bloß ein akademisches Spezialfach unter anderen. Es geht um ein sehr viel umfassenderes Konzept. In dieses müssen auch die niedergelassenen Ärzte und vor allem die Allgemeinmediziner einbezogen werden. Sie zu unterstützen und ihre Kompetenz zu stärken, wie wir es auch im Tumorzentrum tun, das ist der richtige Weg.

Im Tumorzentrum Regensburg nach Wohnorten dokumentierte Tumorfälle pro 1000 Einwohner

Die Verteilung spiegelt noch nicht die tatsächliche Erkrankungsrate, sondern nur denjenigen Anteil wider, der dem Tumorzentrum Regensburg gemeldet wurde. So erklärt sich z.B. die Abnahme der Fallzahlen mit steigender Entfernung von den wichtigsten kooperierenden Einrichtungen. Man sieht auch, daß im Westen der Region einige Krankenhäuser noch nicht an der Datensammlung beteiligt waren. Deshalb lassen sich aus den Daten vorerst noch keine epidemiologisch relevanten Zusammenhänge erkennen.

**Schriftenreihe
der Europa-Kolloquien
im Alten Reichstag**

Erscheint Anfang 1994:

Band 2

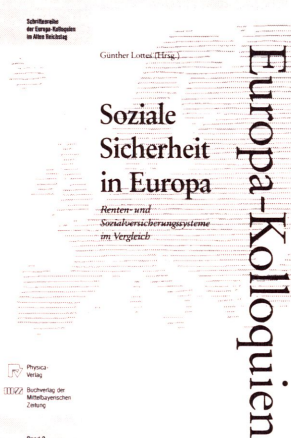
Günther Lottes (Hrsg.)

**Soziale Sicherheit
in Europa**
*Renten- und
Sozialversicherungssysteme
im Vergleich.*

Tagungsband der
Europa-Kolloquien
im Alten Reichstag Regensburg
1992

340 Seiten, broschiert
ISBN 3-7908-0702-8 (Physica)
ISBN 3-927529-91-5 (MZ)
DM 59

Physica-Verlag, Heidelberg
und
Buchverlag der
Mittelbayerischen Zeitung
Margaretenstraße 4
93047 Regensburg



eine
Gemeinschaftsinitiative
von



Universität
Regensburg



Stadt
Regensburg



Bayerischer
Rundfunk



Mittelbayerische
Zeitung
Regensburg

Erscheint im Frühjahr 1994:

Band 3

Robert Hettlage (Hrsg.)

**Bildung in Europa:
Bildung für Europa?**
*Schule und Beruf
stellen jetzt die Weichen
für eine gemeinsame
europäische Zukunft.*

Tagungsband der
Europa-Kolloquien
im Alten Reichstag Regensburg
1993

ca. 320 Seiten
mit Abbildungen

Bereits erschienen:

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 3-7908-0599-8 (Physica)
ISBN 3-927529-90-7 (MZ)
DM 48

**Schriftenreihe
der Europa-Kolloquien
im Alten Reichstag**

Europa-Kolloquien

Vorträge
Diskussionen
Workshops
Kultur

**Politikversagen
Parteienverschleiß
Bürgerverdruss**
*Streif in der
politischen Kultur der
Demokratien Europas*

Europa-Kolloquien

*Wissenschaftliche
Tagungsleitung*

Information
Prof. Dr. Mathias Schmitz
Institut für Politikwissenschaft
Universität Regensburg
93040 Regensburg
Telefon (09 41) 943 - 35 17
Telefax (09 41) 943 - 48 08

**Europa-Kolloquien
im Alten Reichstag
Regensburg**
Reichssaal, Altes Rathaus
15.-17. Juni 1994
Eintritt frei

**im Alten Reichstag
Regensburg**

Prof. Dr. rer. nat.
Jürgen Sauer

geb. 1931 in Halle/Saale. Chemie-studium 1950–1955 Universität München, 1957 Promotion. 1957–1958 Forschungsaufenthalte Universität München und Harvard University Cambridge USA. 1963 Habilitation Universität München als Habilitand der Deutschen Forschungsgemeinschaft. 1966 Dozentenstipendium des Fonds der Chemischen Industrie. Seit 1968 ordentlicher Professor an der Universität Regensburg, Institut für Organische Chemie, 1980 Literaturpreis des Fonds der Chemischen Industrie, 1991–1993 Prorektor der Universität Regensburg. Arbeitsgebiet: Physikalische Organische Chemie, Aufklärung von Reaktionsmechanismen.

Der Mensch und seine Umwelt (U.R. Schriftenreihe der Universität Regensburg, 2). Regensburg 1980.

Chemie – Risiken und Chancen (U.R. Schriftenreihe der Universität Regensburg, 13). Regensburg 1986.

Der Rhein – ein europäischer Fluß (Umwelt. Zeitschrift des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit). Nr. 9 (1988)

Gernot Boche (Hrsg.), Chemie und Gesellschaft – Herausforderung an eine Welt im Wandel. Stuttgart 1984.

Martin Held (Hrsg.), Chemiepolitik: Gespräche über eine neue Kontroverse. Weinheim 1988

Jürgen Mittelstraß, Günter Stock (Hrsg.), Chemie und Geisteswissenschaften. Berlin 1992.

Bo Birgersson, Olov Stener und Erik Zimerson, Chemie und Gesundheit. Weinheim 1988.

Andreas Heintz und Guido Reinhardt, Chemie und Umwelt. Braunschweig 1990.

Bruce N. Ames und Lois S. Gold, Falsche Annahmen über die Zusammenhänge zwischen der Umweltverschmutzung und der Entstehung von Krebs. Angewandte Chemie 102 (1990), S. 1233–1246.

Bruno Streit, Umwelt-Lexikon. Freiburg 1992.

Rainer Koch, Umweltchemikalien. Weinheim 1991.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
nach Unterlagen
des Verbandes der Chemischen
Industrie (VCI).

Autoren & Quellen

SIEMENS

Die Ozonschicht fordert Initiativen



FCKWs verursachen das Ozonloch und verstärken den Treibhauseffekt. Siemens arbeitet seit Jahren darauf hin, ohne diese Substanzen auszukommen.

In unserem Münchner Werk für Hybride verwenden wir z.B. ein neues Lösungsmittel, das zu 95 % aus Zitruschalen destilliert wird. Elektronische Schaltungen können so ohne FCKW hergestellt werden.

Umweltschutz ist bei Siemens integrierter Bestandteil der Unternehmensleitsätze. Unser Engagement reicht von der Entwicklung bis zur Entsorgung.

Bitte schreiben Sie uns.
Siemens AG
Zweigniederlassung Regensburg
Hausadresse:
Hornstraße 10
93009 Regensburg
Briefadresse:
Postfach 10 09 45
93509 Regensburg

Hochtemperatur-Ökologie

Prof. Dr. rer. nat.

Karl O. Stetter

geb. 1941 in München. Studium, Diplom und Promotion (1973) an der Technischen Universität München. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Biochemie (Prof. Zillig), Martinsried. Wiss. Assistent am Botanischen Institut der Ludwig-Maximilians-Universität München (Prof. Kandler). Nach der Habilitation Privatdozent und Oberassistent am Botanischen Institut der Ludwig-Maximilians-Universität. Seit 1980 Inhaber des Lehrstuhls für Mikrobiologie an der Universität Regensburg; seit 1988 zugleich Mitglied der Faculty of Life Sciences, Dept. Microbiology, University of California, Los Angeles. 1985 Jahrespreis der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie, 1989 Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Literatur zum Thema

Karl O. Stetter, Ultrathin mycelia-forming organisms from submarine volcanic areas having an optimum growth temperature of 105 °C. *Nature* (London) 300 (1982), S. 258–260.

Karl O. Stetter, Wolfram Zillig, Thermoplasma and the thermophilic sulfur-dependent archaeobacteria. In: Carl R. Woese, Ralph S. Wolfe (Hrsg.), *Archaeobacteria* (The Bacteria, 8) Orlando 1985, S. 85–170.

Thomas D. Brock (Hrsg.), *Thermophiles: General, molecular, and applied microbiology*, New York 1986.

Karl O. Stetter, Life at the upper temperature border. In: Jean & Kim Trân Thanh Vân, Jean-Claude Monnolou, Jean Schneider, Chris McKay (Hrsg.), *Frontiers of Life, Colloque Interdisciplinaire du Comité National de la Recherche Scientifique*. Gif-sur-Yvette 1992, S. 195–219.

Bildnachweis

23 24 29 32 35

Dr. Reinhard Rachel
Institut für Mikrobiologie,
Universität Regensburg.

31 33

Dr. Helmut König
Institut für Mikrobiologie,
Universität Regensburg.

30 34

Dr. Harald Huber
Institut für Mikrobiologie,
Universität Regensburg.

36

Dr. Barry Phipps und
Prof. Dr. Wolfgang Baumeister
Max-Planck-Institut für Biochemie,
Martinsried.

Bluthochdruck


Prof. Dr. med.

Günter Riegger

geb. 1948 in Schussenried. Studium der Medizin an der Universität Tübingen. 1974 Promotion. 2jähriges Ausbildungsstipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Glasgow, U.K. Klinische Ausbildung zum Internisten mit der Teilgebietsbezeichnung Nephrologie und Kardiologie an der Universitätsklinik Tübingen. 1983 Habilitation. 1986 Professor und leitender Oberarzt an der Medizinischen Universitätsklinik Würzburg. 1991 Lehrstuhl für Innere Medizin an der Universität Regensburg. Arbeitsgebiete: Molekularbiologische, experimentelle und klinische Forschung zu Ursachen und Therapie der Herzinsuffizienz und der arteriellen Hypertonie.

Literatur zum Thema

Heribert Schunkert,
Günter A. J. Riegger, Molekularbiologie der adaptiven Myokardhypertrophie. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 117 (1992), S. 1406–1412.



*Wer klug ist,
sorgt zusätzlich vor!*

Private Pflegeversicherung

Die vom Gesetzgeber angestrebte Pflegeversicherung kann nur eine Grundabsicherung darstellen. **Mit dem modernen Tarif des Marktführers** in der Pflegekostentagegeld-Versicherung können Sie **eine umfassende und preiswerte Vorsorge treffen**.

Ihre Vorteile:


- ✓ Sofortige Sicherheit mit individuell abstimmbarer Leistung
- ✓ Als Ersatz oder Leistungsaufstockung für die voraussichtlich gesetzliche Pflegeversicherung empfehlenswert
- ✓ Beitragsbefreiung im Leistungsfall

Spezialorganisation Junge Leute
und öffentlicher Dienst in Bayern
Willi Jahn & Partner GmbH

Widenmayerstr. 17 • 80538 München
Telefon 0 89 / 291557

**VERSICHERUNGS
KAMMER**

BAYERISCHE
BEAMTENKRANKENKASSE



Coupon

☐ Übersenden Sie mir Informationen über Ihre private Pflegeversicherung

Vorname	Telefon: Dienst	Privat
Name	Geb.-Datum	
Straße		
PLZ/Ort		
Dienststelle/Arbeitgeber		



Brauerei Kneiting Regensburg

Seit 1530

Dr. rer. nat.
Bernd Echtenacher

geb. 1957 in Heilbronn. Biologie-
studium in Heidelberg. Promotion
1992 am Institut für Immunologie und
Genetik am Deutschen Krebs-
forschungszentrum in Heidelberg.
Seit 1992 Wiss. Mitarbeiter am Lehr-
stuhl Tumorimmunologie, Institut für
Pathologie der Universität Regensburg.
Arbeitsgebiet:
Molekulare Mechanismen von
Entzündungsmediatoren in der Sepsis.

Prof. Dr. rer. nat.
Daniela N. Männel

geb. 1950 in Löffelbach. Pharmazie-
studium in München und Kiel. Nach
der Doktorarbeit am Max-Planck-
Institut für Immunbiologie in Freiburg.
Dreijähriger Forschungsaufenthalt am
National Institute of Health, Bethesda,
Maryland; ein Jahr Forschungstätigkeit
am Curie Institut in Paris. 1981 bis
1991 Wiss. Mitarbeiterin im Institut
für Immunologie und Genetik am
Deutschen Krebsforschungszentrum
in Heidelberg.
1985 Habilitation an der Fakultät für
Theoretische Medizin, Heidelberg.
1991 Berufung auf eine Fiebiger-
Professur am Lehrstuhl Tumor-
immunologie an der Universität
Regensburg.
Arbeitsgebiete:
Entzündungsmediatoren, speziell TNF,
Pathophysiologie und molekulare
Mechanismen im Krebsgeschehen
und bei Metastasierung sowie in
Infektionen.

■ **Literatur zum Thema**

Daniela N. Männel, Tumor necrosis
factor – a mediator of inflammation.
Progress in Applied Microcirculation
12 (1987), S. 124–131.

Bernd Echtenacher, Werner Falk,
Daniela N. Männel, Peter H. Krammer,
Requirement of endogenous tumor
necrosis factor. Cachectin for recovery
from experimental peritonitis.
Journal of Immunology 145 (1990),
S. 3762–3766.

Ulrich Räh, Manfred Kaufmann,
Hans Schmid, Jutta Hofmann,
Bertram Wiedenmann, Andreas Kist,
Joachim Kempeni, Erich Schlick,
Gunther Bastert, Burkhard Kommerell,
Daniela N. Männel, Effect of
intrapitoneal application of
recombinant human tumor necrosis
factor alpha on malignant ascites.
European Journal of Cancer 27
(1991), S. 121–125.

Peter Orosz, Bernd Echtenacher,
Werner Falk, Josef Rüschhoff,
Dorothea Weber, Daniela N. Männel,
Enhancement of experimental
metastasis by tumor necrosis factor.
Journal of Experimental Medicine 177
(1993), S. 1391–1398.

■ **Bildnachweis**

2 3
nach: Stephen R. Sprang, Michael
J. Eck, The 3-D Structure of TNF.
In: Bruce Beutler (Hrsg.), Tumor
Necrosis Factors. The Molecules and
Their Emerging Role in Medicine.
New York 1992, S. 26.

6
nach: Danielle Lienard, Patricia
Ewalenko, Jean-Jacques Delmotte,
Nathalie Renard, Ferdj J. Lejeune,
High-dose recombinant tumor
necrosis factor alpha in combination
with interferon gamma and melphalan
in isolation perfusion of the limbs
for melanoma and sarcoma. Journal
of Clinical Oncology 10 (1992),
S. 52–60.

7
nach: Peter Orosz
Deutsches Krebsforschungszentrum
Heidelberg.

Autoren & Quellen

Mit dem neuen LEITZ DM RB/E entscheiden Sie
sich als Biologe oder Mediziner für eine absolute
Novität in der modernen Mikroskopie. **DAS**
Mikroskop LEITZ DM RB/E ist durch seine **neue**
Unendlichoptik für alle Kontrastverfahren vorbereitet.

Aufgrund der integrierten Modulbauweise kann es mit
entsprechenden Komponenten ganz einfach nach
Ihren **persönlichen Kriterien** ausgerüstet werden.

Der einzigartige Motor-Fokus mit kodiertem 7-fach
Objektivrevolver ermöglicht ein effizientes Arbeiten
und damit eine enorme Zeitersparnis.

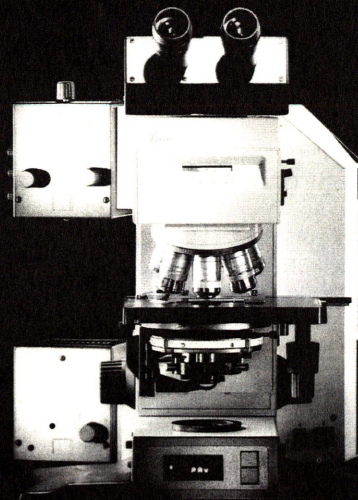
DAS Mikroskop LEITZ DM RB/E steht für:

- ▶ **Beste Ergebnisse auch im spektralen
Grenzbereich**
- ▶ **Optimaler Kontrast bei höchster Auflösung**

Leica Vertrieb GmbH

Niederlassung München
Adalperstraße 29
Postfach 1364
85737 Ismaning b. München
Tel.: 089-996543-0
Fax: 089-99654343

Verkaufsniederlassungen:
Berlin • Bensheim • Hamburg
Stuttgart • Köln



Festrede

Prof. Dr. med.
Kai Taeger

geb. 1942 in München. Nach Besuch der humanistischen Gymnasien in Fürstfeldbruck und München-Pasing und einer zweijährigen Wehrdienstzeit studierte er an der Ludwig-Maximilians-Universität in München Medizin. Nach Staatsexamen, Promotion und Approbation arbeitete er dreieinhalb Jahre auf dem Gebiet der molekularen Pharmakologie am Pharmakologischen Institut in München. Von dort wechselte er 1975 an das Institut für Anästhesiologie der Universität München und wurde 1979 als Arzt für Anästhesiologie anerkannt. 1986 habilitierte er sich mit einer Arbeit über die Kinetik intravenöser Anästhetika. 1991 wurde er auf den Lehrstuhl für Anästhesiologie an der Universität Regensburg berufen und ist seitdem vorläufiger Ärztlicher Direktor des Klinikums.

Literaturverzeichnis

Wolfram Engels, in: Mittelbayerische Zeitung, 27.7.92.

Günter Bölke, Die Entwicklung des Krankenhauswesens in den neunziger Jahren im wiedervereinten Deutschland. Anästhesiologie und Intensivmedizin 32 (1991), S. 185–190.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer, Probleme der Intensivpflege. Situationsanalyse und Lösungsvorschläge. Deutsches Ärzteblatt 89 (1992), B1087–B1088.

Klaus Peter, Hans-Jürgen Dieterich, Stand und Perspektiven der Intensivmedizin. Anästhesiologie und Intensivmedizin 32 (1991), S. 343–347.

Walter Späth, Krankenhausfinanzen kein Grund zur Hysterie. Bayerische Staatszeitung und Bayerischer Staatsanzeiger, 7.8.1992.

Dirk Kurbjuweit, Tödliche Grenzen. DIE ZEIT, Nr. 42 (9.10.1992), S. 37.

Winfried Sander, Nicht um jeden Preis. DIE WELT, 7.9.1992.

Fotografie

Uwe Moosburger, Mittelbayerische Zeitung, Regensburg, fotografierte im Klinikum der Universität Regensburg.

Verfassungsgeschichte

Prof. Dr. iur.
Hans Jürgen Becker

geb. 1939 in Coesfeld/Westfalen. Studium der Rechtswissenschaft. Erste Juristische Staatsprüfung 1964, Assessor 1969, Promotion 1967, Habilitation 1972 jeweils in Frankfurt am Main. 1964/65 und 1970/71 Forschungsaufenthalte am Deutschen Historischen Institut in Rom. Ernennung zum Professor an der Universität in Frankfurt am Main 1974. Seit 1975 ordentlicher Professor an der Universität Köln, seit 1988 Lehrstuhl für Bürgerliches Recht, Europäische Rechtsgeschichte und Kirchenrecht an der Universität Regensburg. Zahlreiche Untersuchungen zur deutschen und zur kirchlichen Rechtsgeschichte. Mitglied der Gesellschaft für Rheinische Geschichtskunde; Vorstandsmitglied der Görres-Gesellschaft zur Pflege der Wissenschaft; Mitherausgeber der Zeitschrift der Savigny-Stiftung für Rechtsgeschichte, Kanonistische Abteilung.

Literatur zum Thema

Walter Ullmann, The legal validity of the papal electoral pacts. Ephemerides iuris canonici 12 (Rom 1956), S. 246–278.

Hans-Jürgen Becker, Primat und Kardinalat. Die Einbindung der plenitudo potestatis in den päpstlichen Wahlkapitulationen. In: Dieter Simon (Hrsg.), Akten des 26. Deutschen Rechtshistorikertages (Ius Commune, Sonderheft 30). Frankfurt am Main 1987, S. 109–127.

Bildnachweis

- 1 Scala
Istituto Fotografico Editoriale
Antella/Bagno a Ripoli (Firenze).
- 2 4 Anton Haidacher, Geschichte der Päpste in Bildern. F. H. Kerle Verlag, Heidelberg 1965.
- 3 Biblioteca Vaticana, Rom.
- 5 Bibliothèque Nationale, Paris.



Schalten Sie uns ein...

... wenn's um Energieprobleme geht. Wir sind die Leute "hinter Ihrer Steckdose". Von der Energiesparlampe bis zum Blockheizkraftwerk - wir haben Fachleute für alle Fälle.

Nur sinnvoller Energieeinsatz hat Zukunft, schon unsere Umwelt und die Ressourcen.

Dafür arbeiten wir. Mit aller Energie.

ENERGIEVERSORGUNG OSTBAYERN AG

OBAG

Dr. phil.
Manfred Eder

geb. 1958 in Deggendorf.
1978–1986 Studium der Katholischen Theologie, der Klassischen Philologie und der Geschichte an der Universität Regensburg.
1987–1990 Wiss. Hilfskraft am Lehrstuhl für Kirchengeschichte des Donauraumes (Prof. Dr. Karl Hausberger) an der Universität Regensburg. 1991 Promotion mit dem Thema »Die »Deggendorfer Gnad« – Entstehung und Entwicklung einer Hostienwallfahrt im Kontext von Theologie und Geschichte« (ausgezeichnet mit dem »Kulturpreis Ostbayern 1992«); seither Wiss. Assistent am genannten Lehrstuhl.

■ Literatur zum Thema

Manfred Eder, Die »Deggendorfer Gnad« – Entstehung und Entwicklung einer Hostienwallfahrt im Kontext von Theologie und Geschichte (Deggendorf – Archäologie und Stadtgeschichte, 3) Deggendorf/Passau 1992.

Bernd Martin, Ernst Schulz (Hrsg.), Die Juden als Minderheit in der Geschichte. 4. Aufl. München 1989.

Franz Mußner, Traktat über die Juden. 2. Aufl. München 1988.

Karl Heinrich Rengstorff, Siegfried von Kortzfleisch (Hrsg.), Kirche und Synagoge: Handbuch zur Geschichte von Christen und Juden. 2 Bde. Stuttgart 1968–1970.

Manfred Tremml, Josef Kirmeier (Hrsg.), Geschichte und Kultur der Juden in Bayern: Aufsätze (Veröffentlichungen zur bayerischen Geschichte und Kultur, 17) München 1988.

■ Bildnachweis

1
Martin Eder.

2
Bayerische Staatsbibliothek, München.

3
nach: Manfred Eder

4
Stadtarchiv Deggendorf.

■ Bildnachweis

5
Stadtmuseum Deggendorf (Leihgabe der Kath. Kirchenstiftung »Mariä Himmelfahrt«

6
Privatbesitz Manfred Eder.

7
nach: Manfred Eder.

8
Collage: Manfred Eder, unter Verwendung von Annoncen im »Deggendorfer Bauernboten« vom 28. September 1953 und 1. Oktober 1954 sowie in der »Deggendorfer Zeitung« vom 26. September 1953, 29. September 1955, 30. September 1960, 28. September 1962, 28. September 1963, 26. September 1964.

■ Hinweis zur Ausstellung

Meldung zum Redaktionsschluß: Die Eröffnung der Ausstellung »Deggendorfer Gnad« im Stadtmuseum Deggendorf wird möglicherweise verschoben.

Information zum Ausstellungstermin unter Telefon (0991) 40 48, Stadtmuseum Deggendorf.

NEU

Theodor Häußler
Erdäpfelpfalz
Das Kartoffelbuch
aus der Oberpfalz

224 Seiten
mit zahlreichen,
teils farbigen Abbildungen
Pappband

ISBN 3-927529-37-0

DM 29,80



Erdäpfelpfalz. Was für die Unterfranken die Rebstöcke und für die Hallertauer die Hopfengärten sind, das sind für die Oberpfälzer die Erdäpfel.

Erstmals wird hier diese Sonderkultur der Oberpfalz zusammenfassend dargestellt. Der Autor, seit 1970 in der Landwirtschaftsverwaltung des Regierungsbezirks Oberpfalz, erzählt sachkundig und dabei amüsant die Geschichte der Kartoffel, die mit ihrer Einführung auf den zehentpflichtigen Bauernhöfen beginnt, dann ihren Aufstieg zum unentbehrlichen Volksnahrungsmittel erlebt und vorläufig mit ihrer Veredelung zu Kartoffelchips und Pommes frites endet.

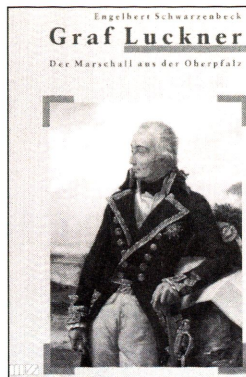
Neben der landwirtschaftlich-fachlichen Würdigung wird auch das Bild der Kartoffel in Sitte, Sage, Mundart, Kultur und Brauchtum dargestellt, wobei die phantasievoll vielfältigen Zubereitungsarten des oberpfälzischen Nationalgerichts einschließlich einer ernährungsphysiologischen Wertung nicht vergessen werden.

BUCHVERLAG DER MITTELBAYERISCHEN ZEITUNG REGENSBURG

NEU

Graf Luckner. Der Marschall aus der Oberpfalz hat weit über die Grenzen seiner altbayerischen Heimat hinaus Berühmtheit erlangt. 1722 in Cham als Sohn eines Gastwirts geboren, wurde er Berufsoffizier und trat schließlich in den Dienst des französischen Königs. Obwohl ihm die Armee 1792 die Marseillaise, die französische Nationalhymne, gewidmet hatte, fiel sein Haupt während der Schreckensherrschaft unter der Guillotine (4. Januar 1794). Graf Luckner teilte dieses Schicksal mit König Ludwig XVI., der ihn 1791 zum Marschall von Frankreich ernannt hatte.

Der Münchner Fernsehautor Engelbert Schwarzenbeck ist den Spuren Luckners in dessen Oberpfälzer Heimat nachgegangen und hat ein spannendes Buch verfaßt, das zum 200. Todestag erscheint und gleichzeitig die Reihe der Altbaierischen Biographien eröffnet.



Engelbert Schwarzenbeck
Graf Luckner
Der Marschall
aus der Oberpfalz

144 Seiten
mit zahlreichen, teils farbigen
Abbildungen
Pappband mit farbigem
Schutzumschlag

ISBN 3-927529-38-9

DM 29,80

BUCHVERLAG DER MITTELBAYERISCHEN ZEITUNG REGENSBURG

Dr. phil.

Heidrun Stein-Kecks

geb. 1956 in Salzburg/Österreich. Studium der Kunstgeschichte und Romanistik an den Universitäten Regensburg und Wien. Magister Artium und Promotion (1985) in Regensburg mit einer Arbeit über „Die romanischen Wandmalereien in der Klosterkirche Prüfening“, gefördert von der Studienstiftung des deutschen Volkes. Auszeichnung der Dissertation mit dem Prof. Josef-Engert-Preis der Stadt Regensburg. 1985/86 Stipendiatin des Landes Bayern am Zentralinstitut für Kunstgeschichte in München, 1986–1989 Mitarbeit am Forschungsprojekt „Die Kirchen von Siena“ als Stipendiatin des Kunsthistorischen Instituts Florenz; seit Oktober 1989 Wiss. Assistentin am Lehrstuhl für Kunstgeschichte der Universität Regensburg. Arbeitsgebiete: Romanische Wandmalerei, Ikonographie der Kunst des Mittelalters, Kunst Mittelaltaliens.

Miklós Boskovits, Insegnare per immagini: dipinti e sculture nelle sale capitolari. Arte cristiana 78, fasc. 737–738 (1990), S. 123–142.

Wolfgang Braulfels, Abendländische Klosterbaukunst. Köln 1969.

Julian Gardner, Andrea di Bonaiuto and the Chapterhouse Frescoes in Santa Maria Novella. Art History 2 (1979), S. 107–138.

Edmond Martène, De antiquis monachorum ritibus. Lyon 1690.

Léon Pressouyre, St. Bernard to St. Francis: Monastic Ideals and Iconographic Programs in the Cloister. Gesta 12 (1973), S. 71–92.

Max Seidel, Die Fresken des Ambrogio Lorenzetti in S. Agostino. Mitteilungen des Kunsthistorischen Instituts in Florenz 22 (1978), S. 185–252.

Heidrun Stein, Ein romanischer Kapitelsaal. Freilegung von Wandmalereien in Regensburg. St. Emmeram. Thurn und Taxis-Studien 15 (1986), S. 29–77.

Heidrun Stein, Die romanischen Wandmalereien in der Klosterkirche Prüfening (Quellen und Studien zur Kunstgeschichte Regensburgs 1). Regensburg 1987.

Heidrun Stein-Kecks, Romanische Wandmalereien im ehemaligen Kapitelsaal des Klosters St. Emmeram. In: St. Emmeram in Regensburg. Geschichte – Kunst – Denkmalpflege. Beiträge des Regensburger Herbstsymposiums vom 15.–24. November 1991 (Thurn und Taxis-Studien 18). Kallmünz 1992, S. 189–196.

Heidrun Stein-Kecks, Contribution à une iconologie de la salle capitulaire. Saint-Emmeram à Ratisbonne et Saint-Ulrich et Aftan à Augsburg. In: L'emplacement et la fonction des images dans la peinture murale du Moyen-Age. Actes du 5^e Séminaire International d'Art Mural, Cahier 2, 16.–18. September 1992. Saint-Savin 1993, S. 13–24.

Institut für Kunstgeschichte, Universität Regensburg
Fotografie: Walter Ziegler.

11 12

Scala

Istituto Fotografico Editoriale
Antella/Bagno a Ripoli (Firenze).

13 19 20 21 22

Fürstliches Archiv Thurn & Taxis,
Regensburg.


Ab: 78,- DM
**Zimmer zum Wochenendtarif
+ 14,- DM Frühstücksbüffet pro Person**
Gültigkeit: in ca. 40 Ibis und Arcade Hotels in Deutschland

Bedingungen: ★ Buchbar ab Freitag fürs kommende Wochenende
★ Für Feiertage am Vorabend buchbar
★ Barzahlung bei Anreise
★ Begrenzte Zimmeranzahl je nach Hotel
★ Ist nicht mit anderen Preisen kombinierbar
★ **HOTLINE: 0 89 / 68 09 12 54**

Ibis Hotels in 93053 REGENSBURG
Ibis Furtmayr - 09 41 / 78 04 - 0
Ibis Castra Regina - 09 41 / 56 93 - 0

Prof. Dr. med.
Ferdinand Hofstädter

geb. 1948 in Salzburg. Medizin-
studium in Innsbruck. Assistenzarzt in
Innsbruck und an der Medizinischen
Hochschule Hannover. Professor in
Aachen. Seit 1989 Inhaber des Lehr-
stuhls für Pathologie und Direktor des
Instituts für Pathologie der Universität
Regensburg.
Arbeitsgebiet: Tumorphathologie.

Dr. rer. nat.
Jeanne Rubner

geb. 1961 in Freiburg. Studium der
Physik in Regensburg. Promotion an
der Technischen Universität München.
Seit 1990 Wissenschaftsredakteurin
bei der Süddeutschen Zeitung.

Autoren & Quellen

Cafe-Bistro-Marabella

Der Treffpunkt Nähe Universität

Öffnungszeiten:

Montag - Freitag: 8.00 - 1.00 Uhr

Samstag u. Sonntag 10.00 - 1.00 Uhr

Durchgehend warme Küche



Florian-Seidl-Straße 11b

93053 Regensburg.

Tel.: (0941) 709964

Wir freuen uns auf Ihren Besuch

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

Der Umzugsspezialist der Universität Regensburg



Umzüge im Stadt-, Nah-, Fern-, Auslandsverkehr,
Übersee und Containerumzüge,
Spezialtransporte von Klavier - Flügel - Kassen -
Computer - und Kunstgegenständen,
Industrie und Betriebsverlegungen, Lagerung -
geschultes Fachpersonal, Schreiner-Service,
Möbelmontage



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

Für uns heißt Umziehen nicht nur transportieren

Essay

Prof. Dr. Mathias Schmitz
**Politikversagen,
Parteienverschleiß,
Bürgerverdruß**

Prof. Dr. Max Maier
**Telefonieren und Rechnen
mit Laserlicht?**
Neue Methoden der
Informationstechnik

Prof. Dr. Klaus Gustav
Heumann
**Spurensuche
in der Antarktis**
Nachweis kleinster
Substanzmengen
im letzten Reinraumgebiet
der Erde

Prof. Dr. Christoph Daxelmüller
**Edle Ritter,
fromme Rabbis,
schöne Frauen**
Alltagsvergügen
in der jüdischen Gesellschaft
des 17. bis 20. Jahrhunderts

Dr. Ralf Wagner/
Prof. Dr. Hans Wolf
**AIDS, Hepatitis,
Tumorstoffe**
Ansätze für die Entwicklung
neuer Impfstoffe

Prof. Dr. Klaus Heine
**Eis am Äquator –
Wasser in der Wüste**
Klimawandel in
Tropen und Subtropen

Prof. Dr. Leo Pollmann
Kreolen und Immigranten
Lateinamerikaner suchen
ihr kulturelles Selbstverständnis
in Paris

Prof. Dr. Wolfgang Wiegand
**Die Zeche bezahlen
spätere Generationen**
Folgen einer zunehmenden
Staatsverschuldung

Prof. Dr. Peter Schauer
**Am Rande
von Luxuswelten**
Die Reichweite
früher Hochkulturen
im Mittelmeergebiet

Herausgeber und
Redaktionsbeirat

Universität Regensburg
Rektorat
Universitätsstraße 31
93053 Regensburg
Telefon (0941) 943-23 00
Telefax (0941) 943-33 10

Anzeigenverwaltung

Anzeigenagentur ALPHA
Bürstädter Straße 48
68623 Lampertheim
Telefon (06206) 570 21
Telefax (06206) 39 42

Anzeigenpreisliste
Nr. 1/93

Abonnementverwaltung,
Vertrieb

Zeitungs-Zustellung GmbH
93042 Regensburg
Telefon (0941) 207-234
Telefax (0941) 207-430

Hinweis für Abonnenten

Für Vertrieb und
Abonnementverwaltung
werden die erforderlichen
Daten der Bezieher
in einer automatischen Datei
gespeichert, die
folgende Angaben enthält:
Name, Vorname, Anschrift,
Bezugszeitraum und
(bei Teilnahme am
Abbuchungsverfahren)
die Bankverbindung.
Die Daten werden
nach Beendigung des Bezugs
gelöscht.

Mitglieder des Vereins
ehemaliger Studierender
der Universität Regensburg
erhalten
Blick in die Wissenschaft
im Rahmen der Mitgliedschaft.

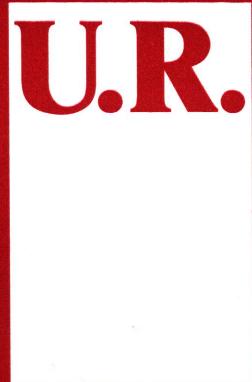
UMFASSEND IN DER LEISTUNG PERSÖNLICH IN DER DIENST LEISTUNG

Privatbankhaus seit 1828

Schmidt Bank

100 Niederlassungen in Bayern
und Sachsen

Regensburg · Speichergasse 3 · Am Alten Kornmarkt · Telefon 5 69 00



U.R.
Schriftenreihe
der
Universität
Regensburg