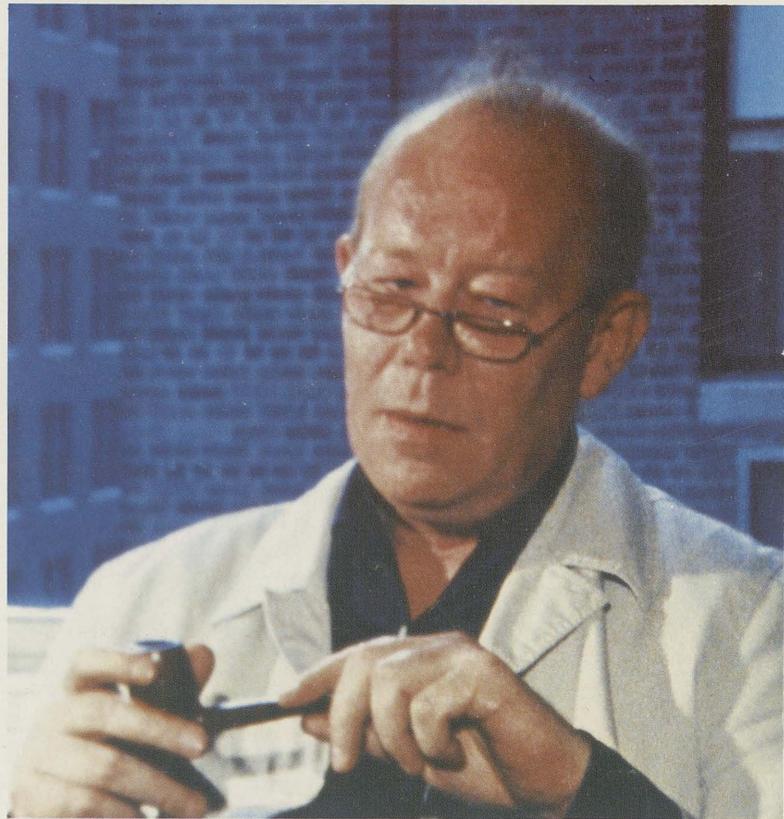


1408

Wissenschaftsmagazin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt

# Forschung Frankfurt

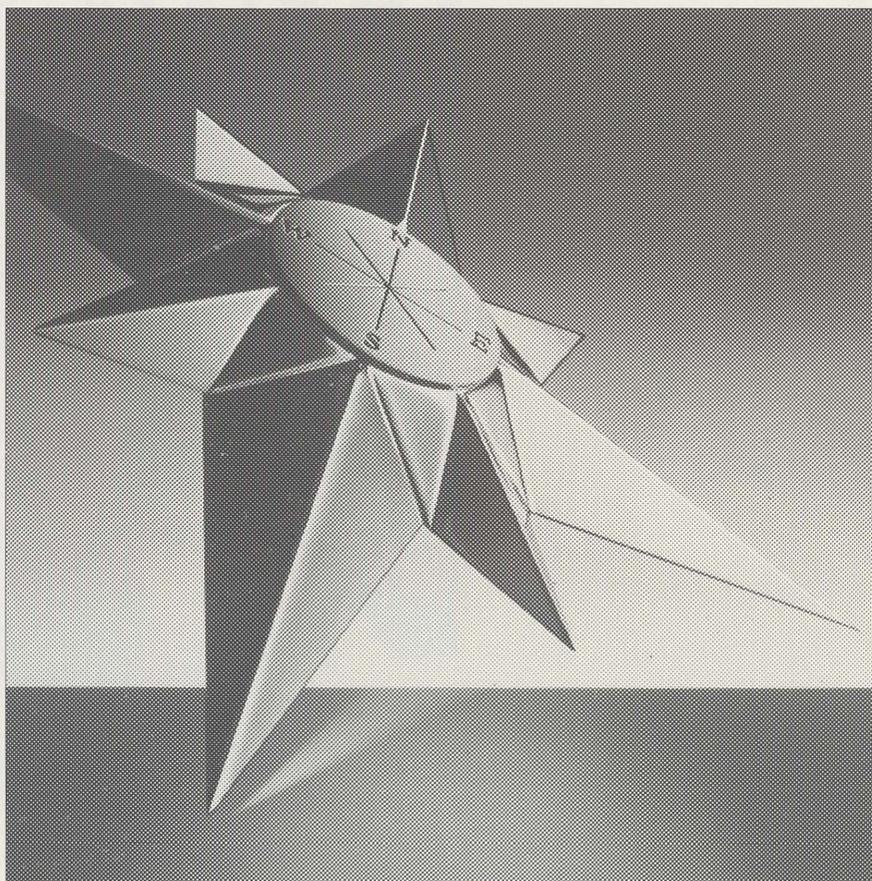


Das Handwerk des Schreibens - Das  
Uwe-Johnson-Archiv · Kommunikation zwischen  
Zelle und Zellkern · Frankfurter Strafrechtslehrer ·  
Räumlicher Aufbau von Cyclosporin erforscht ·  
Der Enkheimer Riedteich - Ein stadtnahes  
Naturschutzgebiet im Dauerstreß · Die japanische  
Umweltpolitik - Vorbild für uns?

**1**  
**1985**

2sq 12120

# Nur wer das Ziel kennt, kann die Richtung zeigen.



Als große internationale Bank haben wir das Instrumentarium, um Ihren Standort zu bestimmen und den Weg zu Ihrem Ziel zu zeigen.

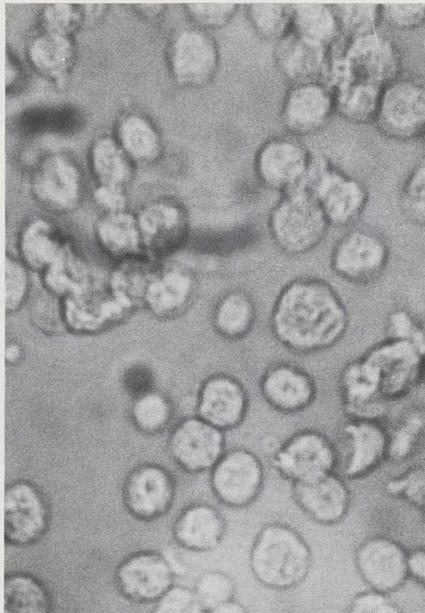
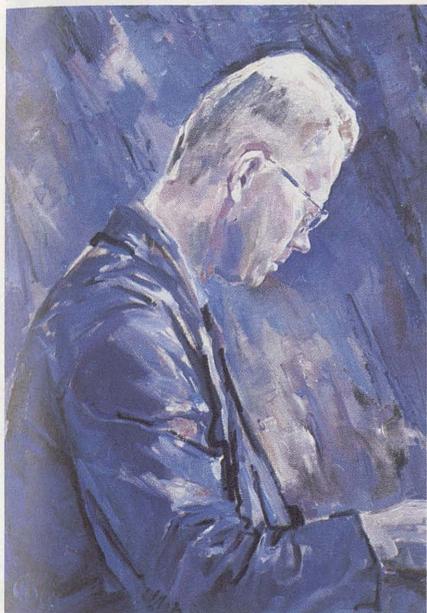
Sprechen Sie mit uns.

## Deutsche Bank



Filiale Frankfurt, Roßmarkt 19, Telefon (0 69) 214-1  
Mehr als 90 Geschäftsstellen in Hessen

10.7.85  
Frankfurt/Main

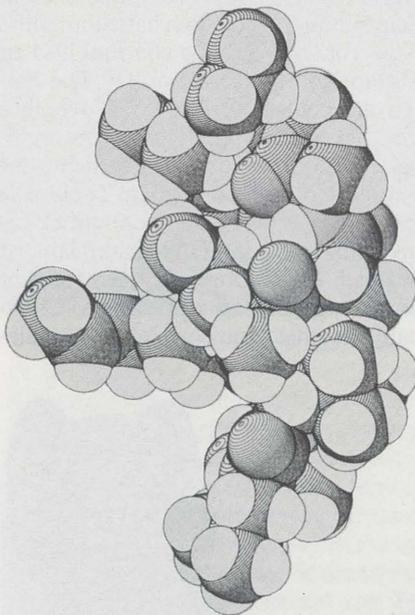


Spuren von Uwe Johnsons Handwerk zu sichern ist eines der Ziele des Uwe-Johnson-Archivs an der Frankfurter Universität, die seit Februar den literarischen Nachlaß des Schriftstellers als Dauerleihgabe beherbergt (S. 2). (Das Gemälde von Claus Grimm, Mitte der 60er Jahre entstanden, wurde für das Archiv erworben.)

Bei der „Kommunikation“ zwischen Zelle und Zellkern spielt die Kernhülle eine wichtige Rolle. Mit einem Trick gelang es Frankfurter Wissenschaftlern, leere Kernhüllen herzustellen und Transportvorgänge in der Kernhülle ohne Beeinflussung durch den Kerninhalt zu untersuchen (S. 10).

Der Wirkstoff Cyclosporin senkt das Risiko bei Transplantationen erheblich. Zwar wurde die Substanz schon vor 10 Jahren entdeckt, der räumliche Aufbau des Moleküls, der eng mit der biologischen Wirkung zusammenhängt, konnte jedoch erst vor kurzem aufgeklärt werden (S. 19).

Nach den energischen Maßnahmen gegen die Luftverschmutzung ist der Himmel über Japan wieder blau – viele Umweltprobleme, z. B. die Beseitigung der häuslichen Abwässer, sind aber noch ungelöst. Kann die japanische Umweltpolitik Vorbild für uns sein (S. 26)?



# Forschung Frankfurt

Wissenschaftsmagazin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität

## Inhalt

**Das Handwerk des Schreibens –  
Das Uwe-Johnson-Archiv  
an der J. W. Goethe-Universität**  
von Eberhard Fahlke 2

**Kommunikation zwischen Zelle  
und Zellkern –  
Wie Makromoleküle durch die  
Zellmembran geschleust werden**  
von Hugo Fasold 10

**Aus der Geschichte der  
Universität:  
Frankfurter Strafrechtslehrer**  
von Helga Müller 15

**Räumlicher Aufbau von  
Cyclosporin erforscht**  
von Horst Kessler  
und Hartmut Oschkinat 19

**Der Enkheimer Riedteich –  
Ein stadtnahes Naturschutzgebiet  
im Dauerstreß**  
von Wilhelm L. F. Brinkmann  
und Barbara Grüger 22

**Die japanische Umweltpolitik –  
Vorbild für uns?**  
von Eckard Rehbinder 26

**Kurz berichtet 30**

**Impressum 32**

**Abbildungsnachweis 32**

**1**  
**1985**

Zum ersten Todestag des Schriftstellers Uwe Johnson wurde der Universität der literarische Nachlaß des Autors durch Siegfried Unseld, den Leiter des Suhrkamp-Verlags, als Dauerleihgabe zur systematischen Erschließung, wissenschaftlichen Betreuung und Auswertung übergeben. Uwe Johnson, im Sommersemester 1979 Poetik-Gastdozent der Universität, starb in der Nacht vom 23. zum 24. Februar 1984 in seinem Haus in Sheerness-on-Sea im Alter von 49 Jahren. Nach Sheerness, einem abseitig gelegenen Badeort auf der Insel Sheppey an der Mündung der Themse, hatte sich Uwe Johnson mit Frau und Tochter im Jahre 1974 aus West-Berlin zurückgezogen; geleitet von der Hoffnung, in dem unmittelbar am Meer gelegenen Haus die Gelassenheit, Distanz und Konzentration wiederzufinden, die für seine faktengetreue, ironisch hintergründige Schreibweise unerlässlich waren. In Berlin, wo er mit einigen Unterbrechungen, so ein zweijähriger Aufenthalt in den USA, seit seiner Übersiedlung aus der DDR (1959) gelebt hatte, waren diese Bedingungen offenbar nicht mehr gegeben.

Indes stagnierte in dem selbstgewählten Exil die Arbeit an seiner großen Erzählung *Jahrestage*. Aus dem Leben von *Gesine Cresspahl* – der dritte Band war 1973 erschienen –; Grund dafür war eine schwere persönliche Krise, deren Folge eine „Beschädigung der Herz-

kranzgefäße“ und eine langandauernde Schreibhemmung waren. Mit der Arbeit an den Frankfurter Vorlesungen gelang es ihm, gegen diese von ihm selbst als „writer's block“ diagnostizierte Hemmung anzuschreiben, die tägliche Arbeit am vierten Band der *Jahrestage* wieder aufzunehmen und sie – allen widrigen Umständen zum Trotz – zu vollenden. „Wenn einem daran liegt, wird er am Ende versuchen, sich im Alter von 44 Jahren das 'Schreiben' wieder beizubringen, mit zwei Zeilen am Tag, fünf Zeilen in der Woche, aber nach drei Monaten eben siebzehn Seiten“, so ist es lakonisch in den Vorlesungen (*Begleitumstände*, 1980) vermerkt.

Im Sommer 1983 erschien der vierte Band; als Uwe Johnson kurz darauf, bereits von schwerer Krankheit gezeichnet, den Literaturpreis der Stadt Köln entgegennahm, hatte er längst neue Pläne. Mit dem Preisgeld wollte er einen längeren Aufenthalt in New York finanzieren. Sein Freund Max Frisch hatte ihm seine New Yorker Wohnung von Juni 1984 an für ein Jahr überlassen wollen. Das hatten die beiden noch am 5. November 1983 bei einem Treffen in Zürich vereinbart. Johnson wollte die Geschichte der Familie Cresspahl unter dem Titel *Heute neunzig Jahre* weiterspinnen zurück bis ins Jahr 1888; das Drei-Kaiser-Jahr ist zugleich das Geburtsjahr des Mecklenburger Handwerkers Heinrich Cresspahl. Bis zuletzt hat Uwe Johnson an die-

# DAS HANDWERK DES SCHREIBENS

DAS UWE-JOHNSON-ARCHIV  
AN DER  
J. W. GOETHE-UNIVERSITÄT

VON EBERHARD FAHLKE

sem Manuskript gearbeitet. Der erste Absatz: „Auswendig gelernt, die äussere Kruste des Gewesenen, gezwängt in die Kette der Jahre, die zurückrasselt in den Brunnen. Statt der Wahrheit Wünsche an sie, auch Gaben von der Katze Erinnerung, dem Gewesenen hinterher schon durch die Verspätung der Worte, nicht wie es war, bloss was ich davon finden konnte: 1888. 1938. 1968. Damals.“, läßt den Anfang von Thomas Manns Romanwerk „Joseph und seine Brüder“ anklingen. Dort heißt es im Vorspiel 'Höllenfahrt': „Tief ist der Brunnen der Vergangenheit. Sollte man ihn nicht unergründlich nennen?“ Das Fragment der Arbeit, ein Typoskript von 126 Seiten, ist im Nachlaß erhalten. Das Werk sollte im Herbst 1984 erscheinen. Dank unbürokratischer und vertrauensvoller Zusammenarbeit zwischen der Universität und dem Suhrkamp-Verlag, der von Uwe Johnson testamentarisch als Erbe bestimmt und dessen Leiter Siegfried Unseld als Nachlaßverwalter eingesetzt worden war, konnte das Archiv binnen kurzer Zeit eingerichtet und seiner Bestimmung übergeben werden.

„Die Katze  
Erinnerung  
(...)“

Unabhängig,  
unbestechlich,  
ungehorsam.

Und doch  
ein wohltuender  
Geselle, wenn  
sie sich zeigt,  
selbst wenn sie  
sich für  
unerreichbar  
hält.“

(*Jahrestage*  
Bd. II, S. 670)

Die Katze  
rechts ist  
ein Geschenk  
der Publizistin  
Margret Boveri  
an  
Uwe Johnson.





SEIT FEBRUAR BEHERBERGT DIE FRANKFURTER UNIVERSITÄT DEN LITERARISCHEN NACHLASS UWE JOHNSONS. GEPLANT IST DER AUFBAU EINES ARCHIVS, IN DEM NEBEN JOHNSONS BIBLIOTHEKEN, BRIEFEN UND MANUSKRIPTE AUCH HÖRFUNK- UND FERNSEHBEITRÄGE MIT DEM SCHRIFTSTELLER, DIE SEKUNDÄRLITERATUR UND PRESSESTIMMEN ZU FINDEN SIND. EBERHARD FAHLKE, MIT EINER ARBEIT ÜBER „DIE 'WIRKLICHKEIT' DER MUTMASSUNGEN“ PROMOVIERT UND VON DER UNIVERSITÄT MIT DER BETREUUNG DES ARCHIVS BEAUFTRAGT, BERICHTET HIER ÜBER DIE BESTÄNDE UND DIE ZIELE UND GIBT EINEN EINBLICK IN DIE MÖGLICHKEITEN, MIT HILFE DES UMFANGREICHEN MATERIALS SPUREN VON JOHNSONS HANDWERK ZU SICHERN.

Daß der vollständige literarische Nachlaß eines zeitgenössischen Schriftstellers bereits ein Jahr nach dessen Tod der wissenschaftlichen Öffentlichkeit präsentiert werden kann, ist ohne Beispiel.

#### Wahrheit ist Bimsstein

Ingeborg Bachmann hat einmal gesprochenweise geäußert: „Wenn ich nicht schreibe, bin ich nach Büchern, nach jedem Fetzen bedruckten Papiers so süchtig, daß ich mir manchmal wünsche, es gäbe Entziehungskuren für Süchtige dieser Art. – Was ich lese? Viele Sachbücher, Dokumentationen, die den letzten Krieg und die neue Geschichte betreffen; überhaupt tendiert alles auf Fassen von Geschichte hin, auf Geschichtsphilosophie und Geschichtsschreibung.“ Man könne nicht schreiben, so fährt die unermüdliche Leserin Ingeborg Bachmann fort, wenn man nicht die vielfältigen sozialhistorischen Zusammenhänge sieht, die zu unserem Heute geführt haben. In vielem, vor allem aber in ihrer „Suche nach wahren Sätzen“, ist Ingeborg Bachmann dem Schriftsteller Uwe Johnson wahlverwandt. Johnson, ein

ebenso besessener und genauer Leser – er pflegte selbst bei der Lektüre von Kriminalromanen Druckfehler zu korrigieren – hat in seinem Nachruf auf Ingeborg Bachmann eine derartige Recherche literarisch gestaltet. Uwe Johnsons *Eine Reise nach Klagenfurt* zeigt ebenso wohl den Verfasser bei der Arbeit mit der ihm eigenen Methode der Spurensicherung und der Rekonstruktion von Zusammenhängen, wie er der besonderen Arbeitsweise von Ingeborg Bachmann Tribut und Respekt zollt. Ingeborg Bachmann: „Ja, ich habe eine optische Vorstellung, eine sehr starke sogar, ohne die ich überhaupt nicht zu schreiben anfangen könnte. Ich muß genau wissen, aus welchem Haustor eine Person herauskommt, wo sie jetzt hingeht, in welche Straßenbahn sie einsteigen wird, bei welcher Station sie aussteigt. Das mag unerheblich scheinen, auch wenn man die Szene später liest und merkt, daß das ohne Bedeutung ist, aber ich kann diese Person nur durch eine Stadt oder durch eine Wohnung führen, von der ich eine Vorstellung habe, wo ich von einzelnen Gegenständen oder einzelnen Blöcken

genau weiß, wie sie aussehen.“ Man weiß von Uwe Johnson, daß er eigens nach New York gefahren ist, wenn er sich nicht mehr erinnerte, wo sich der Briefkasten vor dem Haus in der 96. Straße befände, nachdem ihm einmal der Fehler unterlaufen war, das Postamt Cathedral Station in der 105. Straße und nicht, wo es hingehört, in der 104. Straße anzusiedeln. Die Rede zur Verleihung des Georg-Büchner-Preises (1971) schien ihm der richtige Ort, diesen „unverzeihlichen“ Fehler einzugestehen, wobei er in der ihm eigenen Art, mit von ihm erfundenen Personen umzugehen wie mit Lebenden, nicht zu betonen vergaß, daß sowohl der Verfasser als auch seine Personen wiederholt dieses Postamt benutzt hätten.

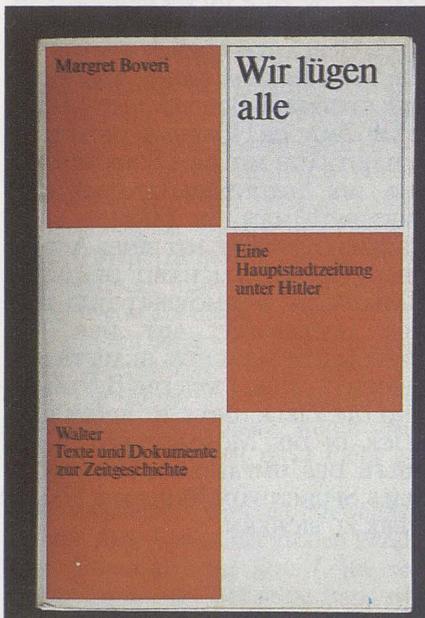
„(...) jede Schlampigkeit in der Arbeit, jede lügenhafte Spekulation gilt als Grund zur Beschwerde, in schlimmeren Fällen als Anlaß zu öffentlichem Protest, in den schwersten Fällen die Verwandlung des Buches in Altpapier. Wahrheit ist Bimsstein.“

Copyright aller bisher nicht veröffentlichten Materialien: Johnson-Archiv.

Uwe Johnson, als Ersatz für  
sein verbranntes Exemplar  
dieses Buch, dem ich  
verdanke, daß ich den  
Kennen lernte

Margret Boveri

April 1969



Bei dieser peniblen Arbeitsweise kommt der Bibliothek des Autors als Zugang zur Welt der Fiktion eine ganz besondere Bedeutung zu. Uwe Johnsons Welt ist kein Universum aus „Mutmassungen“, dieses Universum ist eine fiktive, aber faktengetreue Welt. In der etwa 4000 Bände umfassenden **Arbeitsbibliothek** – sie ist in den beiden oberen Räumen des Archivs in der Georg-Voigt-Straße untergebracht – befinden sich u. a. ca. 160 Bände Lexika und Nachschlagewerke, 300 Bänden an Zeitschriften, auffällig dabei die Nachrichtenmagazine „Der Spiegel“ (komplett von 1947 bis Februar 1984) und „Times“ (komplett von 1965 bis Februar 1984), mit zahllosen Einlegezetteln gespickt und mit Unterstreichungen versehen, kommt ihnen ebenfalls die Funktion von Nachschlagewerken zu; ferner ca. 480 Werke zur Geschichte der Weimarer Republik (darunter ein etwas vergilbtes Exemplar des Versailler Friedensvertrags mit Sachverzeichnis), zum Faschismus, zum Dritten Reich und zum Marxismus. Weiterhin sind etwa 150 literaturwissenschaftliche Werke – Uwe Johnson hat sein Germani-

stik-Studium 1956 an der Universität Leipzig bei Hans Mayer mit dem Erwerb eines Diploms abgeschlossen – und ca. 190 allgemein-soziologische Werke zu finden.

Der übrige Teil der Arbeitsbibliothek läßt in der von Uwe Johnson selbst vorgegebenen und im Archiv gewährten Anordnung die Topographie des Werks erkennen: Die umfangreiche Sammlung der Mecklenburgiana (etwa 650 Bände), unerläßliche Stütze des „homerischen Gedächtnisses“, das Max Frisch in einer Tagebuchnotiz von 1966 an Uwe Johnson voller Respekt konstatierte. Frischs Folgerung: „Mecklenburg wird sich darauf verlassen dürfen“. Johnson hat diese Sammlung systematisch durch das Studium von Antiquariatskatalogen ergänzt, die mit seinen Anstreichungen erhalten sind. Im Anschluß gruppiert die Bände zur Geschichte und zum Alltagsleben der DDR, danach entsprechendes zur Bundesrepublik. Es folgen die Sammlungen von Werken zu Berlin, zu New York und schließlich der Anfang einer Sammlung von Werken zur Geschichte und Soziologie der Grafschaft Kent. Sie sollten das historische Unterfutter zu den geplanten Inselgeschichten liefern, von denen zwei, „*Ein unergründliches Schiff*“ und „*Ein Vorbild*“ fertiggestellt wurden.

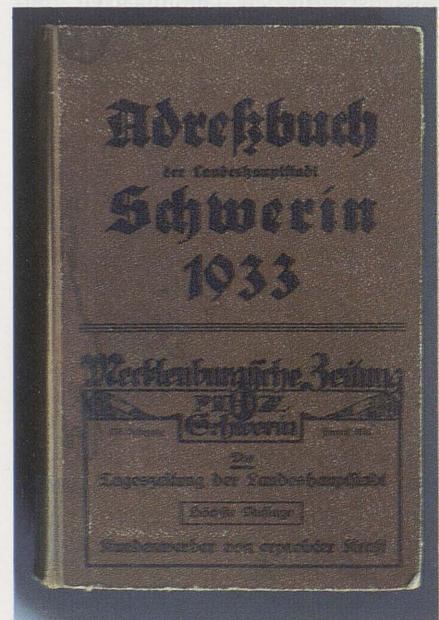
Auffällig bei dieser ersten Inventur, daß es keine eigene Sammlung (im engeren Sinne) zu Prag gibt; vorzufinden sind

*Der ungewöhnliche Name „Babendererde“, den Johnson der Titelfigur seines ersten Romans gab, war penibel recherchiert: Er findet sich z. B. im Schweriner Adreßbuch von 1933 (aus Johnsons Arbeitsbibliothek).*

- Baatz, Heinr.,** Schlosser, Friz-Reuter-Str. 44 b u. Hh.  
**Baas, Heinr.** Verförg.-Anw., Friz-Reuter-Str. 4 c.  
**Babbe, Heinr.,** Minist.-Amtm., Christian-Ludwig-Str. 2. ☞ 5051.  
**Babeluhl, Christine,** geb. Grothopp, Wwe., Eshornhorststr. 7 a.  
**Babendererde, Heinr.,** Telegr.-Affist., Lübecker Str. 41 b.  
**Bach, Helene v.,** Fräul., Alexandrastr. 13 a.  
**Bachert, Ewald,** Arbtr., Mühlenstr. 5 Hh. b.  
**Bachmann, Friedr.,** Pastor i. R., Kommandantenstr. 6 b.  
**Bachmeier, Elifab.,** geb. Meier, Wwe., Koonstr. 34 a.  
**Baeder, Carl,** Regierungsrat, Zietenstr. 11 c.  
**Bäcker, Herm.,** Arbtr., Landreiterstr. 3 a.  
**Baehler, Carl,** Arbtr., Seefstr. 23 d.

etwa 25 Bücher zu den Ereignissen in der Tschechoslowakei von 1968. Prag ist der einzige in der Topographie des Werks wichtige Ort, den sich Uwe Johnson nicht durch längeren Aufenthalt für seine Arbeit selbst erschließen konnte; er hielt sich immer nur für kurze Besuche dort auf. Um so wichtiger wurde für ihn die Notwendigkeit enger Zusammenarbeit mit Personen seines Vertrauens, die ihm helfen sollten, diesen Ort beschreibbar zu machen. Unerläßliche Quelle für eine genaue Analyse der *Jahrestage* werden für die zukünftige Forschung die in 13 Leitz-Ordern gesammelten Ausschnitte der „New York Times“ sein, die, mit Ausnahme eines Ordners, der nach thematischen Gesichtspunkten gegliedert ist (vgl. Abb. S. 6), einer chronologischen Ordnung – vom 5. Juli 1966 bis zum 29. August 1968 – folgen.

In den Kellerräumen des Archivs ist die umfangreiche **Privatbibliothek** des Autors (ca. 5000 Bände) untergebracht; sie umfaßt viele Bücher von Freunden mit Widmungen, eingelegten Rezensionen, handschriftlichen Bemerkungen, Anstreichungen. In dieser Bibliothek hat Uwe Johnson keine Sachgruppen gebildet, sie ist alphabetisch geordnet. Von den dort zu findenden eher theoretisch orientierten Werken, die für Johnsons Arbeit eine wichtige Rolle gespielt haben, seien die Werke von Hannah Arendt, Theodor W. Adorno, Walter Benjamin und Ernst Bloch hervorge-



Wahrheit

## Arnulf Baring: Im Anfang war Adenauer

Die Entstehung der Kanzlerdemokratie



dtv  
Zeitgeschichte

*Eines der Bücher, mit denen Johnson bis zuletzt gearbeitet hat, ist Arnulf Barings „Im Anfang war Adenauer“. Der eingelegte Zettel „Wahrheit“ markiert die folgende Stelle im Abschnitt „Der Bundestag“ (S. 313):*

*„Zusagen des Bundeskanzlers wollten eben nicht viel besagen. Er hatte ihnen noch nie besondere Bedeutung beigemessen. Für ihn waren Versprechungen Redensarten, um andere hinzuhalten und sich dadurch Schwierigkeiten vom Halse zu schaffen. Man war überhaupt nicht gut beraten, wenn man auf sein Wort baute. Es machte ihm gar nichts aus, Behauptungen von einem auf den anderen Tag zu ändern und, darauf angesprochen, indigniert zu entgegnen, niemand könne ihn doch schließlich daran hindern, alle Tage klüger zu werden. Sein Verhältnis zur Wahrheit (bei der er verschiedene Grade der Annäherung unterschied, wie er gelegentlich guten Bekannten freimütig auseinandersetzte) war zugegebenermaßen locker; er modellierte sie nach seinen jeweiligen Bedürfnissen mit heiterer Unbefangtheit. »Sehen Sie, Herr Lescrimier«, sagte er eines Tages zu einem Journalisten, den er schätzte, »Sie belügen mich, und ich sage Ihnen auch nicht die Wahrheit. Auf diese Weise kommen wir ganz gut miteinander aus.«“*

hoben. Von den Autoren, mit denen sich Uwe Johnson neben den bereits genannten Schriftstellern eingehend auseinandergesetzt hat, seien nach einem ersten Einblick stellvertretend noch die Namen von Ernst Barlach, Bertolt Brecht, William Faulkner, Günter Grass, James Joyce, Arno Schmidt und Martin Walser hinzugefügt.

Das ist eine grobe Skizze des Materialbestands, der schon jetzt im Archiv zu finden ist. Er soll ergänzt werden um die Manuskripte und Briefwechsel, um die Sekundärliteratur und die Presseberichte sowie um eine Sammlung von Originalton- und Bildträgern mit Beiträgen von Uwe Johnson, die im Hörfunk und im Fernsehen publiziert worden sind. Es versteht sich, sei aber an dieser Stelle gleichwohl mitgeteilt, daß unter diesen Umständen das Archiv derzeit noch nicht beliebig zugänglich ist; ganz abgesehen von den Problemen der Bearbeitung von Material, das dem Schutz durch Persönlichkeitsrecht bzw. Copyright unterliegt, ist auch zunächst eine Sicherung der allgemeinen Bestände unerlässlich.

Ziel all dieser Bemühungen im „Vor- gelände eines großen Werks“ ist es, das Handwerk des Schreibens offen zu legen. So, wie es Uwe Johnson in den Frankfurter Vorlesungen selbst gehalten hat, sollen auch in der Arbeit des Archivs private Mitteilungen zur Person entfallen. Sie sind ohnehin wenig ergiebig. „Das Subjekt wird hier lediglich vorkommen als das Medium der Arbeit, als das Mittel einer Produktion.“ Diesen Leitgedanken hat Uwe Johnson in den *Be- gleitumständen* selbst formuliert. Damit hat er bewußt Anschluß an Walter Benjamin gesucht, der in den Frankfurter Vorlesungen wiederholt als Gewährsmann zitiert wird.

In seinem berühmten Essay zu Goethes „Wahlverwandtschaften“ unternimmt Benjamin den Versuch, das Verhältnis von Kritik und Kommentar näher zu bestimmen. Scheint er zunächst die beiden Tätigkeiten grundsätzlich voneinander zu trennen – die Kritik sucht den Wahrheitsgehalt eines Kunstwerks, der Kommentar seinen Sachgehalt –, so dient ihm diese Trennung im Fortgang des Gedan-

kens dazu, das dialektische Verhältnis von Kritik und Kommentar aufzuweisen: „Das Verhältnis der beiden bestimmt jenes Grundgesetz des Schrifttums, demzufolge der Wahrheitsgehalt eines Werkes, je bedeutender es ist, desto unscheinbarer und inniger an seinen Sachgehalt gebunden ist.“ Gerade diejenigen Werke aber, so Benjamin, erweisen sich als die dauernden, deren Wahrheit am tiefsten ihrem Sachgehalt eingesenkt ist. Das setzt voraus, daß zuerst der Sachgehalt, das Auffallende und Befremdende an einem Kunstwerk, begriffen werden muß, bevor die kritische Grundfrage nach dem Wahrheitsgehalt zu stellen ist; denn, so Benjamins Überzeugung, der Erscheinung nach treten Sachgehalt und Wahrheitsgehalt, die noch in der Frühzeit des Werks geeint waren, mit seiner Dauer unaufhaltsam auseinander. Wenngleich der Kritiker mit dem Kommentieren zunächst beginnen muß, bleibt das Ziel doch, die kritische Grundfrage zu stellen, „ob der Schein des Wahrheitsgehalts dem Sachgehalt oder das Leben des Sachgehalts dem Wahrheitsgehalt zu

verdanken ist“. Benjamin faßt diesen Gedankengang in ein Gleichnis: sieht man das wachsende Werk als Scheiterhaufen an, so steht der Kommentator davor wie der Chemiker, der Kritiker aber wie der Alchimist. In diesem übertragenen Sinne will das Archiv künftig Chemikern dienen. Das wird neben Arbeit auch Geld kosten, aber vielleicht können Chemiker an der Universität Frankfurt auf Hilfe rechnen (auch dann, wenn sie sich erhoffen, einmal Alchimisten zu werden).

### Erfindung - Erinnerung

Ein Schriftsteller ist ein Mann, dem das Schreiben schwerer falle als anderen Leuten. Mit diesem Satz - Zitat aus einer Novelle von Thomas Mann - eröffnete Hans Wysling seine Lobrede auf Uwe Johnson, gehalten im Jahre 1979, als dem Schriftsteller der Thomas Mann-Preis der Stadt Lübeck überreicht wurde. Das Schreiben falle ihm schwer und er mache es sich schwer: mit der Wahl seiner Themen, seiner Stoffe, der Form des Erzählens. Uwe Johnson gilt als schwieriger Autor. Woher kommen diese Schwierigkeiten? Ein Autor sollte nicht für reine Kunst ausgeben, was immer noch eine Art der Wahrheitsfindung ist, so hat Johnson selbst einmal ein Grundproblem seines Schreibens bestimmt; verwunderlich ist es daher nicht, daß er das Wort Kunst nur sehr ungern auf seine eigenen Texte bezogen sehen wollte.

Einer der 13 Ordner mit „New York Times“-Ausschnitten aus Johnsons Arbeitsbibliothek



„Der Verfasser sollte zugeben, daß er erfunden hat was er vorbringt, er sollte nicht verschweigen, daß seine Informationen lückenhaft sind und ungenau. Denn er verlangt Geld für was er anbietet. Dies eingestehen kann er, indem er etwa die schwierige Suche nach der Wahrheit ausdrücklich vorführt (...)“, so ist es in seinem Essay „Berliner Stadtbahn“ (1961) zu lesen, der nicht nur formal an Bertolt Brechts Arbeit „Fünf Schwierigkeiten beim Schreiben der Wahrheit“ von 1935 anknüpft. „Es ist List nötig, damit die Wahrheit verbreitet wird“ (Brecht).

Wahrheitsfindung unter den brisanten zeitgeschichtlichen Bedingungen des Dritten Reichs, Rekonstruktion sozialhistorischer Zusammenhänge und Erkundung der Arbeitsweise einer Journalistin an einer renommierten Tageszeitung unter Hitler, das waren Themen, die Uwe Johnson Verbindung zur Publizistin Margret Boveri (1900-1975) suchen ließen. „Wir lügen alle“ (1965), unter diesem provozierenden Titel hatte Margret Boveri die Entwicklung des „Berliner Tageblatts“ unter Hitler beschrieben und dokumentiert. Frau Boveri habe den Umgang mit Zeitgeschichte in einer Weise vorgeführt, von der Uwe Johnson etwas lernen wollte. Das erste gemeinsame Gespräch - eine Gemeinsamkeit, in die schon bald Johnsons Familie einbezogen werden sollte und aus der eine freundschaftliche Verbundenheit wurde

One of the nicest things about The New York Times

is



that you can have it delivered

*Eine Eigenwerbung der New York Times...*

- mag, so Johnson, bei Frau Boveris Tätigkeit am „Berliner Tageblatt“ im Jahre 1945 begonnen haben. Das Gespräch wurde von Katzen beobachtet, „die waren die Herrscher in diesem Haushalt, und ich wußte etwas ungemein Lügenhaftes zu erzählen von einem Internationalen Katzenvertrag (Sitz: Lissabon, Presse: Cats Daily)“. Johnsons Drängen („Frau Boveri wußte zuviel“) dürfte entscheidend dazu beigetragen haben, daß Margret Boveri mit der Niederschrift ihrer Erinnerungen begann. Gemeinsam mit seiner Frau hat Uwe Johnson die Autobiographie von Margret Boveri nach deren Tod anhand von Tonbandprotokollen gemeinsamer Gespräche zu Ende geschrieben und 1977 unter dem Titel „Verzweigungen“ herausgegeben. Die „Katze Erinnerung“, aus den Jahrestagen nicht wegzudenken, mag ein Geschenk von Frau Boveri gewesen sein, die abgebildete Katze jedenfalls ist ein Geschenk der von Uwe Johnson hochverehrten Publizistin.

„Mein Beruf stimmt in manchem noch mit der ursprünglichen Bezeichnung

Berg aus grossen Locken, denen  
die Rolle noch anzusehen ist.

Klemmer mit viereckigen Gläsern

Umhang aus schwarzer Wölle

der aufreppelt

wenn neud ein französischen Ruffin  
und breiter Schmuckbordüre in der Mitte

altersmagere, spillrige Gliedmassen

Krückstock

knöchellanges Kleid, fransiger Saum

Stiefeletten

Berg aus grossen Locken, denen  
die Rolle noch anzusehen ist.  
Klemmer mit viereckigen Gläsern  
Umhang aus schwarzer Wölle,  
der aufreppelt  
zweites Kleid mit geometrischem Muster  
und breiter Schmuckbordüre in der Mitte  
altersmagere, spillrige Gliedmassen  
Krückstock  
knöchellanges Kleid, fransiger Saum  
Stiefeletten

Uwe Johnsons Randbemerkungen...

überein: Das Romane-Schreiben kann auch Geschichten-Erzählen sein. Für mich ist da aber noch etwas anderes dabei, nämlich der Versuch, ein gesellschaftliches Modell herzustellen. Das Modell besteht allerdings aus Personen. Diese Personen sind erfunden, sind zusammengelaufen aus vielen persönlichen Eindrücken, die ich hatte. Und insofern ist der Vorgang des Erfindens eigentlich ein Erinnerungsvorgang. Mit diesen Personen versuche ich ein Bild der Gesellschaft zu geben. Das heisst: durch die Personen, durch das, was ihnen so passiert ist und passieren kann, und was die Gesellschaft ihnen für Mittel gegeben hat, um diesen Ereignissen zu widerstehen. Daraus entsteht dann eine Geschichte der Personen und, so hoffe ich, auch eine Geschichte der Gesellschaft“, so Johnsons Erläuterung des Berufs eines Schriftstellers.

Jahrestage. Aus dem Leben von Gesine Cresspahl, diese groß angelegte Erzählung ist nach Tagen des Jahres in einzelnen Kapiteln gegliedert. Von dieser Gesine hat Johnson, wie er immer wieder betont

Wen haben wir denn da?

Eine ältere Person, nicht eben jungfräulich, jedoch keusch. Eine Tante. Eine kurze Person. Was zwingt ihr den Kopf nach vorn, die Gicht, oder damit sie besser über ihren Klemmer blicken kann? Jettschwarze Punkt-  
augen, viereckige Gläser. Der Mund ist in beiden Winkeln zu delikatem  
Halbrund hochgebogen; Leichtfertigkeit, vulgäres Grinsen liegen fern.  
Beherrschte Freundlichkeit. Im ganzen Gesicht nicht eine Falte.

Auf dem Kopf trägt sie einen Berg aus dicken Locken, die ihr bis über die  
Ohren fallen. Die Spuren der Wickelrollen sind deutlich zu erkennen.  
Eine mollige Person, geht man nach den runden Schultern, über die ihr  
ein Umhang aus schwarzer Wölle mit aufgegangenen Maschen fällt, ur-  
teilt man nach dem mehr und mehr bauschenden Kleid, dessen untere  
Breite mit der oberen eine längliche schmale Glocke herstellt. (Wir hatten  
sie uns eher hager gedacht.)

Die Kleidung ist würdig, ein weißes Kleid mit geometrischen Mustern  
und breiter Schmuckbordüre in der Mitte wie am knöchelhohen Saum,  
wo aber einzelne Fäden locker heraushängen. (Wir waren sicher, sie  
gäbe sich adretter.)

Stramm steht sie da in ihrem gewichtigen Leib, auf ihren akkurat aus-  
wärts gestellten Füßchen in den Stiefeletten mit hohem Absatz. Die  
Gliedmassen mögen altersmager erscheinen, spillrig, bruchanfällig; mit  
festem Griff hält sie in ihrer linken Hand eine schwere Rolle Papier.  
Unter der Rechten aber, bei abgespreiztem Mittelfinger, ruht an  
geschnitzter Krücke ein Stock, auf den sie sich nicht stützen muß, denn  
sie hat ihn schräg vor sich hin auf den Boden gestellt, fast kokett, anders  
was wir meinten. So steht sie da.

So sieht sie aus, von ihr selbst gezeitigt.

Guten Tag, Tante Times!

und was in den „Jahrestagen“ daraus gemacht wurde (7. Juli 1968).

hat, die Lizenz und den Auftrag, die Vorgänge in ihrem Bewußtsein darzustellen. Nicht sie schreibe das Buch. Das Buch schreibt der Verfasser. „Er versucht sozusagen ihr Bewußtsein des Tages darzustellen.“ Jahrestage, das meint einerseits die Gegenwart der Tage eines Jahres (20. August 1967 bis 20. August 1968), Amerika zur Zeit des Vietnam-Kriegs; das meint andererseits die Vergangenheit erinnertes Jahrestage: das Gedächtnis feiert Jahrestage, Gedenktage. Bedrängt von den bohrenden Fragen ihrer elfjährigen Tochter muß Gesine immer wieder erzählen, wie es damals war, als „Großmutter den Großvater nahm“. So erscheinen in dieser Geschichte die Konturen des Alltags der Mecklenburger Provinz und der fiktiven Kleinstadt Jerichow in der Zeit vor, während und nach dem Naziterror. Hier wird danach getrachtet, aus dem Leben von Gesine Cresspahl in einer Weise zu erzählen, die sowohl die ganze Welt als auch die Erfahrung des einzelnen wiedergibt. Um diesen gegenseitigen Bezug herzustellen, verwickelt der Verfasser seine Protagonistin in einen täglichen

Dialog mit den Aufzeichnungen eines Weltprotokolls, der Tageszeitung „New York Times“; damit wird die eigene Tagebuch-Chronik der Gesine Cresspahl, ihre ichbezogene Erfahrung erweitert und zugleich relativiert. Für sie ist der tägliche Umgang mit der Zeitung ein „Bestandteil ihres Lebens“. Bereits 1956, der Leser der Mutmassungen über Jakob wird sich erinnern, hat sie damals noch in der Bundesrepublik ihre „täglichen zweieinhalb Pfund Zeitungen“ gekauft. Hat sie die „New York Times“ einmal am Tage verpaßt, sucht sie abends nach einem weggeworfenen Exemplar vom Tage, „als sei nur mit ihr der Tag zu beweisen.“

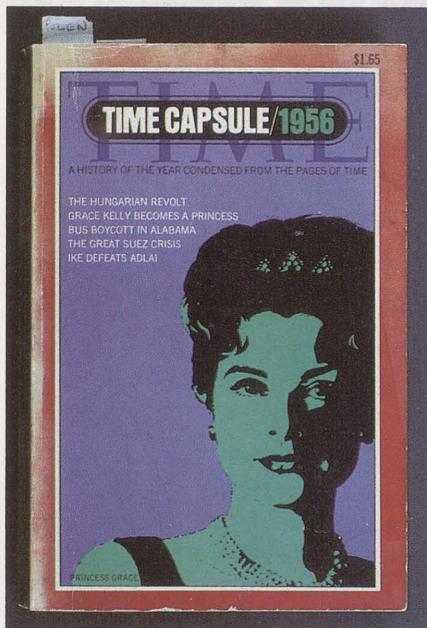
### Die Tante New York Times

„Was für eine Person stellt Gesine sich vor, wenn sie an die New York Times denkt wie an eine Tante?

Eine ältere Person. Auf der Oberschule in Gneez wurden so Lehrerinnen bezeichnet, vorgeschrittenen Alters, humanistisch gebildet, die in gutem Willen den Lauf der Dinge mißbilligten (...). Die New York Times kommt Gesine vor

wie eine Tante aus vornehmer Familie.“ Eine Zeitung als Tante zu bezeichnen ist weder eine originäre Erfindung Uwe Johnsons noch eine Marotte, sondern, wie vieles in seinem Werk, Anspielung mittels eines Zitats. Bekannt ist, daß die altehrwürdige „Vossische Zeitung“, eine Berliner liberale Tageszeitung, die seit 1751 diese Bezeichnung als Untertitel führte, Tante Voß genannt wurde. Für diese Zeitung, die 1934 ihr Erscheinen auf Befehl der Nationalsozialisten einstellen mußte, arbeitete einst Gotthold Ephraim Lessing als wissenschaftlicher und literarischer Redakteur. Bedeutender aber für den Kontext der *Jahrestage* ist, daß Theodor Fontane als Kritiker auch für die „Vossische Zeitung“ gearbeitet hat. In einem Brief Fontanes (an Friedrich Witte) von 1851 heißt es: „Die Berliner Kritik hat mich überaus glimpflich behandelt, die Kreuzzeitung machte den Anfang, dann kam Tante Voß und die Constitutionelle, schließlich die National und der Staatsanzeiger. Fast alle Besprechungen sagen dasselbe, und zwar läuft es darauf hinaus: ich verstehe sehr schön zu übersetzen und sehr schön nachzubilden.“

„Tante Voß“, diese Anrede bekundet – trotz eines Anklangs von Schrülligkeit und Betulichkeit – Ehrerbietung und Respekt. Die „New York Times“ ist eine altehrwürdige, rüstige Dame, wohl-situiert (im 117. Jahrgang), sie „nimmt



Johnsons Anmerkung:

BRECHT's death missing

nur vom besten“, kurz, eine Person des Vertrauens. Mit dieser Person könne man „Pferde stehlen an allen Tagen, da die Gesetzgebung den Diebstahl von Pferden vorschreibt“. Das sorgsam ausgemalte Bildnis dieser Person sieht sich eines Tages mit einer Karikatur konfrontiert und das in einer Zeitung, die aus Gründen der Fairness keine Karikaturen zu bringen pflegt, denn eine Karikatur könne nur sagen: einerseits, aber nicht: andererseits. Wie aus dieser Konfrontation mit der Karikatur, mit der die „New York Times“ für sich selbst erworben hat, eine „Kontaktnahme“ im Sinne Thomas Manns geworden ist, läßt sich hier am Material begreifen. Ziel dieses Sichvertiefens in „Sphäre und Gegenstand“, so Thomas Mann, ist es, eine Sprache zu finden, in der niemand mehr das studierte Detail vom charakteristisch erfundenen unterscheiden können soll. Aus der vorgefundenen Selbstanzeige ist durch genaue sprachliche Beschreibung voller Ironie eine Intarsie geworden, mit viel Geschick in die „Jahrestage“ eingefügt. Johnsons Ironie ist auf Fakten gegründet.

Bereits sein erster veröffentlichter Roman *Mutmassungen über Jakob* (1959), in dem wir Gesine Cresspahl zum ersten Mal begegnen, hat Uwe Johnson den Vorwurf eingebracht, eine Formalist zu sein. Er habe die Darstellung unnötig verrätselt und verkompliziert. Auf solche Vorhaltungen pflegte er zu erwidern, nicht sein Eigensinn sei es, der das Buch schwierig mache, sondern solche Verhältnisse, wie sie in Deutschland nun einmal anzutreffen seien. Im übrigen vertraute Johnson – wie Joyce – auf den Leser. „Warum geben Sie dem Leser keine Hilfe“, diese Frage hat der amerikanische Literaturkritiker Max Eastman in einem Gespräch aus dem Jahre 1929 an James Joyce gestellt. Die Antwort von Joyce: „Wissen Sie, die Leute schätzen nie etwas, wenn sie es nicht stehlen müssen, selbst eine Katze würde sich lieber einen alten Knochen aus dem Mülleimer stehlen, als herbeizukommen und aus Ihrem Teller ein fein säuberlich zubereitetes Kotelett fressen.“

Dr. Eberhard FAHLKE

Fachbereich Neuere Philologien



## Seit wir ein eigenes Haus haben, baut Opa mit mir die tollsten Sachen.

Kinder basteln für ihr Leben gern. Da braucht man einen Raum, der genug Platz bietet und ruhig mal schmutzig werden darf.

Mit einem BHW-Bausparvertrag kommen Sie auch heute noch sicher zu Haus- und Grundbesitz. Die BHW-Bausparkasse bietet Ihnen mehr als nur finanzielle Vorteile.

Sprechen Sie doch mal mit Ihrem BHW-Berater. Das BHW steht in jedem örtlichen Telefonbuch.



Auf uns baut  
der öffentliche Dienst.

Beratungsstelle: 6000 Frankfurt (Main), Goetheplatz 7, Fernruf (069) Sa.-Nr. 29 90 40. Am besten, Sie sprechen einmal mit Ihrem zuständigen BHW-Berater Bezirksleiterin Helga Fromm, Hindemithstr. 29, 6457 Maintal-Wachenbuchen, Fernruf (0 61 81) 8 28 18 und Vertrauensmann Heinz Latka, Feldbergstr. 46, 6000 Frankfurt/Main, Fernruf (069) 72 82 34.

## Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e. V.

Im Jahre 1918, also bereits 4 Jahre nach Errichtung der Frankfurter Universität, wurde die Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e. V. gegründet. Seitdem ist es das Ziel der Vereinigung, die Universität bei der Erfüllung ihrer Aufgaben zu unterstützen, ihr vor allem Mittel für die Errichtung neuer sowie die Vergrößerung und Unterstützung bestehender Institute und für wissenschaftliche Arbeiten und Veröffentlichungen zur Verfügung zu stellen. Weiterhin bleibt es Aufgabe der Vereinigung, bedrohliche Finanzierungslücken nach Möglichkeit zu schließen und durch Zuschüsse jene wissenschaftlichen Arbeiten zu fördern, für die nur unzureichende Mittel zur Verfügung stehen.

Der Jahresbeitrag für Einzelmitglieder beträgt DM 50,-, für Firmenmitglieder DM 250,-. Studierende der Universität zahlen nur DM 10,-. Im Mitgliedsbeitrag ist das Abonnement des Wissenschaftsmagazins FORSCHUNG FRANKFURT der Universität enthalten. Der UNI-REPORT wird den Mitgliedern kostenlos zugeschickt.

Die Geschäftsstelle der Vereinigung befindet sich in der Universität, Senckenberganlage 31, 10. Stock (Frau H. Schmidt), Postfach 111932, 6000 Frankfurt am Main 11, Tel.: (069) 798-2234.

Geschäftsführer: Klaus-Dieter Geiger, Bockenheimer Landstraße 10, 6000 Frankfurt am Main, Tel. (069) 718-2457.

Konten: Postgiroamt Ffm., Konto-Nr. 555 00-608, BLZ 500 100 60 · BHF-Bank, Konto-Nr. 6932, BLZ 500 202 00

Metallbank GmbH, Konto-Nr. 000 2158384, BLZ 502 204 00

Hiermit bestelle ich FORSCHUNG FRANKFURT zum Preis von DM 15,- pro Jahr einschließlich Porto. Die Kündigung ist zum jeweiligen Jahresende möglich.

Name  Vorname

Straße, Nr.  PLZ, Wohnort

Datum  Unterschrift

Um die Abrechnung zu vereinfachen, bitten wir Sie, die folgende Einzugsermächtigung auszufüllen:  
Ich bin damit einverstanden, daß die Abonnementsgebühren aufgrund der obigen Bestellung einmal jährlich von meinem Konto abgebucht werden:

Konto-Nr.  Bankinstitut

BLZ  Ort

Datum  Unterschrift

## Forschung Frankfurt Abonnement

Wenn Sie nicht am Abbuchungsverfahren teilnehmen möchten, überweisen Sie die Abonnementsgebühren bitte bis zum 15. Januar jeden Jahres an die Universitätskasse der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Konto-Nr. 28 605 bei der Stadtparkasse Frankfurt, BLZ 500 501 02, zugunsten des Kapitels 15.10-531.71/5010 002. Die Gebühren können auch direkt bei der Universitätskasse eingezahlt werden.

Bitte richten Sie Ihre Bestellung an den Präsidenten der Johann Wolfgang Goethe-Universität, „FORSCHUNG FRANKFURT“, Postfach 111932, 6000 Frankfurt 11.

Im Innern der spezialisierten, hoch differenzierten Zellen eines Säugetiers, etwa einer Zelle aus der Leber, der Niere, dem Gehirn oder dem Muskel, kann man eine Fülle von Membransystemen beschreiben. Die meisten dieser Membranen umschließen funktionelle Räume, die wir als Zell-Organellen bezeichnen. Oft bleibt zwischen den Organellen kaum Platz für das Zytoplasma (Abb. 3). Die Organellen erfüllen jeweils eine spezifische Aufgabe, auch ihre Membran und ihre Binnenstruktur sind spezifisch gebaut; *Lysosomen* dienen z. B. zum Abbau unbrauchbar gewordener Makromoleküle in der Zelle, *Mitochondrien*, mit einer reich gefalteten Innenmembran versehen, sorgen für die Zellatmung und die Synthese energiereicher Verbindungen, *Chloroplasten*, angefüllt mit ihren stapelförmigen, chlorophyllhaltigen Thylakoiden sind der Sitz der Photosynthese. Man hat den Eindruck, daß bei der Ausdifferenzierung jeder dieser typischen Zellfunktionen ein neues Membransystem evolutioniert wurde.

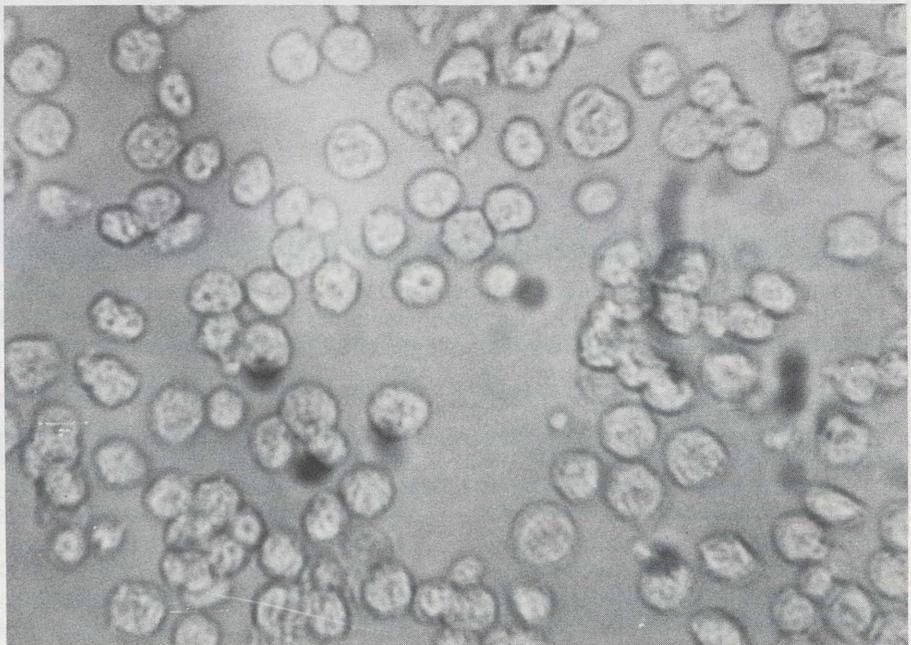
Die Biochemie kennt heute die Struktur vieler solcher Membranen und der daran hängenden Innenstrukturen wenigstens in ihren Grundzügen. Es ist daher erstaunlich, daß die zentrale Organelle, die auch zuerst entdeckt wurde, der *Zellkern*, weder nach dem Aufbau der Membran, noch nach der Binnenstruktur biochemisch gut charakterisiert ist. Die biologische Funktion des Kerns freilich ist lange bekannt. Hier sind die Riesenmoleküle der Desoxyribonucleinsäure (DNS) in den Chromosomen zusammengefaßt, vergesellschaftet mit einer Reihe spezialisierter Proteine; die DNS enthält in einer einfachen Schrift aus vier Buchstaben die genetische Information aller Zellen eines Organismus. Nur rund ein Drittel des Kerninhaltes besteht aus DNS. Ein weiteres Drittel machen basische, also stark positiv geladene Eiweißmoleküle, die Histone aus.

Abbildung 1: Raster-Elektronenmikroskop-Aufnahme von Zellkernen aus Rattenleber.

Abbildung 2: Leere Kernhüllen nach Extraktion der DNS und anhängender Proteine mit Heparin.

\* Außer den Arbeitsgruppen am Institut für Biophysikalische Chemie und Biochemie gehören dem Sonderforschungsbereich Wissenschaftler des Gustav-Embsden-Zentrums der Biologischen Chemie, des Instituts für Zoologie (beide Universität Frankfurt), des Instituts für Veterinär-Pharmakologie der Universität Gießen, des Instituts für Biochemie der Technischen Hochschule Darmstadt und des Max-Planck-Instituts für Biophysik in Frankfurt an.

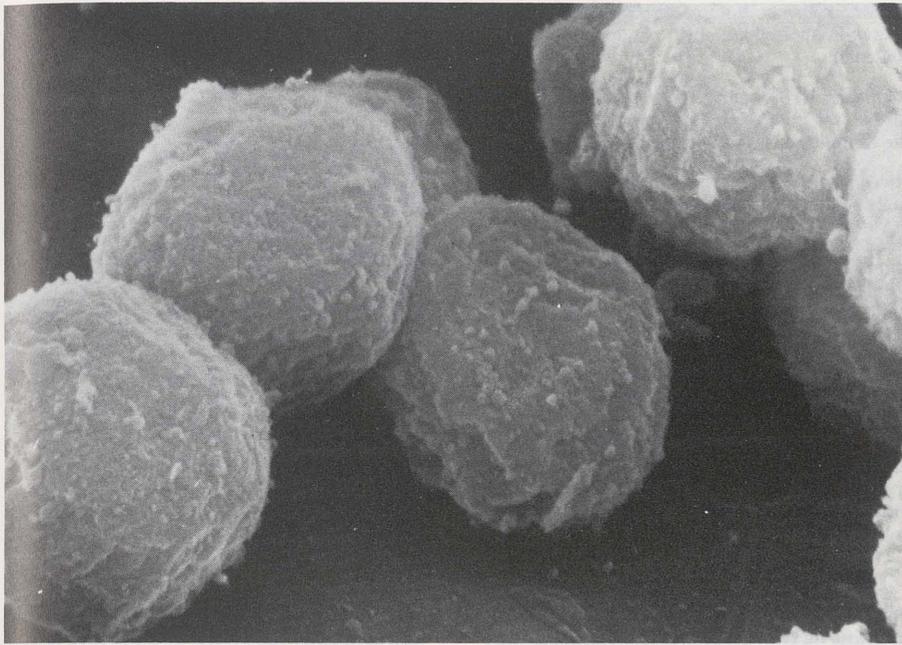
Biologische Membranen – hauchdünn, aber reißfest und stabil – sind nicht einfach nur abgrenzende Hüllen, die Ordnung im Innern der Zellen aller Organismen halten. Sie sind in vielfältiger Weise am Stoffwechsel der Zellen beteiligt. So schätzt man z. B., daß heute mehr als drei Viertel der Arzneimittel über eine Beeinflussung von Membranfunktionen wirksam werden. Im Rahmen des vor einem Jahr gegründeten Sonderforschungsbereichs 169 „Struktur und Funktion membranständiger Proteine“\* werden an der Frankfurter Universität Membransysteme untersucht. Sehr wenig wußte man bisher ausgerechnet über die Membran des „Zentrums“ der Zelle, die Hülle des Kerns, die ja u.a. die Erbsubstanz DNS umschließt und für den Transport zahlreicher großer und kleiner Moleküle in den Kern und aus dem Kern heraus zuständig ist. Lange Zeit ging man davon aus, daß die Moleküle einfach durch Löcher in dieser Membran hindurchtreten. Aber wie selektiert der Zellkern dann zwischen „richtigen“ und „falschen“ Substanzen? Die Untersuchung der Transportvorgänge in der Kernmembran wurde dadurch erschwert, daß das Kerninnere die Ergebnisse verfälschte. Der Arbeitsgruppe unter Leitung von Prof. Dr. Hugo Fasold, dem Sprecher des Sonderforschungsbereichs, ist es nun erstmals gelungen, durch einen „Trick“ die Vorgänge an der Kernmembran weitgehend ohne Beeinflussung durch den Kerninhalt zu untersuchen: die Wissenschaftler entwickelten ein Verfahren, die Kerne so schonend zu öffnen und zu entleeren, daß sie sich danach wieder verschließen und die Kernhülle ihre natürlichen Eigenschaften behält. Über einige Ergebnisse wird hier berichtet.



Sie helfen, die stark negativ geladene DNS in den Nucleosomen in eine hoch-kondensierte Form zu bringen, die allein die außerordentlich kompakte Verpackung in dem kleinen Zellkern möglich macht – die DNS einer menschlichen Zelle etwa ist ungefähr 80 cm lang (Abb. 6). Das letzte Drittel machen mehrere Tausend verschiedenartige Eiweißmoleküle aus, die bei der Auswertung der genetischen Information gebraucht werden.

Zwei Funktionen sind es, die die Desoxyribonucleinsäure erfüllt. Bei der Zellteilung muß sie selbst, streng kontrolliert

durch den Haushalt ihrer eigenen und aller umliegenden Zellen, völlig neu, aber identisch synthetisiert werden. Auch die gesamte Eiweißausstattung des Zellkerns wird für die Tochterzelle neu erstellt. Im täglichen Leben der Zelle aber gibt sie die Information aus den einzelnen Genen auf die Anforderungen der Zelle hin ab. Diese Informationsvermittlung erfolgt stets in gleicher Weise (Abb. 4): von einem Strang der doppelsträngigen DNS wird eine Kopie anhand der Vorlage des zweiten Stranges in Form einer Ribonucleinsäure nach dem Prinzip der Basenpaarung (sie-



# Kommunikation zwischen Zelle und Zellkern

## Wie Makromoleküle durch die Zellmembran geschleust werden

Von Hugo Fasold

he Kasten) erstellt. Diese Genkopie, als „messenger Ribonucleinsäure (mRNS)“ bezeichnet, wandert, zusammen mit einigen Eiweißmolekülen, aus dem Kern aus und wird in der Organelle des Endoplasmatischen Retikulums (ER in Abb. 3) an den Ribosomen für die Synthese von Eiweißmolekülen ausgewertet. Die Erstellung einer solchen mRNS verläuft allerdings über Zwischenstufen (Abb. 4), an dem einen Ende der Genkopie wird ein ungewöhnlicher Baustein (cap, siehe Kasten) nachträglich angefügt, an dem anderen Ende eine monotone Reihenfolge von AMP-Bausteinen

(poly A). Auch ist die genetische Information bei kernhaltigen Zellen nicht durchgängig, sondern in mehreren Stücken festgeschrieben, die dazwischenliegenden, informationslosen Teile der Genkopie werden eliminiert (splicing).

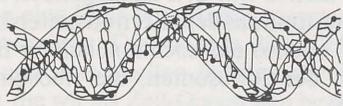
Durch die Membran des Zellkerns hindurch muß also ein recht lebhafter Ein- und Austransport von Makromolekülen möglich sein: Proteine, wie die Histone, müssen in regelmäßigem Austausch eingeschleust werden, um die Strukturen um die DNS zu erhalten. Dazu kommen eine Reihe von Signalmolekülen, die bei

der Regulation der Informationsabgabe mitwirken. Ein Beispiel hierfür sind die Rezeptorproteine für einige Hormone. Die mRNS mit den anhängenden Proteinen muß aus dem Kern austreten können, ebenso ein hochmolekularer Baustein der Ribosomen, die ribosomale RNS.

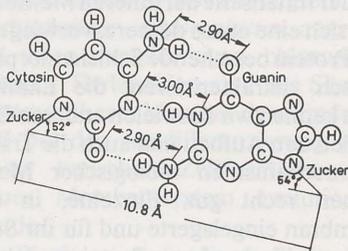
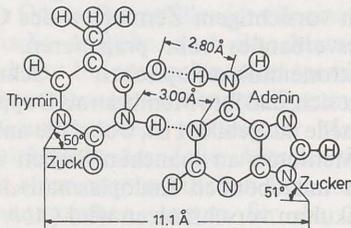
Zellkerne (Abb. 1) lassen sich leicht durch eine Serie von Zentrifugationen nach vorsichtigem Zermahlen des Gewebsverbandes rein präparieren. Im elektronenmikroskopischen Schnitt zeigt sich, daß ihre Membran als Doppel-Lamelle ausgebildet ist, wobei die äußere Membran an manchen Stellen mit dem umgebenden Endoplasmatischen Retikulum verschmolzen wird (Abb. 5). An der Innenseite der inneren Membran ließ sich eine etwas derbere, vorwiegend aus Protein bestehende Schicht morphologisch charakterisieren, die Lamina. Nun kennen wir aus vielen anderen Beispielen den Aufbau und auch die Transportmechanismen biologischer Membranen recht gut. Einzelne, in die Membran eingelagerte und für ihr Substrat spezifisch gebaute Proteinmoleküle sorgen dabei für den Durchtritt ihrer Substrate, etwa für Glucose, Ionen, Nucleotide oder Aminosäuren. Denn ohne diese Vermittler könnten sie alle durch eine Membran nicht hindurchtreten, somit kann jede Membran nach dem Muster derartiger „carrier“ eine sehr sorgfältige Auswahl dessen treffen, was sie durchlassen will. Für den Transport von Makromolekülen, wie er hier beschrieben wird, sind aber solche Mechanismen nicht geeignet. Man hat deshalb von vornherein diese Funktion den „Poren“ der Kernmembran zugeordnet, Strukturen, die in der elektronenmikroskopischen Aufnahme zunächst wie Löcher in der Membran aussehen; in ihrem Umkreis sind die äußere und die innere Lamelle der Kernmembran miteinander verschmolzen (Abb. 7). Heute wissen wir allerdings, daß auch diese Poren durch eine sehr lockere Struktur einiger Eiweißmoleküle angefüllt sind, die morphologischen Untersuchungen erlauben die grobe Beschreibung eines „Porenkomplexes“.

Allerdings gingen alle bisherigen Untersuchungen davon aus, daß die Porenkomplexe recht durchlässige Strukturen seien, die etwa Stoffe bis zu einem Molekulargewicht von 20 000 bis 30 000 glatt in den Kern einpassieren lassen. Sie sollten also wie eine Art Sieb wirken. Tatsächlich strömen kleine Ionen und andere niedermolekulare Stoffe sehr schnell

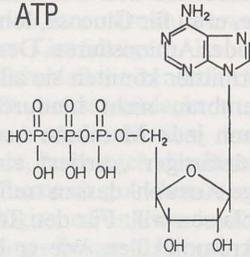
## Die chemische Struktur der wichtigsten Nucleinsäure-Bausteine



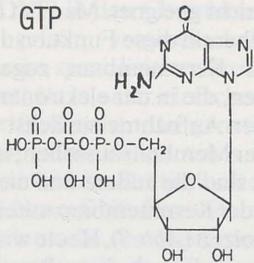
### Basenpaare



### ATP



### GTP



### „cap“

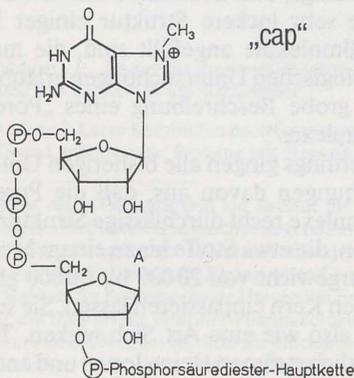


Abbildung 3: Schnitt durch die Grenzzone zweier Nieren-Epithelzellen. ER: Endoplasmatisches Reticulum.

Abbildung 4: Biosynthese einer eukaryontischen mRNA, die mit Proteinen vergesellschaftet durch die Kernpore ausgeschleust wird.

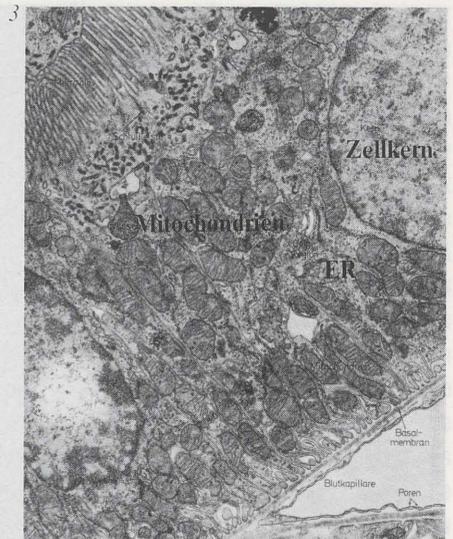
Abbildung 5: Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Schnittes durch einen Zellkern.

Abbildung 6: Histon-DNS-Komplexe, sog. Nucleosomen im Zellkern. Die DNS ist jeweils um einen Kern aus 8 Histon-Molekülen in anderthalb Windungen geschlungen, das Histon HI liegt als Verschluss außen an.

Abbildung 7: Porenkomplexe. Zwischen der äußeren und der inneren Kernmembran, die dort miteinander verschmolzen sind, bleibt ein kreisförmiges Loch ausgespart. Dies wird randständig teilweise ausgefüllt durch ringförmig angeordnete Eiweißmoleküle; die so verkleinerte Öffnung wird durch einen zentralen Komplex mehrerer Proteine verschlossen.

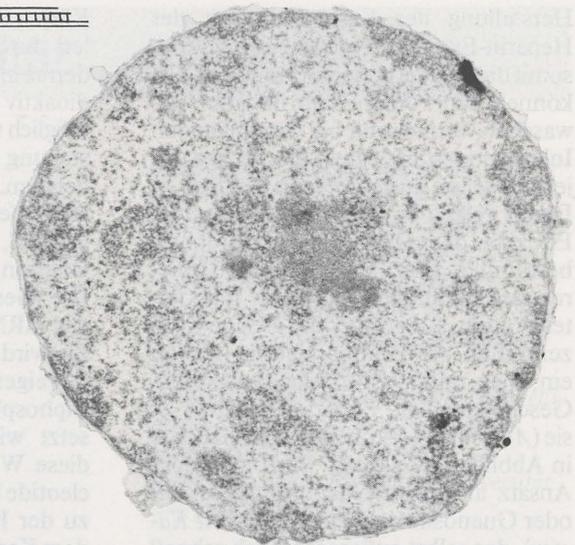
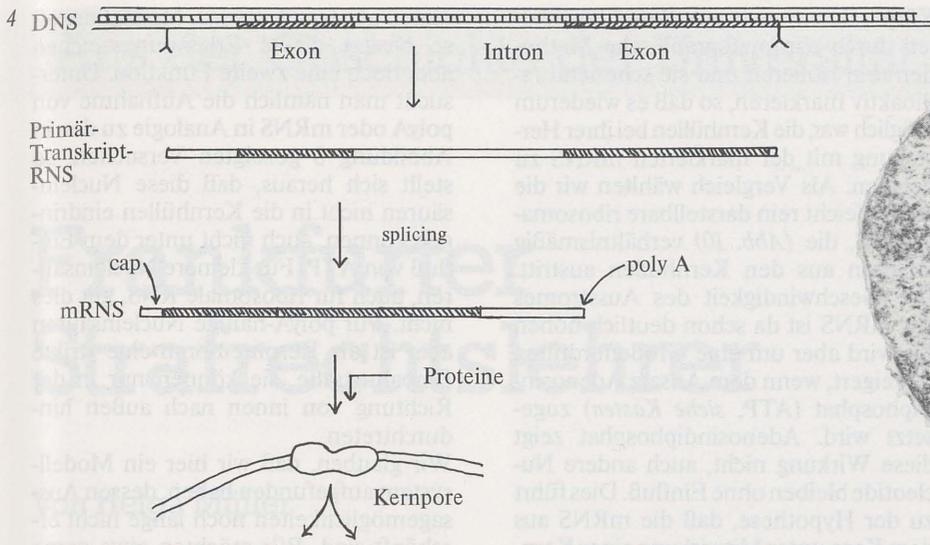
durch den Kern durch. Dennoch erscheint es merkwürdig, daß eine so spezialisierte Organelle wie der Kern, in dem so spezifisch kernständige kleine Proteine, wie die Histone vom Molekulargewicht 120 000 zur Verwendung kommen, der andererseits Makromoleküle wie die mRNA von mehreren Hunderttausend Molekulargewicht ausschleusen muß, an seiner Membran keine spezifischeren Selektionsmechanismen besitzen soll. Am Beginn unserer Messungen standen deshalb die beiden Fragestellungen: Gibt es funktionelle Zustände der Kernmembran, die einen selektiven Transport erlauben? Gibt es Faktoren, die auf eine Regulation dieser Wege hindeuten? Zu beiden Problemen konnten wir im Rahmen des neuen Sonderforschungsbereiches „Struktur und Funktion membranständiger Proteine“ einige erste Daten erhalten.

Derartige Transportmessungen lassen sich exakt nicht an ganzen Kernen durchführen. Es stört dabei der vielfältig strukturierte Kerninhalt, in dem alle neu eintretenden Substanzen mehr oder weniger fest sogleich gebunden werden. An ganzen Kernen beobachten wir deshalb stets eine Kombination von Diffusions- und Bindungsprozessen, so daß die Messung der Durchtrittsgeschwindigkeit durch die Membran sehr stark verfälscht werden kann. Noch einschneidender wird dieser Effekt bei der Messung eines Ausstromes aus dem Kern, wo man wohl meist nur die Dissoziation vom internen Bindungsplatz würde messen können, oder bei der Untersuchung von Regulationen. So gelang es gar nicht, einen Wiederausstrom von Histonen aus dem



Kern zu bestimmen – der Kern kann eine außerordentlich große Menge an Histon aufnehmen und festlegen.

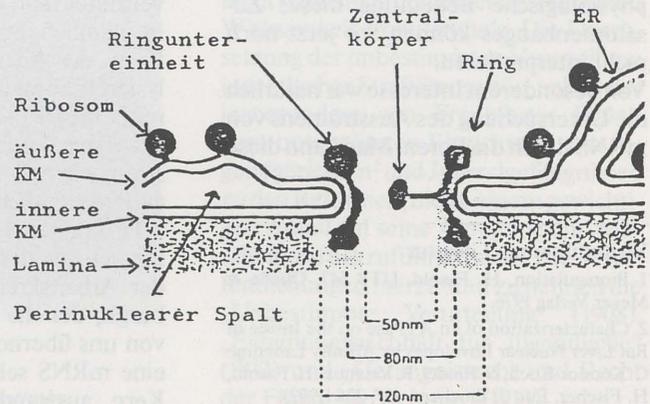
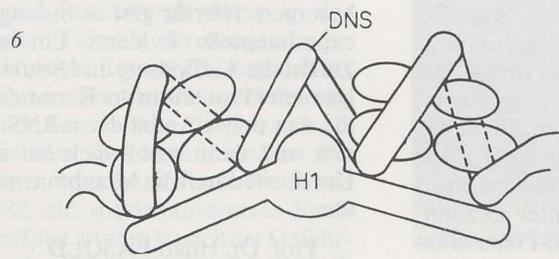
Mehrere biochemische Methoden waren schon bekannt, um die Kerne zu öffnen und ihren Inhalt bis auf einen sehr kleinen Rest an Desoxyribonucleinsäure und Histon auszuwaschen. Man arbeitet dabei stets in einem sehr ionenarmen Milieu, so daß die Kerne aufquellen und schließlich aufplatzen, und versucht dann, die DNS mit Desoxyribonuclease abzubauen oder die Histone, und damit schließlich auch die DNS, mit hochverdünnten sauren Makromolekülen zu extrahieren. Man erhielt dabei stets größere und kleinere, flach ausgebreitete oder zu Knäueln verwickelte Membranfetzen, die immerhin die morphologische Charakterisierung der Porenkomplexe erlaubten. Bei einem systematischen Versuch, die bisher bekannten Methoden zu vergleichen und zu erweitern, konnte mein Mitarbeiter Dr. N. Riedel in seiner Diplomarbeit erstmals durch Extraktion mit verdünnten Heparin-Lösungen die Kerne so schonend öffnen, daß bei der Rückkehr in das physiologische Ionenmilieu nach wenigen Minuten die Kernmembranen sich wieder schlossen und nun nahezu vollständig entleerte Kernhüllen zurückblieben, die aber im übrigen noch alle ihre natürlichen Eigenschaften aufwiesen (Abb. 2). An solchen Vesikeln lassen sich nun die Transportvorgänge durch die Membran isoliert messen. Man verwendet hierzu eine Methode, wie sie von M. Klingenberg, München, zum ersten Mal für die Messung von Transportvorgängen an Mitochondrien entwickelt wurde. Die Partikel, hier also die Kernhüllen, wer-



den während der gewählten Zeit des Versuchs in einem kleinen Zentrifugenröhrchen mit dem radioaktiv markierten Eiweiß- oder Nucleinsäuremolekül inkubiert, dessen Durchtritt man ausmessen möchte. Diese Inkubationslösung wiederum liegt über einer Schicht von Siliconöl, deren Dichte etwas höher ist als die der Lösung. Darunter wieder liegt eine dritte Schicht mit noch höherer Dichte, meist mit einem kleinen Volumen einer konzentrierten Säure beschickt. Am Ende der Inkubationszeit wird die hochtourige Zentrifuge in Gang gesetzt und sorgt dafür, daß die Kernbläschen innerhalb weniger Sekunden durch die Siliconöl-Schicht abgeschleudert werden. Nach der Zentrifugation kann nun die oberste Schicht entnommen und die außerhalb der Kernhülle verbliebene Radioaktivität gemessen werden. Die bereits eintransportierte Menge des untersuchten Moleküls läßt sich aus der untersten Schicht bestimmen. Es zeigten sich so nun plötzlich recht verschiedene Einstromzeiten ein-

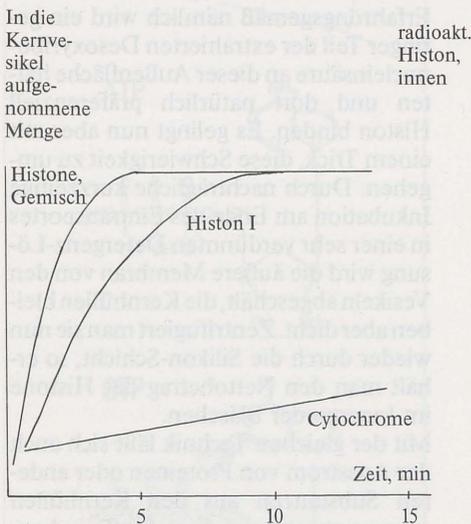
zelter Proteinsorten (Abb. 8). Die kleineren Histonmoleküle II - IV werden am schnellsten aufgenommen, schon nach wenigen Minuten ist der Gleichgewichtswert hier erreicht. Das etwas größere Histon I benötigt etwas längere Zeit. Mischt man es jedoch zu den anderen Histonen hinzu, so wird es ebenso rasch wie diese durch die Kernhüllen aufgenommen. Vergleichsproteine mit niedrigem Molekulargewicht ebenfalls stark basischen Charakters, wie das Cytochrom c, gelangen sehr viel langsamer in das Innere der Membranbläschen. Dies deutet zwar darauf hin, daß hier ein selektiver Mechanismus vorliegt, doch könnte der Effekt durch unterschiedliche Bindung der einströmenden Proteine an den kleinen Rest verbleibender Desoxyribonucleinsäure (etwa 20% des ursprünglichen Gehaltes) verfälscht worden sein. Setzt man allerdings ausgespreitete, geöffnete Membranen ein, wie sie bei der Aufarbeitung der Kerne unter Verdauung der DNS mit Desoxyribonuclease erhalten werden, so kann man

den Effekt der Bindung an die restliche DNS ausschalten. Eine zweite Fehlerquelle liegt in der Möglichkeit einer einfachen Adsorption der ausgemessenen Proteine an der Außenfläche der Vesikel. Erfahrungsgemäß nämlich wird ein geringer Teil der extrahierten Desoxyribonucleinsäure an dieser Außenfläche haften und dort natürlich präferenziell Histon binden. Es gelingt nun aber mit einem Trick, diese Schwierigkeit zu umgehen. Durch nachträgliche kurzzeitige Inkubation am Ende des Eintransportes in einer sehr verdünnten Detergenz-Lösung wird die äußere Membran von den Vesikeln abgeschält, die Kernhüllen bleiben aber dicht. Zentrifugiert man sie nun wieder durch die Silikon-Schicht, so erhält man den Nettobetrag der Histone im Inneren der Bläschen. Mit der gleichen Technik läßt sich auch der Ausstrom von Proteinen oder anderen Substanzen aus den Kernhüllen messen, wenn man diese Stoffe in konzentrierter Lösung über längere Zeit eindiffundieren läßt, oder sie bei der



Herstellung der Kernhüllen mit der Heparin-Extraktion gleich zufügt und somit die Vesikel konzentriert belädt. Sie können dann durch Zentrifugation gewaschen werden und bei den folgenden Inkubationen mißt man die Menge des jeweils schon ausgetretenen Stoffes. Damit gelang es, einen regulatorischen Effekt bei dem Durchtritt der Histone zu bestimmen. Hierfür setzten wir im Inneren der Kernhüllen radioaktiv markiertes Protein, außen aber die gleiche Konzentration an nichtmarkiertem Histon ein; man mißt so also eine Austauschgeschwindigkeit. Erwartungsgemäß ist sie (Abb. 9) für Histone ähnlich hoch, wie in Abbildung 8 gezeigt, wie in Abbildung 8 gezeigt, wie in dem Ansatz aber nun Guanosindiphosphat oder Guanosintriphosphat zu (siehe Kasten), das selbst außerordentlich schnell

Abbildung 8: Eintransport radioaktiv markierter Proteine in leere Kernhüllen. Zur Messung der Aufnahme dient der Anstieg der Radioaktivität im Inneren der Vesikel.



durch die Membran geht, so wird die Ablösung der Histone verlangsamt und schließlich fast völlig unterdrückt. Die physiologische Bedeutung dieses Zusammenhanges können wir jetzt noch nicht interpretieren.

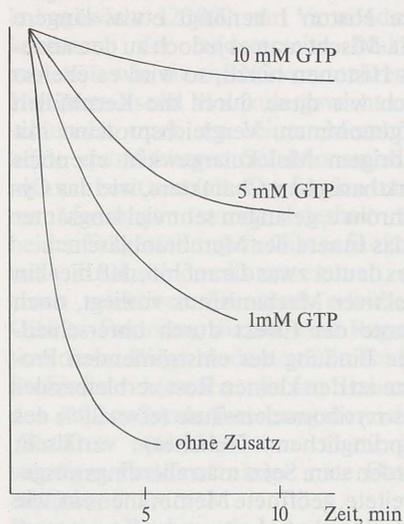
Von besonderem Interesse war natürlich die Untersuchung des Ausströmens von mRNS durch die Poren. Man kann diese

#### Weiterführende Literatur

- 1 Bioregulation, H. Fasold. UTB 547, Quelle & Meyer Verlag 1976.
- 2 Characterization of an ATPase on the Inside of Rat Liver Nuclear Envelopes by Affinity Labeling. C. Kondor-Koch, N. Riedel, R. Valentin, H. Fasold, H. Fischer, Eur. J. Biochem. 127, 285 (1982).

Körperklasse auch aus Rattenleberzellen durch chromatographische Methoden rein isolieren und sie schonend radioaktiv markieren, so daß es wiederum möglich war, die Kernhüllen bei ihrer Herstellung mit der markierten mRNS zu beladen. Als Vergleich wählten wir die relativ leicht rein darstellbare ribosomale RNS, die (Abb. 10) verhältnismäßig langsam aus den Kernhüllen austritt. Die Geschwindigkeit des Ausstromes der mRNS ist da schon deutlich höher. Sie wird aber um eine Größenordnung gesteigert, wenn dem Ansatz Adenosintriphosphat (ATP, siehe Kasten) zugesetzt wird. Adenosindiphosphat zeigt diese Wirkung nicht, auch andere Nucleotide bleiben ohne Einfluß. Dies führt zu der Hypothese, daß die mRNS aus dem Kern unter Mitwirkung eines Kern-

Abbildung 9: Austausch von radioaktiv markiertem Histon, das zuvor in das Innere der Vesikel gebracht wurde, gegen nichtmarkiertes Histon gleicher Konzentration in der Außenlösung.



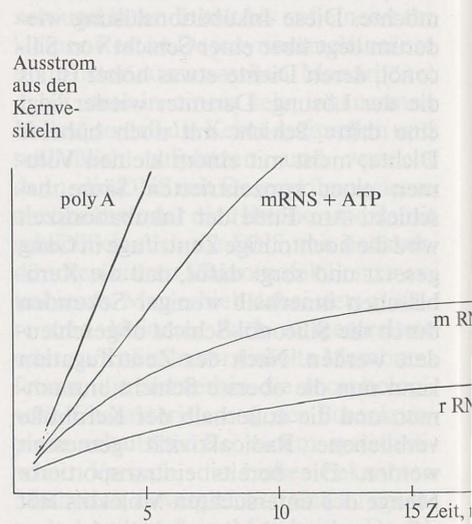
proteins ausgeschleust wird, das Adenosintriphosphat umsetzt.

Als Erkennungssignal für diesen Prozeß vermutet man den polyA-Anteil. PolyA ist nämlich in der Lage, Enzyme im Kern, die Adenosintriphosphat hydrolysieren können, maximal zu stimulieren, wie dies Prof. Müller in Mainz nachgewiesen wurde. Tatsächlich ist der Ausstrom von polyA, wie Abbildung 10 zeigt, außerordentlich schnell, den Effekt des ATP können wir dann gar nicht mehr messen. In der Zwischenzeit hat auch der Arbeitskreis von Agutter in Edinburgh, der die Kernhüllen-Präparation von uns übernommen hat, gezeigt, daß eine mRNS sehr verlangsamt aus dem Kern auswandert, wenn der polyA-

Anteil abgespalten wird. Möglicherweise besitzt dieses Erkennungszeichen aber noch eine zweite Funktion. Untersucht man nämlich die Aufnahme von polyA oder mRNS in Analogie zu den in Abbildung 8 gezeigten Versuchen, so stellt sich heraus, daß diese Nucleinsäuren nicht in die Kernhüllen eindringen können, auch nicht unter dem Einfluß von ATP. Für kleinere Nucleinsäuren, auch für ribosomale RNS, gilt dies nicht. Für polyA-haltige Nucleinsäuren aber ist die Kernmembran eine strikte Einbahnstraße, sie können nur in der Richtung von innen nach außen hindurchtreten.

Wir glauben, daß wir hier ein Modellsystem aufgefunden haben, dessen Aussagemöglichkeiten noch lange nicht erschöpft sind. Wir möchten etwa gerne

Abbildung 10: Abgabe radioaktiv markierter Ribonucleinsäuren, die zuvor in die Vesikel eingebracht wurden. Als Maß hierfür dient die Zunahme der Radioaktivität in der Außenlösung.



die Hypothese nachprüfen, daß die ribosomale RNS aus dem Kern dadurch ausgeschleust wird, daß einige ribosomale Proteine zunächst in den Kern einwandern und dann unter Anheftung an die Ribonucleinsäure deren Austransport besorgen. Hierfür gibt es bislang keine experimentelle Evidenz. Ein anderes Ziel ist die Auffindung und Strukturanalyse jener Proteine in der Kernmembran, die den polyA-Anteil der mRNS erkennen und dann wohl auch bei seinem Durchtritt durch die Membran mitarbeiten.

Prof. Dr. Hugo FASOLD

Institut für Biophysikalische Chemie und Biochemie, Fachbereich Biochemie, Pharmazie und Lebensmittelchemie

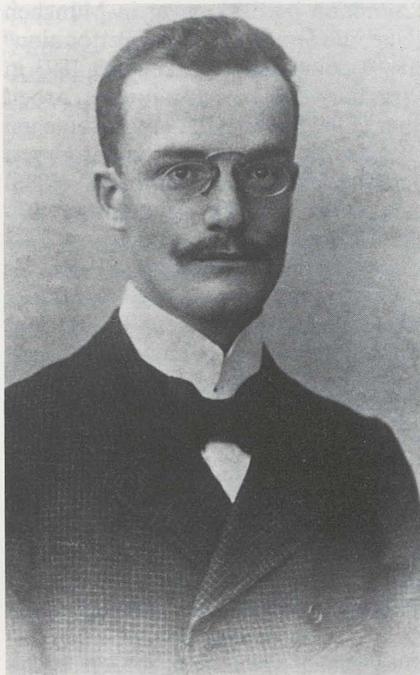
# Frankfurter Strafrechtslehrer

Von Helga Müller

Die Strafrechtslehrertagung ist ein wissenschaftlicher Kongreß der österreichischen, Schweizer und bundesdeutschen Strafrechtslehrer, der alle 2 Jahre und 1985 zum ersten Mal in Frankfurt stattfindet. Gesamtthema der Beratungen ist die „Neuere Entwicklung der Kriminalität und ihre Folgen für das Strafrecht“. Im einzelnen werden aktuelle Probleme der General- und Spezialprävention sowie die Ausdehnung und Einschränkung des Strafrechts in der jüngsten Gesetzgebung behandelt. Diese Themen finden sich auch in den Arbeiten der folgend vorzustellenden Frankfurter Strafrechtslehrer, deren erster Freudenthal ist.

**Berthold Freudenthal** (1872-1929) promoviert 1895 in Breslau über „Wahlbestechung“ und habilitiert sich 1899 daselbst mit einer Arbeit über „Die notwendige Teilnahme am Verbrechen“, bevor er 1901 an die Frankfurter Akademie für Handels- und Sozialwissenschaften berufen, dort Inhaber des von der Dr.-Lucius-Meister-Stiftung unterhaltenen Lehrstuhls für Staatswissenschaften und von 1909-1911 ihr Rektor wird. Vom WS 1914/15 bis zum SS 1929 ist er der erste ordentliche Professor für Strafrecht, Strafprozeßrecht, Öffentliches Recht und Rechtsvergleichung an der juristischen Fakultät der neugegründeten Universität. Er wird 1914 zugleich ihr erster Dekan. Freudenthal steht der sog. modernen Schule nahe, die, sozialstaatlich orientiert und anknüpfend an das Marburger Programm Franz von Liszts von 1882, ein spezialpräventives Strafrecht verfolgt, in dem je nach der Gefährlichkeit des Täters für die Gesellschaft der Sicherungs-, Besserungs- oder Individualabschreckungsgedanke die richti-

ge Sanktion bestimmen soll, das andererseits soziologische und naturwissenschaftliche Erfahrungssätze zu beachten sucht. Er beschäftigt sich zunächst im Rahmen der Reformbestrebungen zu Beginn dieses Jahrhunderts mit dogmatischen Fragen des materiellen Rechts. Mit seiner Arbeit zur Untreue (1906) gehört er zu den 50 Mitarbeitern, die bis 1909 die Vorlage einer „Vergleichenden Darstellung des Deutschen und Ausländischen Strafrechts“ als Vorarbeit zur Reform des Reichsstrafgesetzbuches ermöglichen. Mit seiner Arbeit zu „Schuld



Berthold Freudenthal

*In der Rubrik „Aus der Geschichte der Universität“ bringt FORSCHUNG FRANKFURT in loser Folge Aspekte der Geschichte der im Jahre 1914 gegründeten Frankfurter Universität. Anlässlich der Strafrechtslehrertagung vom 16. – 19. 5. 1985 hat Dr. Helga Müller, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Kriminalwissenschaften, zusammengestellt, welche Strafrechtslehrer als ordentliche, außerordentliche und Honorarprofessoren an der Frankfurter Universität tätig waren – und sind.*

und Vorwurf“ (1922) fügt er eine Kritik zu dem Gesetzentwurf von 1919 an. Entsprechend den Zielen der Internationalen Kriminalistischen Vereinigung (IKV), dem Zusammenschluß der Vertreter der modernen Schule, engagiert sich Freudenthal aber besonders in straftheoretischen und damit zusammenhängend in Fragen der Strafzumessung, des Strafvollzugs sowie seinen Folgen. Die Rechtsvergleichung hat infolge seiner an Tocqueville und Beaumont erinnernden amerikanischen Studienreise im Jahre 1905 zur Erforschung der Strafanstalten und des Verfassungswesens in diesen Themen einen besonderen Anteil. Die Titel seiner Schriften sprechen für sich: „Amerikanische Kriminalpolitik“ (1907), „Strafrecht und Strafvollzug im modernen Rechtsstaat“ (1918), „Der Sinn der Strafe“ (1925), „Wie kann man Verbrecher bessern? Amerikanisch-englische Reiseeindrücke“ (1927) und „Wie sorgt die Allgemeinheit in Amerika und England für Gefangene und Entlassene“ (1928). In Verbindung mit dem Fürsorge-recht bilden das Jugendstrafrecht, -strafverfahrensrecht und -strafvollzugsrecht schließlich den Bereich der größten Wirksamkeit Freudenthals. Die Durchsetzung der unbestimmten Verurteilung jugendlicher Straftäter gehört neben der insbesondere von Frankfurter Praktikern unterstützten Einrichtung von Jugendgerichten<sup>1</sup> und Jugendgefängnissen zu den Reformen, die zu einem gewichtigen Anteil auf seine Anregung und Mitarbeit zurückzuführen sind. An Veröffentlichungen hierzu sind zu nennen die „Unbestimmte Verurteilung“ (1908), „Erziehungsnachhaft für Jugendliche“ (1913) und „Gefängnisrecht und Recht der Fürsorgeerziehung“ (1914).

# Aus der Geschichte der Universität



Sonderaufnahme für die „F. R.“ von Wilhelm Carls.

*Josef Heimberger*

Neben Freudenthal lehrt vom WS 1914/15 bis zum SS 1919 der Schweizer **Ernst Delaquis** als außerordentlicher Professor Strafrecht und Strafprozeßrecht in Frankfurt, bevor er ordentlicher Professor in Hamburg wird und 1933 in die Schweiz zurückkehrt. Aus Liszts kriminalistischem Seminar kommend, bei Liszt 1904 in Berlin promoviert und 1909 habilitiert, hat er vor seiner Frankfurter Zeit bereits wesentliche Beiträge zur Strafrechtsreform geleistet. Er ist Mitglied der IKV und der internationalen Gefängnis-Kommission<sup>2</sup>. Seine wichtigsten Arbeiten beschäftigen sich mit der Strafrechtsreform in der Schweiz und Österreich sowie mit Fragen der Rehabilitation Verurteilter.

Vom WS 1919/20 bis zum SS 1923 lehrt **Max Ernst Mayer** (1875-1925) Strafrecht, Strafprozeßrecht und Rechtsphilosophie. Als Schüler von Fritz van Calker, dem Straßburger Mitglied der deutschen strafrechtlichen Gesellschaft, füllt Mayer zwar methodisch, doch nicht notwendig im Ergebnis eine Gegenposition zu Freudenthal aus. Seiner Habilitationsschrift über „Die schuldhaftige Handlung“ (1901) ist ein eigener Beitrag zur Entwicklung der materiellen Schuldlehre zu entnehmen, soweit er darin den Charakter bzw. die Gesinnung des Täters zum wesentlichen Strafmaßkrite-

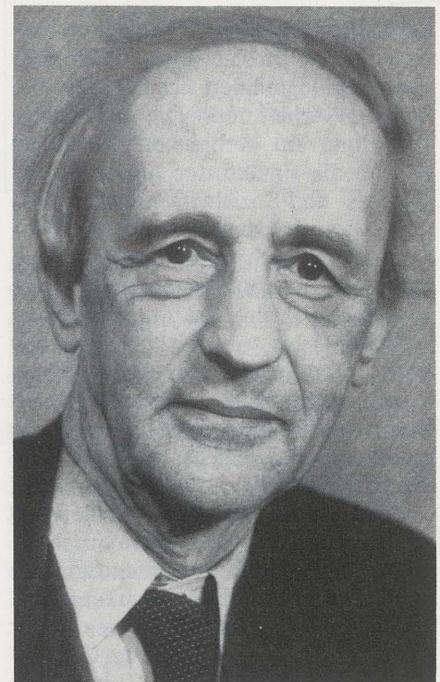
rium erhebt, die soziale Abartigkeit und Minderwertigkeit des Täters zur Steigerung der für das Strafmaß entscheidenden Schuld heranzieht. Den größeren Teil seiner Schriften bilden die rechtsphilosophischen Arbeiten<sup>3</sup>. Seine bis 1919 erschienenen Abhandlungen, wie die „Rechtsnormen und Kulturnormen“ (1903), werden in ihrem werttheoretischen Ansatz durch die in der Frankfurter Zeit veröffentlichte „Rechtsphilosophie“ (1922) ergänzt. Die Kultur als Einheit von Wirklichkeit und Wert, als das Seinsollende des menschlichen Lebens gestattet Mayer die Ableitung eines formalen positiven Rechtsbegriffs. Im stufenweisen Aufbau des Wertsystems bildet ihm die Humanitätsidee die letzte und höchste Stufe, dabei zugleich das Ewige und in allen anderen Werten Enthaltene der menschlichen Kultur.

Mit dem außerordentlichen Professor an der Heidelberger Universität **Herbert Engelhardt** lehrt im WS 1924/25 vertretungsweise ein weiteres Mitglied des kriminalistischen Seminars Franz von Liszts Strafrecht und Strafprozeßrecht an der Fakultät.

Im SS 1926 kommt **Josef Heimberger** (1865-1933) nach Frankfurt. Nach seiner Promotion bei Birkmeyer in München „Über die Strafflosigkeit der Perforation“ (1889), seiner Lehrtätigkeit seit 1893 in Würzburg, wo er sich mit einer Arbeit über „Die Theilnahme am Verbrechen in Gesetzgebung und Litteratur von Schwarzenberg bis Feuerbach“ (1896) habilitierte, seit 1896 als außerordentlicher Professor in Straßburg, seit 1902 sodann als außerordentlicher Professor in Gießen und seit 1903 in Bonn lehrt er in Frankfurt bis zu seinem Tod im Jahr 1933 Strafrecht, Strafprozeßrecht und Kirchenrecht. Mit einer Antrittsrede über „Freiheit und Gebundenheit des Richters in weltlichem und kirchlichem Strafrecht“ wird er 1928 Rektor der Universität. Seine Arbeiten zur Strafrechts- und Strafvollzugsreform weichen von den Positionen seines der sog. klassischen Schule zuzurechnenden Lehrers Birkmeyer deutlich ab, offenbaren die Ziele der modernen Schule. Die Vergeltungsidee ablehnend, fordert er die Schaffung eines Strafvollzugsgesetzes unter spezialpräventiven Gesichtspunkten, eine an die Gefährlichkeit des

Täters für die Gesellschaft anknüpfende Strafzumessung (Die Reform des Strafvollzugs, 1905). In seinem Dresdener Vortrag von 1906 „Zur Frage der Strafkolonien“ wird die Zulässigkeit dieser Sicherungsstrafe von ihrer empirischen Begründbarkeit abhängig gemacht. Mit der „Lehre vom Ausschluß der Rechtswidrigkeit“ (1907) liefert auch Heimberger einen Beitrag zu den rechtsvergleichenden Vorarbeiten zur Strafrechtsreform. In der Frankfurter Zeit veröffentlicht er neben einigen Aufsätzen sein Strafrechtslehrbuch (1931), das wegen der anstehenden politischen Veränderungen keine Bedeutung mehr erlangt.

Die von M. E. Mayer hinterlassene theoretische Lücke füllt vom SS 1930 bis zum WS 1933/34 **Arthur Baumgarten** (1884-1966) auf dem Lehrstuhl für Strafrecht, Strafprozeßrecht und Rechtsphilosophie aus. 1909 bei Franz von Liszt in Berlin über „Ideal- und Gesetzeskonkurrenz“ promoviert, hat Baumgarten vor Frankfurt bereits in Genf, wo er sich 1913 mit einer Arbeit über den „Aufbau der Verbrechenlehre“ habilitierte, in Köln und in Basel gelehrt. Baumgarten ist von seiner Herkunft der IKV verbunden und



*Arthur Baumgarten*

hält in straftheoretischer Sicht seinem Lehrer im wesentlichen die Treue, soweit er ihn gegen Birkmeyer u. a. verteidigt und von der „überpeinlichen Rücksicht eines P. J. A. Feuerbach<sup>4</sup> auf die Freiheit des Einzelnen“ ausgenommen wissen will [Die Lisztsche Strafrechtsschule und ihre Bedeutung für die Gegenwart, SchwZStW 51 (1937), 1-14]. Mit seinem rechtsphilosophischen, erkenntniskritischen und methodologischen Ansatz, der aus einer Vorliebe für Metaphysik und Systemdenken gefolgert worden ist, sucht er aber die Schwachstellen des Lisztschen Denkens zu überwinden. Anknüpfend an Leonard Nelsons Kritik der zeitgenössischen Rechtswissenschaft als Wissenschaft ohne Recht, die, weil sie nicht in einer Idee bzw. einem höheren Ziel ihr Fundament sucht, nicht imstande ist, das Gesellschaftsleben geistig zu konstituieren, verlangt er die Orientierung des Rechts an dem aufzufindenden „Ziel aller Einzelziele, dem Endzweck, dem kategorischen Imperativ“. Mittel hierzu ist seine Methodenlehre, nach der die Einzelwissenschaften nur durch eine verallgemeinernde Betrachtung ihrer Methode, das heißt die Logik zu fördern sind. Baumgarten emigriert Ende 1933 in die Schweiz. Enttäuscht von der Ohnmacht des „Bürgertum(s) der liberal-demokratischen Staaten“ gegenüber der faschistischen Machtergreifung, wendet er sich dem dialektischen Materialismus und dem Sozialismus zu. Seine Lehrtätigkeit in Basel dehnt er auf die Arbeiterschaft aus. Er wird Mitbegründer der Schweizer Arbeiterpartei und geht 1946 als ordentlicher Professor nach Leipzig, 1949 nach Berlin, wird Präsident der Deutschen Akademie für Staats- und Rechtswissenschaft in Babelsberg, Mitglied der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin und Nationalpreisträger der DDR<sup>5</sup>.

Im SS 1929 erhält **Wilhelm Polligkeit** (1876-1960) eine Honorarprofessur, die er bis zu seinem Tod innebehält, aber seit 1946 nicht mehr mit Vorlesungen ausfüllt. Vorlesungen hält er aus den Bereichen Jugendrecht und ausländisches Recht. Polligkeit verbindet in seiner Person ein Engagement für das Fürsorgewesen und die Strafrechtspflege, ersichtlich u. a. an seiner Beteiligung an



*Wilhelm Polligkeit*

der Errichtung des Frankfurter Jugendgerichts und der Jugendgerichtshilfe. In Personalunion führt er die 1899 gegründete Frankfurter Centrale für private Fürsorge und den Deutschen Verein für Armenpflege und Wohltätigkeit. Mit dem Deutschen Verein strebt er nach einer sozialpolitischen Gesetzgebung zur Vorbeugung von Klassenarmut. Mit der Centrale für private Fürsorge sucht er in der Fürsorge die individuelle Methode und die Persönlichkeitsarbeit zu vertiefen, die sich nach den Bedürfnissen des der Hilfe bedürftigen Menschen richten und ihm die Entwicklung seiner Persönlichkeit ermöglichen soll. Die Umstellung der Satzung des Deutschen Vereins auf das Führerprinzip im Jahr 1935 bewirkt die Absetzung Polligkeits als Vereinsvorsitzender und seinen bewußten Rückzug aus der Geschäftsführung des Vereins. Die Centrale für private Fürsorge wird 1937 aufgelöst und 1946 auf Vorschlag Polligkeits neu gegründet<sup>6</sup>.

Unter der Herrschaft der Nationalsozialisten wird **Heinrich Henkel** im WS 1933/34 ordentlicher Professor für Strafrecht, Strafprozeßrecht und Staatsrecht. 1927

bei Heimberger und Freudenthal über die „Rechtsnatur des Notstandes“ promoviert und 1931 als Frankfurter Privatdozent bei Heimberger und Baumgarten über den „Notstand nach gegenwärtigem und künftigem Recht“ habilitiert, knüpft er insofern noch unmittelbar an die Reformentwürfe zum RStGB an. Anfang 1934 veröffentlicht Henkel in der Reihe des Preußischen Staatsrats Carl Schmitt: „Der deutsche Staat der Gegenwart“ seine Schrift „Strafrichter und Gesetz im neuen Staat“. Darin spricht er sich auf der Basis eines transpersonalistischen Rechtsdenkens deutlich für die nationalsozialistische Rechtserneuerung aus, stimmt der Parole von der Juristen-, nicht Justizreform gerade auch für das Strafrecht zu und befürwortet die Aufhebung des nulla poena sine lege-Grundsatzes, wie erstmals mit der sog. lex van der Lubbe (Gesetz über die Verhängung und den Vollzug der Todesstrafe vom 29.3.1933 – RGBI. I 151) erfolgt<sup>7</sup>. Henkel geht 1934 als ordentlicher Professor nach Marburg, lehrt von 1935 bis 1945 sodann in Breslau und arbeitet nach dem Krieg zunächst als Rechtsanwalt in Frankfurt. 1951 erhält er in Hamburg eine Professur für Strafrecht, Strafprozeßrecht, Rechtsphilosophie und Allgemeine Rechtslehre.

Ab dem WS 1934/35 lehrt **Wilhelm Class** zunächst als außerordentlicher, ab dem WS 1937/38 als ordentlicher Professor auf dem Lehrstuhl für Strafrecht, Strafprozeßrecht und Rechtsphilosophie. Vom SS 1938 bis zum WS 1942/43 ist er Dekan der juristischen Fakultät. 1929 bei Mittermaier in Gießen über „Die qualifizierten und privilegierten Delikte“ promoviert, habilitiert er sich 1933 in Freiburg mit einer Arbeit zu den „Grenzen des Tatbestandes“, der das Ziel zugrundeliegt, eine möglichst vollständige und in sich geschlossene Tatbestandstheorie zu entwickeln und über die Tatbestandstheorie seiner Lehrer Ernst Beling und M. E. Mayer hinaus fortzuentwickeln. Class lehrt bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1969.

Nach der vorübergehenden Schließung der Universität nach Kriegsende wird **Wolfgang Preiser** ab dem SS 1946 zunächst Lehrbeauftragter für Strafrecht und Strafprozeßrecht und erhält nach Ablehnung eines Rufes nach Saarbrücken im WS 1948/49 eine außerordentliche,

# Aus der Geschichte der Universität

im SS 1954 eine ordentliche Professur für Strafrecht, Strafprozeßrecht und Völkerrecht, die er bis zu seiner Emeritierung im SS 1971 ausfüllt. Mit einer *venia* für Strafrecht, Völkerrecht, Rechts- und Kunstgeschichte liegt der Schwerpunkt seiner Arbeiten in der Völkerrechtsgeschichte. An strafrechtlichen Arbeiten sind zu nennen seine Habilitation mit dem Titel „Herkunft und Grundlagen der strafrechtlichen Irrtumslehre des Reichsgerichts“, „Das Recht zu strafen“ (1954), „Vergeltung und Sühne im altisraelitischen Strafrecht“ (1961), „Die Geschichte der Todesstrafe seit der Aufklärung“ (1962) und „Über die Verwirklichung des Naturrechts in der Zeit der Gewaltherrschaft“ (1967).

Die Verbindung von Strafrecht und Völkerrecht wiederholt sich bei **Heinrich**

## Anmerkungen

1 Im Rahmen des Geschäftsverteilungsplanes wird am 1.1.1908 in Frankfurt ein erstes Jugendgericht in Deutschland eingerichtet; die Schaffung einer Jugendgerichtshilfe folgt. Erste Grundsätze für diese erarbeitet die Frankfurter Konferenz zur Einführung der Jugendgerichtshilfe vom 1.7.1908. Die Frankfurter Tagung der Centrale für private Fürsorge vom 12.5.1910 und dergleichen in Frankfurt vom 10.-12.10.1912 stattfindende 3. Jugendgerichtstag knüpfen thematisch an die Reform an. Einzelheiten derselben sind nachzulesen in: Allmenröder, Polligkeit, Freudenthal, Das Jugendgericht in Frankfurt a. M., 1912.

2 In diesem Zusammenhang ist an die Erste Versammlung für Gefängnisreform vom 28.-30.9.1846 in Frankfurt zu erinnern.

3 vgl. ausführlich zu diesen M. Utzerath, Die Rechtsphilosophie Max Ernst Mayers, 1965.

4 Zu P. J. A. Feuerbach vgl. FORSCHUNG FRANKFURT 1/83, Wolfgang Naucke: „Feuerbach – ein liberaler Strafrechtler?“

5 Textsammlungen und Würdigungen mit vollständigem Schriftenverzeichnis finden sich in: H. Baumgarten, G. Irritz, H. Klenner (Hrsg.), Arthur Baumgarten, Rechtsphilosophie auf dem Wege, 1972; Festschrift zum 75. Geburtstag, 1960.

6 vgl. zu Leben und Werk Polligkeits: Carl Krug von Nidda, Wilhelm Polligkeit, Wegbereiter einer neuzeitigen Fürsorge, 1961.

7 Die unterschiedliche Entwicklung der Vertreter der modernen Schule gibt Anlaß, an die 25. Tagung der Deutschen Landesgruppe der IKV am 12./13.9.1932 in Frankfurt zu erinnern, die zum Auseinanderbrechen der Vereinigung führt – vgl. Eb. Schmidt, Einführung in die Geschichte der Strafrechtspflege, 1983, S. 425 ff.; Max Grünhut, Zur Frankfurter Tagung der IKV, ZStW 52 (1932), 763-780.

8 Zu erinnern ist auch an den 10. DJT vom 28.-31.8.1872, der gleichfalls in Frankfurt stattfand.

**Drost** (1898-1956), der im WS 1948/49 eine Honorarprofessur erhält, die er bis zu seinem Tod im Jahr 1956 mit Vorlesungen zum Strafrecht, Völkerrecht und Internationalen Recht ausfüllt. 1930 bei Graf zu Dohna in Bonn habilitiert mit einer Arbeit über „Das Ermessen des Strafrichters“ ist er aus dieser Schrift, wie auch seiner Antrittsvorlesung über „Das Problem einer Individualisierung des Strafrechts“, ausgewiesen durch eine kritische Haltung gegenüber der Preisgabe einer Proportion zwischen Tat und Strafe zugunsten einer solchen zwischen Tat und verbrecherischer Gesinnung, gegenüber der Aufhebung der Gesetzes-

Neben den im Aufsatz erwähnten Professoren lehrten an der Frankfurter Universität u.a. folgende Privatdozenten und Lehrbeauftragte:

WS 1943/44 –	Dr. habil. Alfons Vogt
WS 1944/45:	StR, StPrR, Rph
SS 1949 –	Dr. Hans Loewenheim
WS 1952/53:	StR, PrivatR, ProzeßR
WS 1953/54 –	Prof. Dr. Günter Spendel
WS 1961/62:	Str, StPrR. Rph
WS 1954/55 –	Karl Bornemann
WS 1979/80:	StR – Klausuren
WS 1969/70 –	Prof. Dr. Alexander Böhm
WS 1973/74:	StR, Kriminologie
WS 1970/71 –	Prof. Dr. Fritz Traub
WS 1972/73:	StR, StPrR
ab	Dr. Christian Schöneborn
SS 1973:	StR, StPrR
SS 1983:	Prof. Dr. Klaus Marxen
	StR, StPrR, Rph

StR = Strafrecht, StPrR = Strafprozeßrecht, Rph = Rechtsphilosophie.

bindung unter Vernachlässigung des „altliberalen Gedankens der Freiheit des Individuums vom Staat“. Seit 1931 ordentlicher Professor in Münster und 1938 antragsgemäß emeritiert, arbeitet er seit 1938 als Justiziar in Berlin, später als Rechtsanwalt am Kammergericht, nach 1945 als solcher am OLG Hamm und in seiner Zeit als Frankfurter Honorarprofessor als Rechtsanwalt und Notar in Frankfurt. Ebenso wie Preiser verbindet er strafrechtliche mit völkerrechtlichen Arbeiten: „Grundlagen des Völkerrechts“ (1936), „Völkerrechtliche Grenzen für staatliches Strafrecht“ (ZInterR 1944), „Quellen

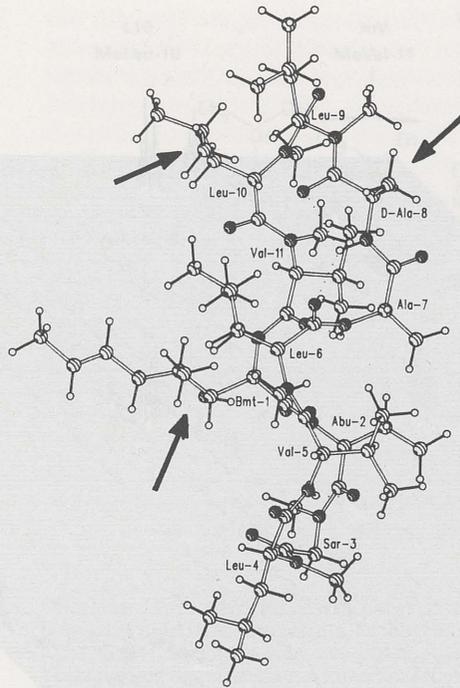
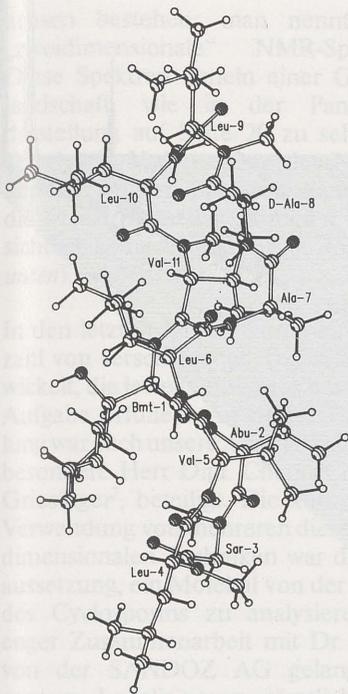
des nationalen und internationalen Rechts“ (DJZ 1941), „Das Recht zwischen Staatsallmacht und Naturrecht“ (1949). Seine letzten größeren Veröffentlichungen liegen im Bereich des Wirtschaftsstrafrechts. Sein Ziel der Begrenzung staatlicher Gewalt im Sinne eines materiell-rechtsstaatlichen Ansatzes bringt er letztmals nachlesbar auf dem Frankfurter 38. Deutschen Juristentag vom 14.-16.9.1950<sup>8</sup> zum Ausdruck. Nicht nur wegen der mangelnden Judikabilität spricht er sich gegen die Mehrheit der Tagungsteilnehmer gegen Staatsschutzstrafgesetze aus, sondern vor allem, weil dem Richter mit solchen Gesetzen Selbstbehauptungsaufgaben des Staates bzw. politische Entscheidungen zugeschoben würden, die ihn in die Funktion eines Polizeigewaltigen drängten.

Im SS 1952 erhält neben Drost der Frankfurter Oberlandesgerichtspräsident **Curt Staff** (1901-1976) eine Honorarprofessur, die er mit Vorlesungen zum Strafrecht ausfüllt. Vom WS 1968/69 bis zum SS 1971 besetzt **Günter Kohlmann** den Lehrstuhl des emeritierten Wilhelm Class für Strafrecht, Strafprozeßrecht und Rechtsphilosophie.

1976 wurde das Institut für Kriminalwissenschaften gegründet. Diesem gehören gegenwärtig an: Helga Einsele (Honorarprofessur für Strafvollzugsrecht und Strafvollzugswissenschaften), Friedrich Geerds (Professur für Strafrecht, Strafprozeßrecht und Kriminologie), Winfried Hassemer (Professur für Strafrecht, Rechtstheorie und Rechtssoziologie), Herbert Jäger (Professur für Strafrecht und Kriminalpolitik), Klaus Lüderssen (Professur für Strafrecht, Strafprozeßrecht und Rechtsphilosophie), Wolfgang Naucke (Professur für Strafrecht, Strafprozeßrecht, Kriminologie und Rechtsphilosophie), Ulfried Neumann (Professur für Rechtsphilosophie), Wolf Paul (Professur für Rechtstheorie und Rechtsmethodologie) sowie Ernst Amdemus Wolff (Professur für Strafrecht, Strafprozeßrecht und Rechtsphilosophie).

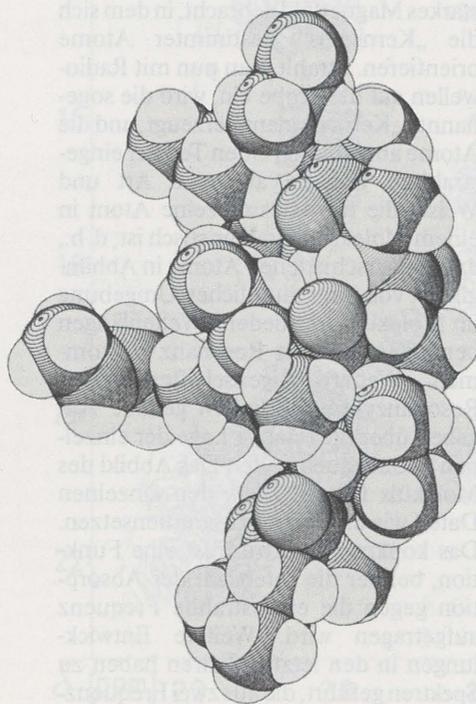
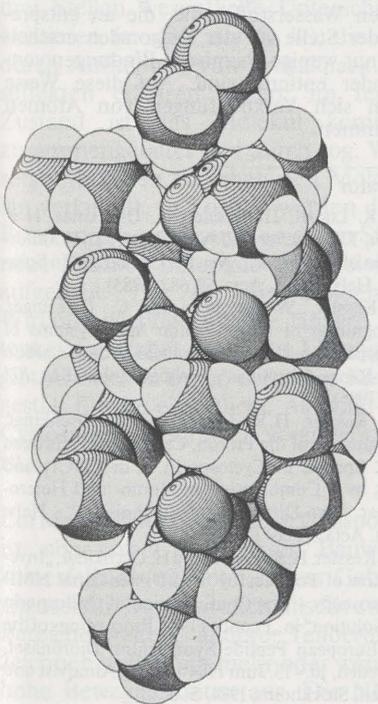
Dr. Helga MÜLLER

Institut für Kriminalwissenschaften,  
Fachbereich Rechtswissenschaft



# Räumlicher Aufbau von Cyclosporin erforscht

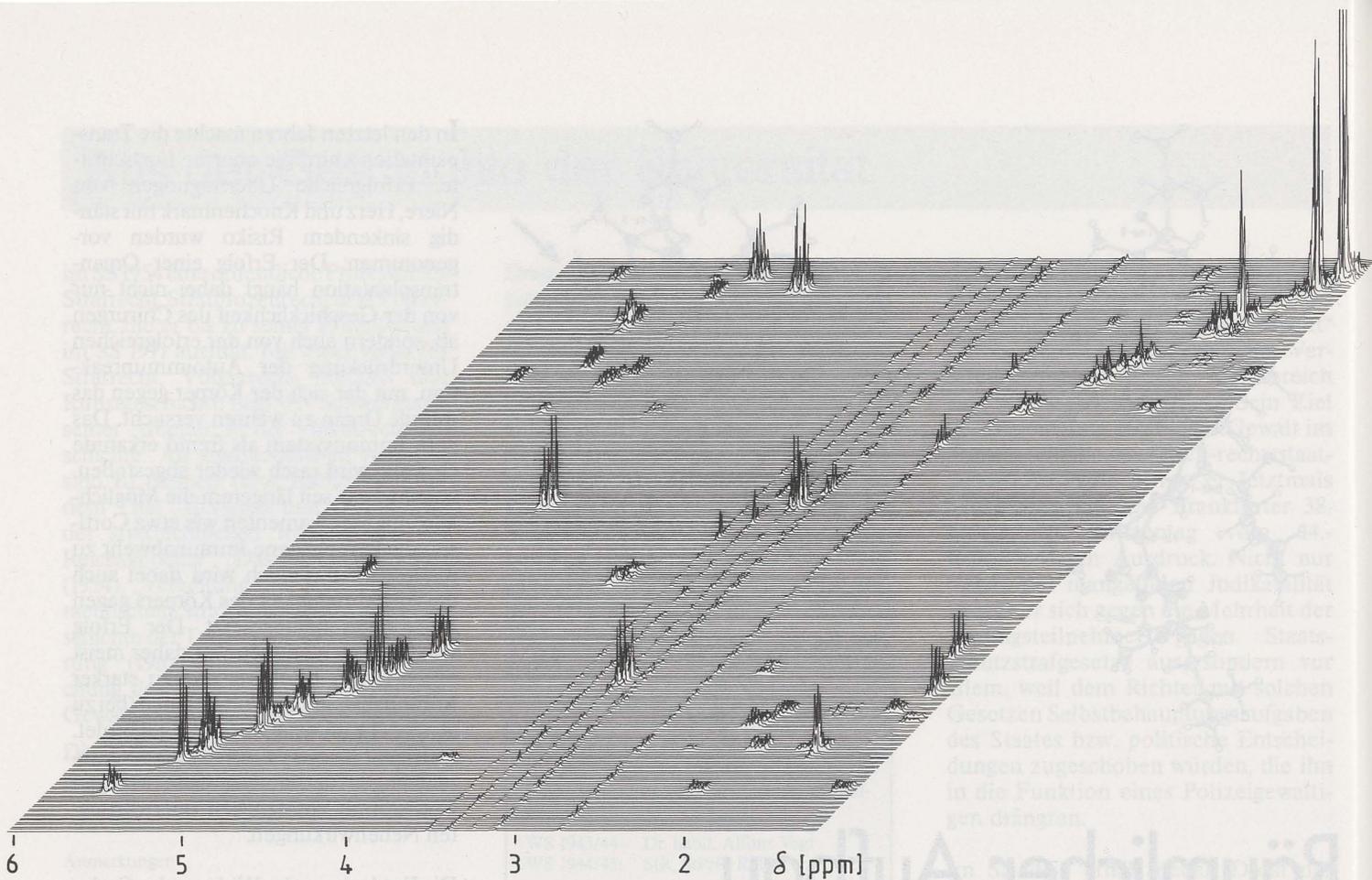
Von Horst Kessler und Hartmut Oschkinat



In den letzten Jahren machte die Transplantationschirurgie enorme Fortschritte. Erfolgreiche Übertragungen von Niere, Herz und Knochenmark mit ständig sinkendem Risiko wurden vorgenommen. Der Erfolg einer Organtransplantation hängt dabei nicht nur von der Geschicklichkeit des Chirurgen ab, sondern auch von der erfolgreichen Unterdrückung der Autoimmunreaktion, mit der sich der Körper gegen das fremde Organ zu wehren versucht. Das vom Immunsystem als fremd erkannte Gewebe wird rasch wieder abgestoßen. Es gibt zwar seit längerem die Möglichkeit, mit Medikamenten wie etwa Cortison die körpereigene Immunabwehr zu unterdrücken, jedoch wird dabei auch die Abwehrfähigkeit des Körpers gegen Infektionen herabgesetzt. Der Erfolg von Transplantationen war daher meist durch Organabstoßung (bei zu starker Immunabwehr) oder Infektionen (bei zu starker Immunsuppression) gefährdet. Darüber hinaus führten die Verabreichungen der notwendigen Mengen Cortison zu zusätzlichen unerwünschten Nebenwirkungen.

Die Entdeckung der Wirkung des Cyclosporins (s. Formelbild S. 21) durch die Schweizer Firma SANDOZ Mitte der 70er Jahre war daher eine Sensation. Diese von besonderen Schimmelpilzen produzierte Substanz senkt die für die Organabstoßung verantwortliche Immunbarriere, jedoch ohne die körpereigene Abwehr von Infektionen zu beeinflussen. Die Minderung des Risikos bei Transplantationen durch Cyclosporin war erheblich. Die Begeisterung der Chirurgen ist einhellig, allerdings gibt es auch bei der längeren Anwendung von Cyclosporin Nebenwirkungen. Es ist daher das Ziel gegenwärtiger Forschung, die gewünschte Wirkung zu optimieren und gleichzeitig die un-

Zu den Abbildungen:  
Der vor zehn Jahren entdeckte Wirkstoff Cyclosporin senkt das Risiko bei Transplantationen erheblich. Für eine weitere Verbesserung der Substanz möchte man den räumlichen Aufbau des Moleküls, der eng mit der Wirkung zusammenhängt, möglichst genau kennen. Die für die biologische Wirkung besonders interessante Struktur in flüssigem Zustand (in den beiden Computerzeichnungen auf dieser Seite jeweils rechts zu sehen) unterscheidet sich von der Struktur in festem Zustand (links) an einigen wichtigen Stellen, die durch Pfeile markiert sind. Die Abbildung oben zeigt die aus Meßwerten berechnete Struktur, unten ist die Raumerfüllung von Cyclosporin A zu sehen.



erwünschten Nebenwirkungen so gering wie möglich zu halten.

Man erreicht das durch geringfügige Veränderungen des Moleküls auf chemischem oder biologischem Wege. Damit man aber weiß, an welcher Stelle des Moleküls derartige Veränderungen vorgenommen werden müssen, muß man den Wirkmechanismus verstehen. Davon ist man zur Zeit noch weit entfernt. Eine wesentliche Voraussetzung ist eine möglichst genaue Kenntnis vom räumlichen Aufbau des Moleküls, d. h. der Form und Gestalt des Cyclosporins. Der Chemiker nennt das die molekulare Konformation. Die Konformation im festen Zustand läßt sich durch die sogenannte Röntgenstrukturanalyse ermitteln. Nach jahrelanger Arbeit gelang es kürzlich Chemikern der SANDOZ in Basel, einen dafür geeigneten Kristall von Cyclosporin zu züchten und eine Röntgenstrukturanalyse daran durchzuführen! Damit kennt man allerdings noch immer nicht die Konformation, die das Molekül in gelöstem Zustand einnimmt. Aber gerade die Konformation in Lösung muß man kennen, um die biologische Wirkung zu verstehen, da die entsprechenden Wechselwirkungen im Körper auch im gelösten Zustand erfolgen.

In den letzten Jahren hat sich die Kernresonanzspektroskopie (NMR-Spektroskopie, von "Nuclear Magnetic Resonance") immer mehr als die geeignete Methode zur Konformationsbestimmung in Lösung herausgestellt. Eine Probe mit gelöster Substanz wird in ein starkes Magnetfeld gebracht, in dem sich die „Kernspins“ bestimmter Atome orientieren. Strahlt man nun mit Radiowellen auf die Probe ein, wird die sogenannte „Kernresonanz“ erzeugt, und die Atome absorbieren einen Teil der eingestrahlten Energie auf eine Art und Weise, die für jedes einzelne Atom in einem Molekül charakteristisch ist; d. h., daß die verschiedenen Atome in Abhängigkeit von ihrer räumlichen Umgebung im Molekül verschiedene Wellenlängen benötigen, um zur Resonanz zu kommen. Weitere Eigenschaften dieses Resonanzvorgangs liefern genaue Angaben über die relative Lage der einzelnen Atome zueinander. Das Abbild des Moleküls läßt sich aus den einzelnen Daten wie ein Puzzle zusammensetzen. Das konkrete Spektrum ist eine Funktion, bei der die Intensität der Absorption gegen die eingestrahlte Frequenz aufgetragen wird. Weitere Entwicklungen in den letzten Jahren haben zu Spektren geführt, die aus zwei Frequenz-

Die Abbildung oben zeigt einen Ausschnitt aus dem zweidimensionalen NMR-Spektrum (H,H-COSY mit Doppelquantenfilter, Lösungsmittel  $\text{CDCl}_3$ ) von Cyclosporin in Form einer Panoramadarstellung. Jedes einzelne Wasserstoffatom erscheint als u. U. aufgespaltenes Signal auf einer quer durch die Fläche verlaufenden Diagonalen. Die Signale außerhalb der Diagonalen zeigen an, daß diejenigen Wasserstoffatome, die an entsprechender Stelle auf der Diagonalen erscheinen, nur wenige chemische Bindungen voneinander entfernt sind. Auf diese Weise lassen sich Verknüpfungen von Atomen bestimmen.

#### Literatur

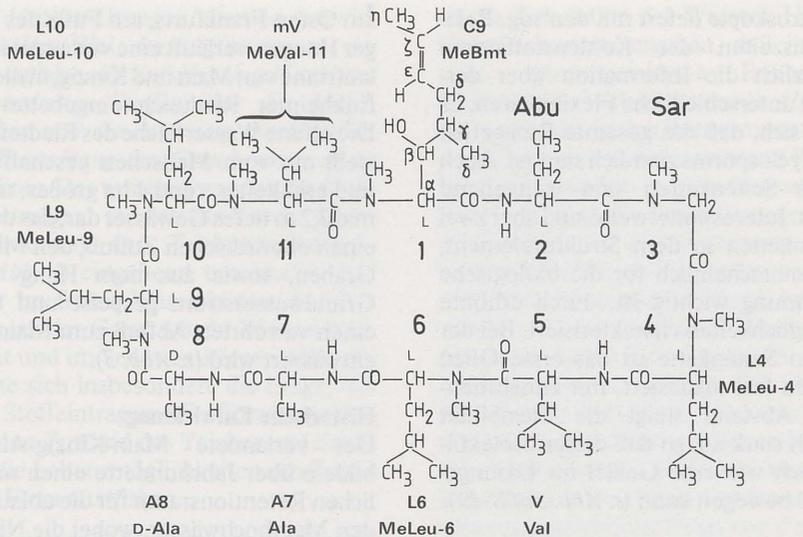
- 1 H.R. Loosli, H. Kessler, H. Oschkinat, H.P. Weber, T.J. Petcher und A. Widmer, „The Conformation of Cyclosporin A in the Crystal and in Solution“, *Helv. Chim. Acta* 68, 682 (1985).
- 2 H. Kessler, W. Bernel und C. Griesinger, „Recognition of NMR Proton Spin Systems of Cyclosporin A via Heteronuclear Proton-Carbon Long-Range Couplings“, *J. Amer. Chem. Soc.* 107, 1083 (1985).
- 3 H. Kessler, H.R. Loosli und H. Oschkinat, „Assignment of the Proton, Carbon, and Nitrogen NMR Spectra of Cyclosporin A in  $\text{CDCl}_3$  and  $\text{C}_6\text{D}_6$  by a Combination of Homo- und Heteronuclear Two-Dimensional Techniques“, *Helv. Chim. Acta* 68, 661 (1985).
- 4 H. Kessler, H. R. Loosli und H. Oschkinat, „Investigation of Peptides by Two-Dimensional NMR Spectroscopy - The Conformation of Cyclosporin A in Solution“ in „Peptides 1984. Proceedings of the 18th European Peptide Symposium, Djurönäset, Schweden, 10.-15. Juni 1984“. Verlag Almqvist und Wiksell, Stockholm, 1984, S. 65ff.

achsen bestehen; man nennt diese „zweidimensionale“ NMR-Spektren. Diese Spektren ähneln einer Gebirgslandschaft, wie in der Panoramadarstellung auf Seite 20 zu sehen ist. Durch die Verbesserung des Meßverfahrens solcher Spektren kann auch die Feinstruktur der einzelnen Signale sichtbar gemacht werden (s. Abb. S. 21 unten).

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl von verschiedenen Techniken entwickelt, die jeweils eine ganz bestimmte Aufgabe erfüllen. An dieser Entwicklung war auch unsere Arbeitsgruppe, insbesondere Herr Dipl. Chem. Christian Griesinger<sup>2</sup>, beteiligt. Die kombinierte Verwendung von mehreren dieser zweidimensionalen Techniken war die Voraussetzung, ein Molekül von der Größe des Cyclosporins zu analysieren<sup>3</sup>. In enger Zusammenarbeit mit Dr. Loosli von der SANDOZ AG gelang eine genaue Lokalisierung sämtlicher 66 Kohlenstoff-, 111 Wasserstoff- und 11 Stickstoffatome<sup>1</sup>. Das Cyclosporin ist wohl das zur Zeit größte Molekül, das mit derartigen Methoden unter Einbeziehung aller Atome, mit Ausnahme der für NMR-Messungen wenig geeigneten Sauerstoffatome, aufgeklärt werden konnte.

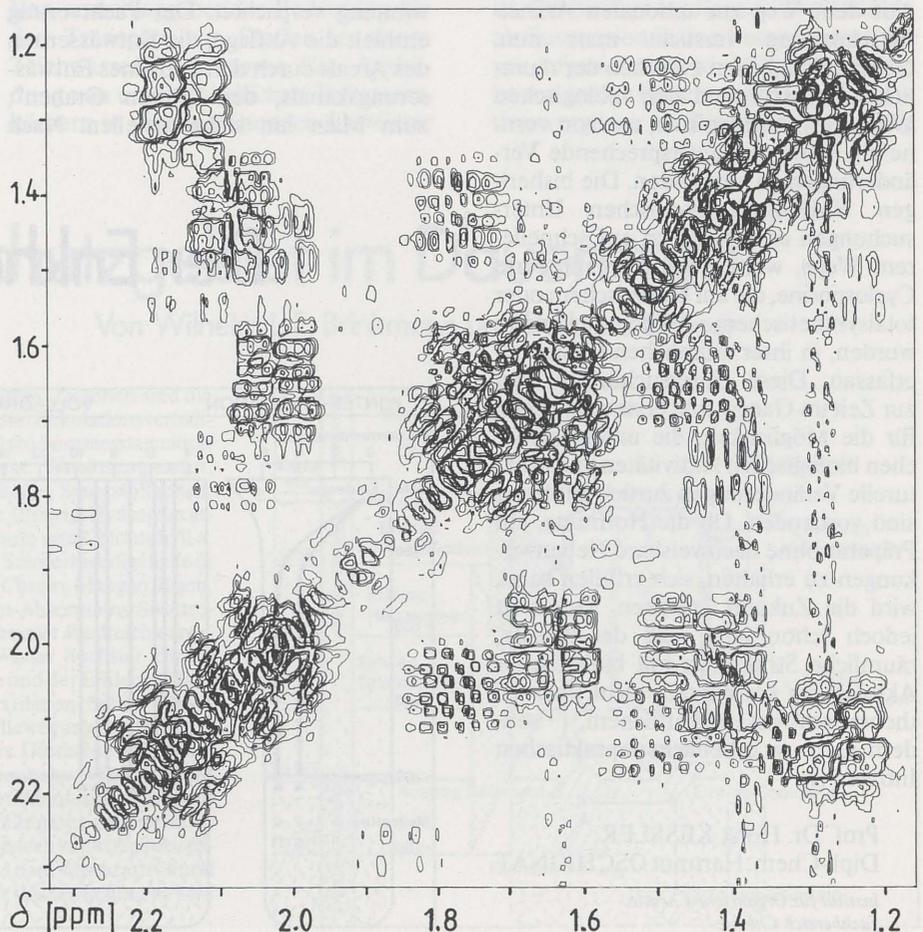
Von erheblichem wissenschaftlichem Interesse ist es, die Unterschiede der Konformation im Kristall und in Lösung herauszuarbeiten. Es zeigte sich, daß an drei Stellen wesentliche Unterschiede existieren (s. Abb. auf S. 19), die sich durch Aufhebung von Kristallpackungseffekten erklären lassen: im festen Zustand ist das Molekül kompakt zusammengefaltet und durch sog. Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen verknüpft. In Lösung werden diese Brücken gebrochen und an deren Stelle neue Brücken innerhalb des Moleküls aufgebaut. Die für die biologische Wirkung wichtige einzige längere Seitenkette entfaltet sich in die Lösung. Es gibt Anzeichen dafür, daß diese Raumgestalt für die eigentliche Aktivität des Cyclosporins wesentlich verantwortlich ist.

Ein Molekül der Größe des Cyclosporins ist aber trotz kompakter Bauweise keinesfalls als ein total starres Gebilde anzusehen. Das mag allenfalls für einige Bereiche gelten, andere Teilbereiche zeichnen sich durch mehr oder weniger hohe Beweglichkeiten aus. Die NMR-



Oben das Formelbild für Cyclosporin. Die räumliche Gestalt wird durch ein solches Bild nicht wiedergegeben, sondern es gibt nur die Verknüpfung der einzelnen Atome an. Jeder Buchstabe entspricht einem Atom (C = Kohlenstoff, H = Wasserstoff, N = Stickstoff, O = Sauerstoff). Cyclosporin besteht aus 11 Untereinheiten, sog. Aminosäuren, deren international übliche Kurzbezeichnungen mit angegeben sind.

Unten ein Ausschnitt aus dem Spektrum von Seite 20, aber jetzt in Höhenliniendarstellung. Diese Darstellung eignet sich zur Auswertung, d. h. Lokalisierung der einzelnen „Berge“ nach Frequenzkoordinaten, viel besser als diejenige auf Seite 20. Man erkennt deutlich, daß die „Berge“ aus der Abbildung auf Seite 20 nun eine Feinstruktur aufweisen, die zusätzliche Informationen liefert.



Spektroskopie liefert mit den sog. Relaxationszeiten der Kohlenstoffatome zusätzlich die Information über derartige unterschiedliche Flexibilitäten. Es zeigt sich, daß das gesamte Ringgerüst des Cyclosporins ziemlich starr ist. Auch einige Seitenketten sind weitgehend fixiert. Interessanterweise sind aber zwei Seitenketten in dem Strukturelement, das wahrscheinlich für die biologische Erkennung wichtig ist, durch erhöhte Beweglichkeiten charakterisiert. Bei der langen Seitenkette ist das erste Glied nahezu fest lokalisiert, mit zunehmendem Abstand steigt die Flexibilität jedoch stark an, so daß dieser Molekülteil sich wie eine Geißel im Lösungsmittel bewegen kann (s. Abb. auf S. 19).

Wozu dienen nun derartige Erkenntnisse? Wie bereits oben angedeutet, gilt für jedes Arzneimittel, daß man die gewünschte Wirkung optimieren und gleichzeitig unerwünschte Nebenwirkungen ausschalten möchte. Solche Zielsetzung verlangt einen hohen theoretischen, synthetischen und biologischen Forschungsaufwand. Jede Methode, die diesen Weg durch raschere Zielfindung verkürzt, ist willkommen. Auf dem Weg zur rationalen Arzneimittelplanung versucht man nun, Gesetzmäßigkeiten zwischen der räumlichen Struktur und den biologischen Wirkungen aufzuspüren, um von vornherein wenig erfolgversprechende Veränderungen zu vermeiden. Die bisherigen NMR-spektroskopischen Untersuchungen erlauben jetzt auf schnellerem Wege, weitere strukturveränderte Cyclosporine, die auf biologischem oder totalsynthetischem Wege gewonnen wurden, in ihrer räumlichen Gestalt zu erfassen. Diese Untersuchungen sind zur Zeit im Gange, und erste Anzeichen für die Möglichkeit, die unterschiedlichen biologischen Aktivitäten auf strukturelle Veränderungen zurückzuführen, sind vorhanden. Ob die Hoffnung, ein Präparat ohne nachweisbare Nebenwirkungen zu erhalten, sich erfüllen kann, wird die Zukunft erweisen. Sicher ist jedoch schon jetzt, daß der Ansatz, räumliche Strukturen mit biologischer Aktivität zu korrelieren, nicht nur von theoretisch-wissenschaftlichem, sondern auch von erheblichem praktischen Interesse ist.

Prof. Dr. Horst KESSLER  
Dipl.-Chem. Hartmut OSCHKINAT  
Institut für Organische Chemie,  
Fachbereich Chemie

Im Osten Frankfurts, am Fuße des Berger Hanges, verläuft eine verlandete Altlauf von Main und Kinzig, in die der Enkheimer Riedteich eingebettet ist. Die offene Wasserfläche des Riedteiches stellt ein vom Menschen geschaffenes und erhaltenes, rund 4 ha großes, maximal 2,2 m tiefes Gewässer dar, das durch einen oberirdischen Zufluß, den Mittel-Graben, sowie aus dem Hang- und Grundwasserstrom gespeist und über einen verrohrten Abfluß zum Main hin entwässert wird (s. Abb. 3).

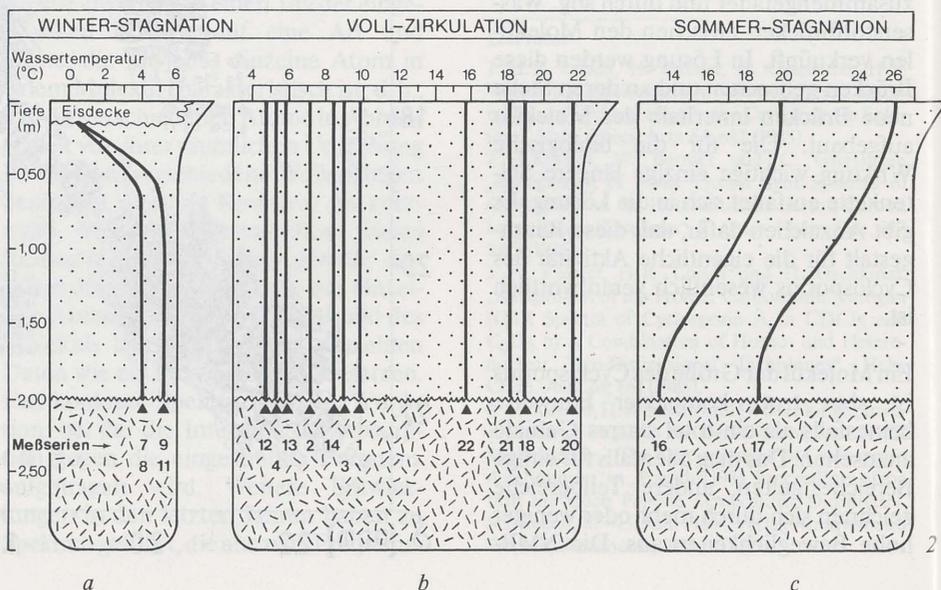
### Historische Entwicklung

Der verlandete Main-Kinzig-Altlauf bildete über Jahrhunderte einen natürlichen Retentionsraum für die ablaufenden Mainhochwässer, wobei die Niederung monatelang überschwemmt und dadurch unpassierbar war. Erste Entwässerungsmaßnahmen wurden von Kaiser Friedrich III. im Jahre 1484 veranlaßt. Von der freien Reichsstadt Frankfurt betriebene Regulierungsmaßnahmen wie auch Reaktivierungsarbeiten am verlandeten Grabensystem in den Jahren 1796-1799 zeigten nur mäßigen Erfolg<sup>1</sup>. Im Jahre 1829 wurde das Bruch von der Gemeinde Bergen-Enkheim zur Torfgewinnung verpachtet. Der Pachtvertrag enthielt die Auflage, die Entwässerung des Areals durch den Bau eines Entwässerungskanals, den „Roten Graben“, zum Main hin sicherzustellen. Nach

Abschluß der Austorfungsarbeiten im Jahre 1864 blieben zahlreiche Weiher und Tümpel zurück<sup>1</sup>, die den Ur-Riedteich bildeten. Entwässerungsgräben und Teichlandschaft unterlagen in den folgenden zwei Jahrzehnten einer intensiven Verlandung.

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Entwässerung wurde die Teichlandschaft im Jahre 1884 an ein Unternehmen verkauft, das im Winter die Eisdecke der Teiche abbaute und zu Natureisblöcken verarbeitete. Der Prozeß der Natureisgewinnung auf den damals bis zu 5 m tiefen Teichen verlangte eine Reinigung des Wasserkörpers in jedem Spätsommer. Auch das Röhricht mußte abgemäht und die Teiche aufgestaut werden, um eine möglichst große, freie Wasserfläche zu gewinnen. Nach Abschluß des Eisabbaus wurde der Stau im Frühjahr wieder aufgehoben. Die Natureisgewinnung sicherte die Erhaltung der Riedteiche; sie wurde aber im Jahre 1924 aus Rentabilitätsgründen eingestellt<sup>1</sup>. Erneut unterlag die Teichlandschaft der natürlichen Verlandung, in deren Verlauf eine artenreiche Pflanzen- und Tierwelt<sup>3</sup> in die freien Wasserkörper und die sie umrahmenden Feuchtgebiete einwanderte. Diese Entwicklung führte im Jahre 1937 zur Ausweisung eines 8,6 ha großen Areals als Naturschutzgebiet, dessen Kern von zwei Restteichen gebildet wurde<sup>4</sup>.

## Der Enkheimer Riedteich: Ein



Ende 1959 ließ die Stadt Frankfurt den nahezu vollständig verlandeten östlichen Rest-Teich entschilfen und ausbaggern. Ein Teil des Baggergutes wurde in unmittelbarer Nähe dieses Teiches auf dem Nordufer ausgebracht (s. Abb. 3) und führte zu deutlichen Veränderungen der Vegetation des betroffenen Areals. Der westliche Rest-Teich war zu diesem Zeitpunkt schon mit Abraum verfüllt. Auch am Südufer des heutigen Riedteiches wurden teichnahe Flächen mit Aushub bedeckt und aufgeforstet. Die Stadt Frankfurt, vertreten durch das Gartenamt, hat sich in den auf diese drastischen Eingriffe folgenden Jahren intensiv bemüht, den Riedteich und seine nähere Umgebung (rund 15,4 ha) als Naturschutzgebiet zu pflegen und zu sichern.

### Hydrologische Bestandsaufnahme

Pflege- und Schutzmaßnahmen zur Erhaltung des Naturschutzgebietes und besonders des Riedteiches verlangen nach ökologisch-ökonomischer Optimierung. Da nur unzureichende Kenntnisse über die Stoffeinträge und Stoffumsetzungen im Riedteich vorlagen, wurde die Professur für Hydrologie vom Gartenamt der Stadt Frankfurt mit einer grundlegenden Untersuchung zur stofflichen Belastung des Gewässers im Rahmen eines Forschungsvorhabens beauftragt.

Die Untersuchungen dienten vorwiegend dem Ziel, den Stoffeintrag aus der Atmosphäre, die Zufuhr von gelösten und suspendierten Stoffen über den Mittel-Graben und die Belastung durch gelöste Stoffe aus Hang- und Grundwassern abzuschätzen. Des Weiteren wurden die Stoffumsetzungen in verschiedenen Kompartimenten des Teichwasserkörpers (s. Abb. 1) eingehend untersucht, und zwar im freien Wasserkörper des Teiches, an der Grenzschicht Wasser-Sediment und im Sedimentkörper selbst. Es stellte sich insbesondere die Frage, wie sich Stoffeintrag und Stoffumsetzungen auf den Zustand des Teiches und damit auf die Lebensmöglichkeiten von Fauna und Flora auswirken.

Im Zuge von 22 Meßkampagnen entnehmen wir in der Zeit von Oktober 1981 bis Oktober 1982 Wasser- und Sedimentproben (s. Abb. 3). Zahlreiche physikalische und chemische Parameter wurden für jede Meßserie im Zufluß (Mittel-Graben), Abfluß (Einlauf Verrohrung) und an verschiedenen Meßnetzpunkten (Oberflächenproben, Tiefenprofile) naßchemisch oder mit Atomabsorptions-Spektroskopie bestimmt (s. Abb. 2).

Von ausschlaggebender Bedeutung für den Transport von Stoffen in einem Teichwasserkörper sowie die Ausbildung von unterschiedlichen Teilwasserkörpern in einem stehenden Gewässer

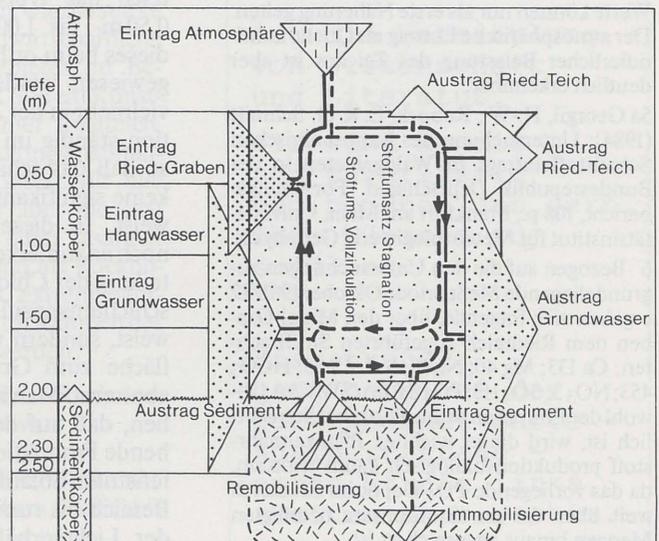
ist die Zirkulation des Wassers. Unsere Untersuchungen ergaben, daß im flachen, windexponierten Enkheimer Riedteich die Vollzirkulation (s. Abb. 2b) dominiert, die in den Wintermonaten in Abhängigkeit von Intensität und Dauer der Kälteperioden in eine Stagnationsphase mit inverter Schichtung (s. Abb. 2a) übergeht. In den Sommermonaten bildet sich bei einige Tage andauerndem, weitgehend windstillem Strahlungswetter eine vor allem bei hohen Wassertemperaturen stabile Schichtung, die Sommerstagnation (s. Abb. 2c). Die Stagnationsphasen im Sommer sind allerdings nur über kurze Zeiträume hin stabil. Als charakteristisches Zirkulationsmuster kann daher in den Sommermonaten die witterungsgesteuerte Folge von kurzzeitig alternierenden Stagnations- und Vollzirkulationsphasen (s. Abb. 2b u. 2c) angesehen werden.

Engverzahnt mit den jeweilig vorliegenden Zirkulationsverhältnissen ist die räumlich-zeitliche Verteilung der Wasserinhaltsstoffe. Bei Vollzirkulation sind die gelösten Stoffe gleichmäßig über den gesamten Teichwasserkörper verteilt, wobei die Fließgeschwindigkeit an der Grenzschicht Wasser-Sediment so groß ist, daß die dort abgelagerte Treibmudde als Suspension in den freien Wasserkörper aufgenommen wird. Dieser Vorgang ist von großer Bedeutung für die Zirkulationsvorgänge im Riedteich, da ständig

# stadtnahes Naturschutzgebiet im Dauerstreß

Von Wilhelm L.F. Brinkmann und Barbara Grüger

Abbildung 1 zeigt ein Modell des Enkheimer Riedteiches. Zu sehen sind die Stoffeintrag- und Stoffaustragkompartimente und die Zirkulationsverhältnisse bei (a) Vollzirkulation (geschlossene Linie) und (b) Sommerstagnation (offene Linie). Folgende Parameter wurden bestimmt: Wassertemperatur, pH-Wert, Redoxpotential, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Ammonium, Chlorid, Hydrogencarbonat, Nitrit, Nitrat, Sulfat, o-Phosphat, gelöstes Silicium und Chlorophyll-a. Diese Messungen wurden durch die Bestimmung der Schwermetallgehalte in Wasser und Sediment ergänzt. Untersucht wurde auf Chrom, Mangan, Eisen, Cobalt, Nickel, Kupfer, Zink, Cadmium und Blei (Atom-Absorptions-Spektroskopie). - In Abbildung 2 ist die Zirkulation im Enkheimer Riedteich dargestellt. Links eine typische Winterstagnation. Das Wasser höchster Dichte (Dichteanomalie) wird vom Wasser geringerer Dichte und der Eisdecke überlagert. Die mittlere Abbildung dokumentiert Vollzirkulation. Schon schwacher Wind versetzt Wasser und Wasserinhaltsstoffe in Bewegung und führt zur vollständigen Durchmischung des Teichwasserkörpers. Die rechte Abbildung charakterisiert Sommerstagnation. Eine oberflächennahe Wasserschicht (Epilimnion) wird durch eine Zwischenschicht (Metalimnion) mit steilem Temperaturgradienten von der Tiefenschicht (Hypolimnion) getrennt. Die stabilen Schichtungsverhältnisse (Dichteschichtung) lassen kaum Austauschvorgänge zwischen dem oberflächennahen Wasser und dem Wasser am Grund des Teiches zu. Der Stoffumsatz an der Grenzschicht Wasser-Sediment wird nicht unterbunden.



Nährstoffe aus dem Sediment in den Wasserkörper zurückgeführt werden. In den Stagnationsphasen ist die Zirkulation auf einen Teilwasserkörper begrenzt (Sommer-Stagnation) oder weitgehend stillgelegt (Winter-Stagnation). Während der Stagnationsphasen wird die hydrochemische Situation im zirkulationsarmen Wasserkörper des Teiches durch Zehrungsprozesse, durch biochemische Stoffumsetzungen im Sediment und durch die Eintauch-Austausch-Dynamik der Stoffe nach Menge und Art bestimmt, die an der Grenzschicht Wasser-Sediment durchgesetzt werden. Hinzu kommt eine gesteigerte Sedimentation von suspendierten Stoffen durch Aggregatbildung und Mitfällung aus dem freien Wasserkörper.

Von besonderer Bedeutung für die Stoffumsetzungen im Riedteich ist die Ver-

weildauer der Stagnationsphasen. Je länger die Schichtung stabil bleibt, umso ausgeprägter werden im oberflächennahen Wasser die chemisch-biochemischen Prozesse, die nur geringe Mengen oder sogar keinen freien Sauerstoff für die Mineralisation von organischer Substanz benötigen. Das bedeutet, daß sich während länger anhaltender Stagnationsphasen ein anaerobes Milieu einstellt, das die Bildung von Gasen wie  $\text{NH}_3$  und  $\text{H}_2\text{S}$  fördert, die schon in geringer Konzentration schädlich auf Flora und Fauna wirken. Des weiteren wird die Remobilisierung von o-Phosphat aus dem Sediment ermöglicht.

Der Enkheimer Riedteich ist ein eutrophes, gut gepuffertes, schwach alkalisch reagierendes Gewässer mit einer hohen Ladung an Calcium, Hydrogenkarbonat und Sulfat, die weitgehend mit den Grund-, Hang- und Mittel-Graben-Wässern in den Teichwasserkörper gelangen. Das charakteristische Ladungsminimum der Elemente im Bereich der 0,50 m- bis 1,00 m-Schicht ist auf produktionsbedingte Stoffumsetzungen zurückzuführen. Auch algenverfügbares Silicium (Kieselalgen) zeigt eine ähnliche Ladungs-Verteilung. Die hohe Sulfat-Ladung im oberflächennahen Wasser wird dem Teich durch atmosphärischen Eintrag zugeführt.

Zur Definition der Trophie eines Gewässers werden häufig die essentiellen Pflanzennährstoffe Phosphat und Nitrat herangezogen. Ein Maß zur Abschätzung der Tiefenentwicklung der trophogenen Zone in stehenden Gewässern ist die Sichttiefe, die mit der Secchi-Scheibe ermittelt wird. Während die vertikale Verteilung der Nitrat-Ladung im Riedteich das typische Minimum in der 0,50 m- bis 1,00 m-Schicht zeigt, kann dieses beim ortho-Phosphat nicht nachgewiesen werden. Ortho-Phosphat ist vielmehr in der Zone intensiver Produktion ständig im Überschuß vorhanden, so daß das schichtenspezifische Depot keine signifikanten Veränderungen aufweist. In diesem Zusammenhang ist noch anzumerken, daß die vertikale Verteilung der Chlorophyll-a-Ladung keine schichtenspezifischen Extrema aufweist, sondern vielmehr von der Oberfläche zum Grund hin kontinuierlich abnimmt. Man kann daher davon ausgehen, daß auf der Photosynthese beruhende Produktionsprozesse in allen Tiefenstufen ablaufen, wobei allerdings der Bereich bis rund 1,20 m Tiefe aufgrund der Lichtverhältnisse bevorzugt wird.

IR-Falschfarbenaufnahme des Enkheimer Riedteiches (1981). Die Aufnahme zeigt deutlich die Aufschüttungsflächen des Baggergutes (1959/60) im Nordwesten des Einfriedungsbereiches des Teiches. Der ausgetretene Weg unmittelbar am Südufer verdeutlicht die Auswirkungen einer fehlenden Pufferzone für das Naturschutzgebiet. Das Beprobungsnetz für die hydrochemische Bestandsaufnahme wird durch die weißen Signaturen dargestellt: offene Ringe = Wasserproben (Oberflächen- und Tiefenprofilproben); weiße Punkte = zusätzlich Sedimentprobenentnahme (Kerne).

Desweiteren muß darauf hingewiesen werden, daß die aus operationellen Gründen vorgegebene starre Tiefenstufeneinteilung nur annähernd das wirkliche Verteilungsmuster der Stoff-Ladungen im freien Wasserkörper wiedergibt. Zahlreiche hydrochemische Parameter sind durch Maxima der Ladung in der Wasserschicht direkt über Grund gekennzeichnet. Besonders bei Vollzirkulation erfolgt eine Verwirbelung der leicht aufnehmbaren Treibmudde in die grundnahen Wasserschichten, wodurch komplexe Eintauch-Austausch-Vorgänge eingeleitet werden, die letztendlich zu erhöhten Element-Ladungen führen.

Die Untersuchung von rund 30 cm langen Sedimentkernen des Riedteiches ergab einen mittleren Wassergehalt des Sedimentes von 86 %, der im Bereich der Treibmudde in der Grenzschicht Wasser-Sediment auf über 95 % ansteigt, wodurch die Verwirbelung der Mudde schon bei geringer Fließgeschwindigkeit über Grund ihre Erklärung findet. Neben dem hohen Anteil organischer Substanz an der Trockenmasse dominieren Calciumcarbonat (Calcit) und in weitaus geringerem Maße Calciumsulfat (Gips) die Zusammensetzung des Teichsediments. Während die Tonminerale aus der „Schwebwolke“ der sich im Teichwasserkörper ausbreitenden Hochwasserwellen ausgefällt werden, stammen die übrigen Verbindungen aus teichbürtigen Stoffumsetzungsprozessen, wobei die hohe Ladung der Hang- und Grundwässer sowie der Niedermoortorfe im Liegenden der rezenten Teichsedimente mit Calcium und Schwefelverbindungen zu berücksichtigen ist.

Aufgrund des beträchtlichen Stoffeintrages durch den Mittel-Graben und bedingt durch die Stoffumsetzungen im Wasserkörper selbst, unterliegt der Enkheimer Riedteich einem kontinuierlichen Verlandungsprozeß, der bei unge-

#### Anmerkungen

1 Weil, C. (1954/55): Zur Geschichte des Enkheimer Rieds. In: Pfeifer, S. (Hrsg.): Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete im Osten von Frankfurt am Main. - Luscinia, 28: 24-30.

2 Burck, O. (1954/55): *ibid*: Die Pflanzenwelt der Naturschutzgebiete im Osten von Frankfurt am Main und ihrer Umgebung. - Luscinia, 28: 31-40.

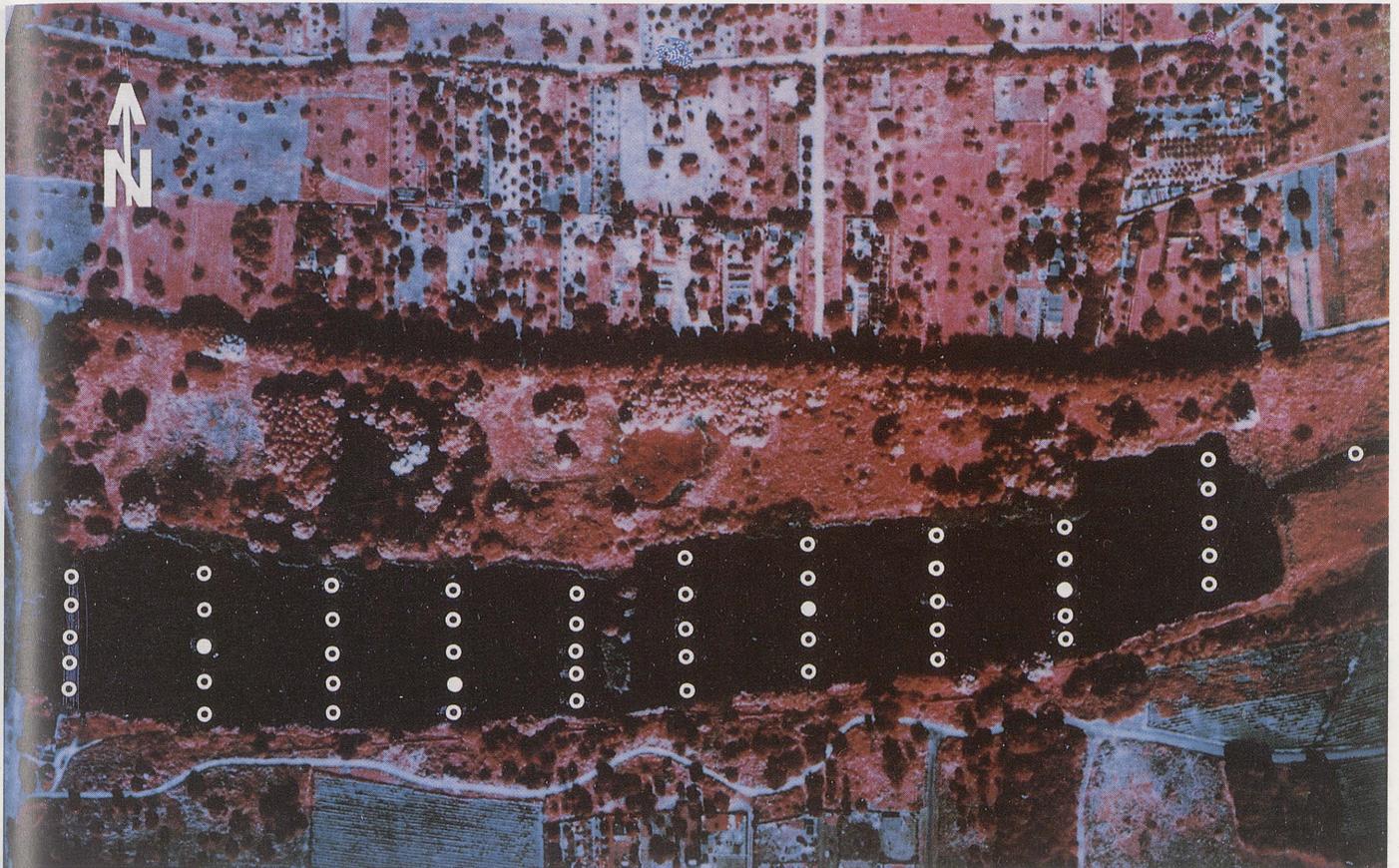
3 Alt, W. (1954/55): *ibid*: Über die Kleinlebewelt in den Mainaltwässern im Osten von Frankfurt am Main. - Luscinia, 28: 41-50.

4 Schäfer, M. (1938): Torfstechen im Ried. In: Schäfer, M. (Hrsg.): Bergen Enkheim und Umgebung: 26-27, Bergen Enkheim.

5 Bei Verwendung der auf den Osten Frankfurts umgerechneten Werte für die Gesamtdosition (5a) ergibt sich für den Zeitraum Oktober 1981/82 folgender Eintrag für den Riedteich: Ca 12; Mg 5; Na 6; K 14; Cl 24;  $\text{NO}_3$  14 und  $\text{SO}_4$  38 (kg/SWF/a). Die aufgeführten Werte können nur als erste Näherung gelten. Der atmosphärische Eintrag als Quelle kontinuierlicher Belastung des Teiches ist aber deutlich erkennbar.

5a Georgii, H.-W., Robock, E. & G. Schmitt (1984): Untersuchung des atmosphärischen Schadstoffeintrags in Waldgebieten in der Bundesrepublik Deutschland. Forschungsbericht, 108 p., Frankfurt am Main, Universitätsinstitut für Meteorologie und Geophysik.

6 Bezogen auf die den Untersuchungen zugrundeliegende Meßperiode Oktober 1981/82 ergeben sich folgende, über den Mittel-Graben dem Riedteich zugeführten Stofffrachten: Ca 133; Mg 40; Na 18; K 3; Cl 65;  $\text{HCO}_3$  453;  $\text{NO}_3$  3;  $\text{SO}_4$  113;  $\text{PO}_4$  0,6 (to/SWV/a). Obwohl der Eintrag an ortho-Phosphat beträchtlich ist, wird dieser wichtige Pflanzennährstoff produktionsbiologisch kaum wirksam, da das vorliegende  $\text{PO}_4$ -Depot im Riedteich weit über die am Stoffumsatz beteiligten Mengen hinaus angereichert ist.



stört Entwicklung mit dem Übergang der freien Teichwasserfläche in ein Niedermoor vorläufig abgeschlossen wäre. Die Rasanz dieser Entwicklung wird gefördert durch den ständigen Eintrag von Stoffen aus der Atmosphäre<sup>5</sup> und grundlegend beeinflusst durch den Stoffeintrag über den Mittel-Graben, der gelöste und suspendierte Stoffe in erheblichen Mengen in den Riedteich einspeist<sup>6</sup> und als wichtigste Quelle des Stoffeintrages angesehen werden muß.

Auf zwei weitere, in ihrer Bedeutung für produktionsbiologische Prozesse häufig unterschätzte Quellen, die schnell pflanzenverfügbare Nährstoffe bereitstellen, sei noch hingewiesen, nämlich die in großen Mengen zu bestimmten Jahreszeiten einfliegenden Wasservögel und der keiner Regulierung unterworfenen Fischbesatz.

#### Zukunftsperspektive

Der Enkheimer Riedteich ist ein unter Naturschutz stehendes Kunstgebilde, dem die natürliche Entwicklung zum Niedermoor, das es vor Eingriff des Menschen im Zuge der Austorfungsmaßnahmen einmal war, auf Dauer verweigert wird. Die starke Verlandung des Gewässers und die fehlende Pufferzone

um das Naturschutzgebiet erfordern eine grundsätzliche Entscheidung über die Zukunft des Areals:

Nur die Einrichtung einer effizienten Pufferzone vermag die kontinuierliche Belastung des Naturschutzgebietes (und besonders des Riedteiches) soweit zu dämpfen, daß es seine Funktion erfüllen kann. Hierbei ist die tägliche Beanspruchung des stadtnahen, guterschlossenen Areals durch den Erholung suchenden Bürger ebenso bedeutsam, wie die starke Belastung durch die landwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebietes im Bereich des Mittel-Grabens. Soll ein Kunstgebilde wie der Enkheimer Riedteich, das erhebliche Unterhaltungsmaßnahmen benötigt, durch Gesetz für alle Zeiten konserviert oder aber die sich abzeichnende Tendenz einer rasanten Verlandung akzeptiert und als Rückbildung in ein naturnahes, extrem nährstoffreiches Niedermoor im Rahmen des Naturschutzes gepflegt werden?

Die Zukunft des Enkheimer Rieds verlangt nach einer Perspektive.

Prof. Dr. Wilhelm L.F. BRINKMANN  
Diplom-Geographin Barbara GRÜGER  
*Fachbereich Geowissenschaften*

**Huss'sche**  
Universitäts-  
Buchhandlung GmbH  
Kiesstraße 41  
6000 Frankfurt a.M.  
Telefon  
776050

UNSER METIER

ist die Vermittlung  
von Wissenschaft  
und Literatur.

Wir sind kundig  
und zuverlässig  
und bemühen uns gern,  
Ihre Wünsche zu  
erfüllen.

Kiesstraße?  
ganz nahe bei der  
Bockenheimer Warte -  
Adalbertstraße -  
erste Straße links,  
zweites Haus rechts.

Japan, der einstige Schüler und Imitator des Westens, ist heute eine der führenden Industrienationen der Welt. Die Erfolge Japans beim wissenschaftlichen Wachstum, der Modernisierung der Industriestruktur und der technologischen Entwicklung haben das Interesse der deutschen Politiker, der Wissenschaft und der Massenmedien gefunden. Auch im Bereich der Umweltpolitik hat Japan fast spektakuläre Erfolge aufzuweisen. Hatte Japan vor 15 Jahren noch eine traurige Berühmtheit als Land „ökologischer Ignoranz“, das ehrgeizige Wachstumsziele mit katastrophalen Gesundheitsschäden für die Bevölkerung erkaufte, in dessen Großstädten man in Smogsituationen besser mit einer Maske umherging, so gilt es heute als umweltpolitischer Musterknabe und ist zu einem Mekka der deutschen Umweltpolitik und Administration sowie der Massenmedien geworden. Insbesondere im Bereich der Luftreinhaltung, wo uns in der Bundesrepublik Deutschland die Probleme auf den Nägeln brennen, sind die Erfolge Japans unbestreitbar. Es liegt daher nahe, der Frage nachzugehen, worauf die so kurzfristig erzielten Erfolge der japanischen Umweltpolitik beruhen und ob die deutsche Umweltpolitik von Japan lernen kann.

Eine Hypothese lautet, daß Japans Erfolge auf dem bevorzugten Einsatz flexibler, ökonomischer Instrumente beruhen, m. a. W., daß man sich weniger als in der Umweltpolitik der westlichen Industrienationen auf „Ordnungspolitik“ verlassen hat, die mit staatlichem Befehl und entsprechenden Sanktionen vorgegebene umweltpolitische Ziele zu erreichen sucht, sondern daß man Instrumente bevorzugt, die den Unternehmen erhebliche Spielräume für umweltpolitisch wirksame, aber kostengünstige Lösungen lassen. In einigen Veröffentlichungen war in diesem Zusammenhang auf das japanische System der Begrenzung der Gesamtmengen der Emissionen sowie insbesondere auf das Entschädigungssystem für umweltbedingte Gesundheitsschäden hingewiesen worden, dessen Finanzbedarf durch Abgaben gedeckt wird, die erhebliche Anreizwirkungen entfaltet. Eine Forschergruppe, bestehend aus Dipl.-Pol. Helmut Weidner (Internationales Institut für Umwelt und Gesellschaft am Wissenschaftszentrum Berlin), Dipl.-Volkswirt Rolf-Ulrich Sprenger (IFO-Institut für Wirtschaftsforschung München) und dem Verfasser (Institut für ausländisches und internationales Wirtschafts-



## Die japanische Umwelt Vorbild für uns?

recht an der J.W. Goethe-Universität) hat mit finanzieller Unterstützung des Umweltbundesamtes diese Hypothese getestet und zu diesem Zweck im Frühjahr in Japan zahlreiche Interviews mit Ministerien, nachgeordneten Behörden, Gemeinden, Verbänden, Unternehmen, einzelnen Wissenschaftlern und Vertretern von Umweltorganisationen geführt. Die Untersuchung ist noch nicht abgeschlossen. Eine Zwischenbilanz führt zu etwas ernüchternden Ergebnissen; insbesondere muß die Übertragbarkeit des japanischen Erfolgswegs auf die deutsche Umweltpolitik mit großer Zurückhaltung beurteilt werden.

Zunächst erscheint es erforderlich, das Bild Japans als eines Musterschülers der Umweltpolitik und damit die Prämisse von den umweltpolitischen Erfolgen Japans zu relativieren. Die japanische Umweltpolitik läßt sich in drei Phasen glied-

ern: die Zeit ökologischer Ignoranz in den 50/60er Jahren, die Zeit einer lediglich symbolischen Umweltpolitik von 1967 bis Mitte 1970 und die Zeit einer aktiven, technokratischen Umweltpolitik, die bis heute andauert. Entscheidenden Anteil an der Wende der japanischen Umweltpolitik Anfang der 70er Jahre hatten, was den deutschen Beobachter überraschen wird, vier zivilrechtliche Gerichtsverfahren, in denen die Opfer von Quecksilber- und Cadmiumvergiftungen sowie von Atemwegkrankungen durch Schwefeldioxid von den Verschmutzern hohe Schadensersatzleistungen erstritten. In diesen Prozessen haben japanische Untergerichte – nur in einem Fall auch ein Berufungsgericht – das japanische Haftpflichtrecht – das in etwa dem deutschen entspricht – im Interesse der Opfer umweltbedingter Gesundheitsschäden geradezu revolutioniert, und zwar durch Anerkennung



# Umweltpolitik –

Von Eckard Rehbinder

eines „epidemiologischen Kausalnachweises“ hinsichtlich der Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen einer bestimmten Schadstoffkonzentration und dem Gesundheitsschaden, durch scharfe Sorgfaltsanforderungen bei abstrakt-potentiell gefährlicher Produktion und Umkehrung der Beweislast für deren Einhaltung und durch die Anerkennung einer weitgehenden Haftung jedes Verschmutzers bei zusammenwirkenden Emissionen. Die Gerichte haben zugleich indirekt die offizielle Umweltpolitik der Regierung kritisiert, indem sie die Einhaltung staatlicher Emissionsgrenzwerte und Einzelaufgaben nicht als Rechtfertigungsgrund anerkannten.

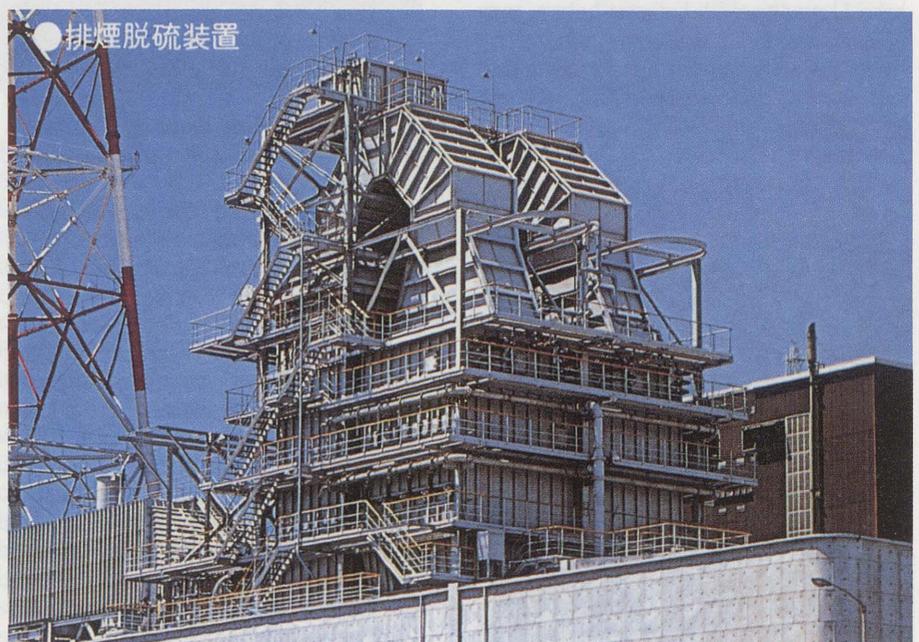
Durch diese Verfahren sind die unmenschlichen Opfer, die der Bevölkerung im Zeichen wirtschaftlichen Fortschritts abverlangt wurden, einer breiten Öffentlichkeit bekannt geworden;

die offizielle japanische Umweltpolitik hat damit sozusagen ihr Gesicht verloren. Es bestand die reale Gefahr, daß die politische Opposition zum ersten Mal in der Nachkriegsgeschichte Japans das etablierte politische System aus Konservativer Partei, Administration und Wirtschaft kippen könnte. Die Antwort war ein energisches Umschwenken der Regierung auf eine aktive Umweltpolitik in allen Bereichen, die als Quellen von Massenschäden in Betracht kamen, insbesondere industrielle Luft- und Wasserverschmutzung, Automobilabgase, Kontrolle von Chemikalien. Als hilfreich erwies sich im weiteren Verlauf auch die Energiekrise von 1973 und die Umstrukturierung der japanischen Wirtschaft in Richtung auf eine „postmoderne“ Technologie-Industrie. Man mag in der Wende der japanischen Umweltpolitik nur eine Maßnahme der Systemstabilisierung sehen – die Erfolge können sich sehen lassen. Japan hat heute die strengsten Luftqualitätsstandards für Schwefeldioxid und hält sie fast überall ein; die Gesamtemissionen liegen bei 1 Million Tonnen (zum Vergleich die Bundesrepublik Deutschland: über 3 Millionen Tonnen). Die Belastung mit Stickoxiden wurde durch strenge Emissionswerte für Automobile (die denen Kaliforniens entsprechen) trotz eines starken Anstiegs des Bestands an Personenwagen auf relativ niederem Niveau stabilisiert (wenngleich hier die Luftqualitätsstandards nicht stets eingehalten werden). Seit etwa 1973 wurden über 1200 Rauchgasentschwefelungsanlagen, 55 Ölent-

schwefelungsanlagen und seit 1977 über 100 Entstickungsanlagen in Großbetrieben (Raffinerien, konventionelle Kraftwerke, Stahlwerke u. ä.) installiert. Die Rentabilität der Unternehmen hat dabei nicht entscheidend gelitten. Das Waldsterben ist in Japan unbekannt. Die industrielle Wasserverschmutzung wurde ebenfalls weitgehend eliminiert.

Aber diese Erfolge der japanischen Umweltpolitik, so beeindruckend sie aus der Sicht der etwas schläfrigen Bundesrepublik Deutschland scheinen mögen, sind nur partiell. Die grundsätzliche Ausrichtung der japanischen Umweltpolitik kann man als technokratisch-pragmatisch bezeichnen. Energische Symptombekämpfung hat – auch langfristig – den Vorrang vor einer Kausaltherapie; ein integriertes Gesamtkonzept der Umweltpolitik existiert nicht. Für viele Japaner gilt heute die Umweltproblematik als gelöst, und das Umweltamt hat längst nicht mehr den politischen Rückhalt, den es vor 10 bis 12 Jahren besaß. Gravierende Umweltprobleme sind jedoch ungelöst. Kleinere und mittlere Unternehmen werden von den strengen Auflagen weitgehend verschont und verursachen oft erhebliche Belastungen in der unmittelbaren Nachbarschaft. Aus wirtschaftlichen Gründen werden auch die Stickoxidemissionen von Dieselmotoren, insbesondere von den überaus zahlreichen Lkws, die das hauptsächli-

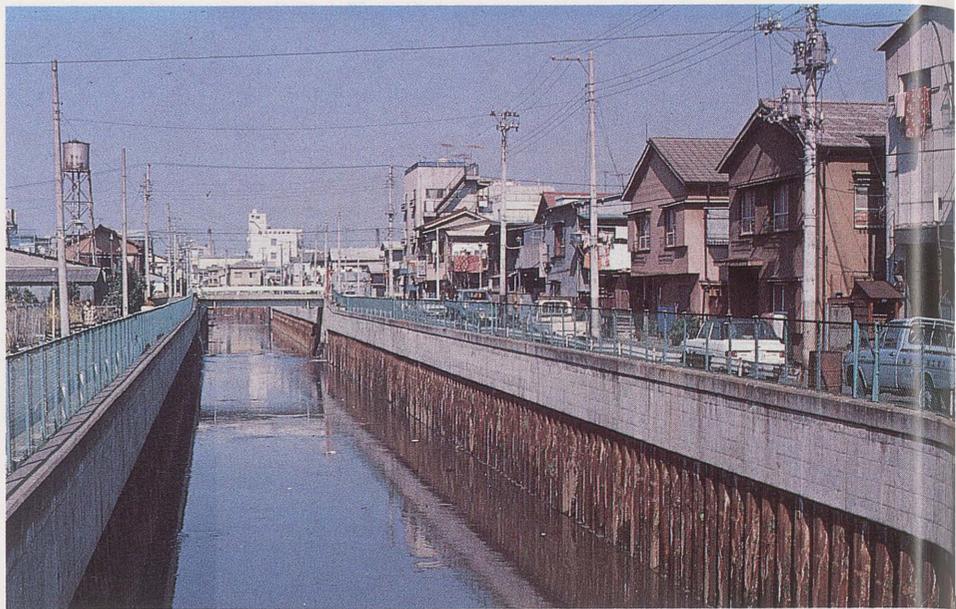
Abbildungen: links eine Müllverbrennungsanlage, unten eine Entstickungsanlage in einem Kraftwerk.



che Transportmittel für den Güterverkehr darstellen, unzureichend kontrolliert. Die häuslichen Abwässer sind eine ausgesprochene Schwachstelle der japanischen Umweltpolitik; erst ca. 30% dieser Abwässer sind an eine Kanalisation angeschlossen. Die Lärmbelastung in den städtischen Ballungsgebieten ist extrem hoch. Auf etwa einem Viertel der Fläche Japans drängen sich – neben der oft in Industrieparks auf künstlichen Inseln vor der Küste angesiedelten Industrie – 120 Millionen Japaner. Aber eine geordnete städtebauliche Planung existiert nicht; die großen Ballungsgebiete breiten sich krebstartig immer weiter aus; städtisches Grün ist Mangelware – was erst kürzlich auch die Japaner entdeckt haben, so daß der Ruf nach Schutz von „amenities“ nunmehr an Gewicht gewinnt. Das böse Wort vom „blauen Himmel über grauen Städten“ enthält sicherlich eine Wahrheit. Vielleicht noch schlimmer auf lange Sicht ist es, daß Japan mangels geeigneter Lagerstätten chemische Abfälle zur Landgewinnung aus dem Meer verwendet. Wenngleich die Sicherheitsvorkehrungen streng sind, können Schäden insbesondere im Fall von Erdbeben keineswegs ausgeschlossen werden.

Die Hypothese, daß die (relativen) Erfolge der japanischen Umweltpolitik auf den Einsatz ökonomischer Instrumente zurückzuführen sind, hat sich nur bedingt belegen lassen. Als man sich Mitte 1970 zu einer radikalen Umkehr in der Umweltpolitik entschloß, waren die Probleme so ernst, daß wirtschaftliche Überlegungen, die von Anfang an die deutsche Umweltpolitik belastet haben, nur eine geringe Rolle spielten. Auch die Industrie – mit Ausnahme zunächst der

Nach den energischen Maßnahmen gegen die Luftverschmutzung seit ca. 1973 ist der Fudschijama heute vom 100 km entfernten Tokyo aus während der Wintermonate wieder zu sehen.



Die häuslichen Abwässer sind nach wie vor eines der großen Umweltprobleme in Japan. Selbst in großen Städten sind nicht alle Haushalte an die Kanalisation angeschlossen. Das Foto oben zeigt einen offenen Hauptabwasserkanal in Tokyos „Unterstadt“ Ota. Rechts im gleichen Stadtbezirk ein ehemals offener kleiner Abwasserkanal, der – seit 1975 unterirdisch geführt – einem Spazierweg mit Grünstreifen Platz gemacht hat. Die Tafel an der Mauer gibt Hinweise für die Müllsammlungen: „Do, Do, Sa normaler (verbrennbarer) Müll; Fr Sondermüll (unverbrennbar); an besonderen Tagen Sammlung von Sperrmüll“.

Automobilindustrie – schwenkte bald auf die offizielle Linie ein, wobei die engen Verbindungen zwischen Administration und Wirtschaft hilfreich waren. Symptomatisch ist auch, daß wissenschaftliche Untersuchungen über die Arbeitsplatzwirkungen der Umweltpolitik kaum existieren. Dementsprechend suchte man auch nicht nach ökonomischen Instrumenten, sondern setzte in weitem Umfang die traditionellen Regelungsinstrumente der Umweltpolitik, insbesondere einheitliche Emissionsbegrenzungen, ein. Daneben spielte das Instrument der Verwaltungsanleitung (Empfehlung) eine Rolle. Ökonomisch motiviert ist aber die Sonderbehandlung von Kleinbetrieben.

Im Jahre 1974 wurde für stark belastete Gebiete ein System der Begrenzung der Gesamtemissionen für Schwefeldioxid und 1981 auch für Stickoxid eingeführt. 1978 folgte eine entsprechende Regelung im Bereich der Wasserreinhaltung für chemischen Sauerstoffbedarf, die seit 1980 in Kraft ist. Im Bereich der Luftreinhaltung z. B. wird aufgrund von Prognosemodellen auf der Ebene der Präfektur in einem Luftreinhaltungsplan festgelegt, wie hoch die Gesamtemissionen eines bestimmten Schadstoffs im betreffenden Gebiet allenfalls sein dürfen, um die Einhaltung der Luftqualitätsstandards zu gewährleisten; die so ermittelte

Gesamtmenge wird dann auf die einzelnen Unternehmen, grundsätzlich entsprechend deren bisherigen Emissionen, ggf. mit bestimmten Zuschlägen für Altanlagen, verteilt, ohne daß auf dieser Ebene noch eine direkte Anbindung an die Luftqualitätsstandards erfolgte. Eine periodische Überprüfung des Plans dient der Korrektur von Fehlberechnungen und der Berücksichtigung geänderter Produktionsmengen. Da die individuellen Emissionsbegrenzungen nicht die Einzelanlage, z. B. einen einzelnen Schornstein oder Kessel, sondern die gesamte Betriebsstätte erfassen, besitzen die Unternehmen eine gewisse Flexibilität für kostengünstige Lösungen nach Art der US-amerikanischen „Bubble-Politik“. Man kann darin ein ökonomisches Instrument sehen. Gleichwohl ist diese Charakterisierung nur bedingt richtig, weil neben den Gesamtemengenbegrenzungen die bisherigen, an der einzelnen Anlage ansetzenden Emissionswerte gelten, so daß der theoretisch mögliche Spielraum für Gesamtlösungen, die den betrieblichen Umweltschutz auf der Ebene der Betriebsstätte insgesamt optimieren, nicht immer ausgeschöpft werden kann.

Die von den Gerichten in den vier großen Verschmutzungsfällen entwickelte umweltrechtliche Schadenshaftung spielt, obwohl sie in Novellierungen des

Luft- und Wasserverschmutzungsgesetzes zu einer echten verschuldensunabhängigen Gefährdungshaftung fortentwickelt worden ist, als Anreizinstrument kaum eine Rolle. Dies beruht darauf, daß in Reaktion auf die Gefahr weiterer Massenprozesse im Jahre 1973 ein administratives System der Kompensation umweltbedingter Gesundheitsschäden etabliert wurde, das die Entschädigung von Opfern von Gesundheitsschäden durch Quecksilber, Cadmium und Arsen, vor allem aber von Atemwegerkrankungen durch Luftverunreinigungen übernimmt. Obwohl die Ersatzleistungen, die neben Heilbehandlung gewährt werden (maximal 80% des Durchschnittseinkommens eines japanischen Arbeitnehmers) nicht gerade hoch sind, gibt es nur wenige neue Schadensersatz-

Verwaltungsaufwand, für den der Staat aufkommt – zu 80% von den größeren Verschmutzern (ca. 7400 Unternehmen, die 90% der gesamten Emissionen an Schwefeldioxid verursachen), zu 20% von den Automobilhaltern aufgebracht. Die Abgabenlast der Unternehmen wird auf der Grundlage der Emissionen des vergangenen Jahres berechnet und ist je nach dem Grad der Umweltbelastung regional gestaffelt (im Verhältnis von 9:1 zwischen hochbelasteten und Reinluftgebieten). Das Kompensationssystem stellt eine für Japan typische pragmatische Anwendung des Verursacherprinzips dar. Es ist aber gegenwärtig stark umstritten, weil die Schwefeldioxidbelastungen zurückgehen, die Zahl der anerkannten Opfer und die Gesamtaufwendungen aber immer noch ansteigen.

denfalls die Investitionsentscheidungen bereits gefallen waren. Daß die Abgabenbelastung so stark ansteigen würde, war nicht vorauszusehen. Die gegenwärtigen Anreizwirkungen des Kompensationssystems sind daher eher gering, ausgenommen bei einzelnen mittleren Betrieben mit hoher Umweltbelastung und wenigen Großbetrieben, bei denen der Anteil der Abgaben an den gesamten Umweltschutzkosten ausnahmsweise weit über dem Durchschnitt der Branche liegen mag.

Als letztlich wichtigstes „flexibles“ Instrument der japanischen Umweltpolitik hat sich zur Überraschung der Forschergruppe der Abschluß von Umweltschutzvereinbarungen zwischen Kommunen oder Präfekturen (oder beiden) und den Unternehmen herausgestellt. Diese Vereinbarungen enthalten regelmäßig weitaus strengere Werte und Anforderungen als sie nach den staatlichen Gesetzen vorgesehen sind oder vom Standpunkt des Unternehmens aufgrund der Abgabenbelastung wirtschaftlich geboten wären. Gegenwärtig gibt es etwa 21 000 solcher Vereinbarungen. Der Abschluß der Vereinbarungen wird von den Gemeinden z. T. dadurch erzwungen, daß sie die Verpachtung von Industriegelände an den Abschluß der Vereinbarung knüpfen; vielfach beruht er aber auch auf einem diffusen sozialen Druck und einem besonderen Umweltbewußtsein der Unternehmen, für die es in der Bundesrepublik Deutschland kaum Parallelen gibt. Auch Umweltschutzvereinbarungen zwischen Kommunen und Bürgerorganisationen kommen vor, z. B. über den Betrieb von Müllverbrennungsanlagen. Diese „Verhandlungslösungen“ überlagern weitgehend die zentralstaatliche Umweltpolitik. Sie sind Ausdruck einer Umweltpolitik von unten, die sich auch in der Vergangenheit – damals unter Führung einzelner oppositioneller Gouverneure – als Motor der Umweltpolitik erwiesen hat. Man mag davon ausgehen, daß in solchen Vereinbarungen vielfach ein für beide Seiten akzeptabler Kompromiß und damit ein Ausgleich zwischen „Ökonomie und Ökologie“ erzielt wird. Ob wir angesichts der völlig anderen sozio-kulturellen Gegebenheiten in der Bundesrepublik Deutschland hiervon viel lernen können, muß indessen bezweifelt werden.

Prof. Dr. Eckard REHBINDER

*Institut für Rechtsvergleichung und Institut für ausländisches und internationales Wirtschaftsrecht, Fachbereich Rechtswissenschaft*



prozesse, in denen anerkannte Verschmutzungsoffer zusätzlichen Schadensersatz auf dem Zivilrechtswege begehren. Gegenwärtig sind ca. 90 000 Opfer anerkannt, davon 88 000 wegen Atemwegerkrankungen. Der gesamte Finanzbedarf des Systems belief sich im Jahre 1984 auf 95 Milliarden Yen (etwa 1,15 Milliarden Deutsche Mark). Im Bereich der Atemwegerkrankungen erfolgt die Anerkennung von Opfern nach dem Kriterium der bloßen „epidemiologischen Plausibilität“: es genügt, daß der Kranke eine bestimmte Zeit in einem der 41 bezeichneten, mit Schwefeldioxid hochbelasteten Gebieten Japans (Chiba, Osaka, Tokyo) gelebt hat. Der Finanzbedarf des Systems wird – abgesehen vom

Eine grundsätzliche Überprüfung erfolgt gegenwärtig. Das Kompensationssystem ist als Instrument kollektiven Schadensausgleichs, nicht als Anreizinstrument konzipiert. Es hat aber sicherlich auch mittelbar Anreizwirkungen in Richtung auf umweltfreundliches Verhalten der Unternehmen und ist insofern funktional ein ökonomisches Instrument. Diese Anreizwirkungen werden jedoch vielfach stark überschätzt. 1976 lag die durchschnittliche Abgabenbelastung der Unternehmen bei 44 000 DM, 1981 bei 118 000 DM, 1984 bei 160 000 DM. Die Abgabenbelastung ist also erst zu einem Zeitpunkt stark gestiegen, als die wichtigsten Umweltschutzinvestitionen bereits getätigt, je-

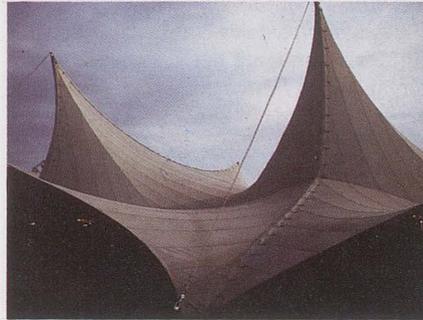
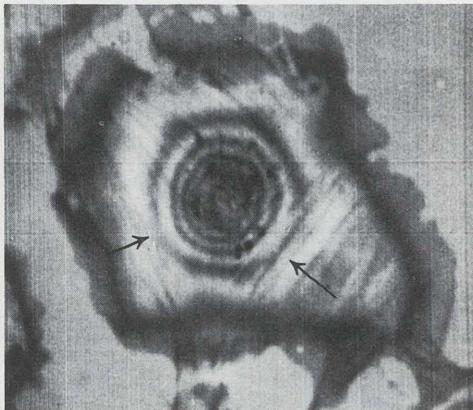
# kurz berichtet

## Zellmechanik im Ultraschallmikroskop

Während der letzten dreißig Jahre wurden große Fortschritte in der Erforschung der biochemischen Eigenschaften von Zellen erzielt. Die *mechanischen* Grundlagen ihrer Formgebung und Bewegung hingegen wurden nur wenig beachtet. Mechanisch bedeutsame Elemente sind zum einen die Biomembranen, zum anderen verschiedene faden- und röhrenförmige Strukturen, wie Aktinfilamente und Mikrotubuli. Sie bilden zusammen das Cytoskelett. Ähnlich wie bei Pflanzenzellen verleiht auch bei tierischen Zellen ein innerer Spannungszustand (hydrostatischer Innendruck, „Turgor“) den Zellen Form und Stabilität und bildet die Basis für die Triebkraftezeugung bei Fortbewegungserscheinungen, wie sie z. B. bei der Wundheilung, aber auch während der Embryonalent-

*Unten eine Endothelzelle im Ultraschallbild, aufgenommen mit einer Frequenz von 1 GHz; die Vergrößerung ist ca. 500fach. Auf allen vier Teilbildern ist dieselbe Zelle dargestellt, zwischen Bild a und d liegt ein Zeitintervall von 40 Minuten. Der Verlauf der Interferenzlinien zeichnet – vergleichbar mit den Höhenlinien einer Landkarte – die äußere Form der Zelle nach. Innerhalb einer Interferenzlinie auftretende Helligkeitsunterschiede kennzeichnen Stellen unterschiedlicher akustischer Impedanz. So entsprechen die durch Pfeile gekennzeichneten blassen Abschnitte des dunklen Interferenzstreifens Zonen geringer Spannung im peripheren Plasma. An einer dieser Stellen beult sich im weiteren Verlauf die Zelle aus, sie wird dicker, wie an der Änderung im Verlauf der Interferenzlinien verfolgt werden kann (\* in d).*

1a

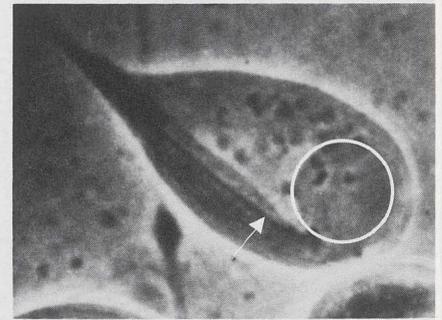
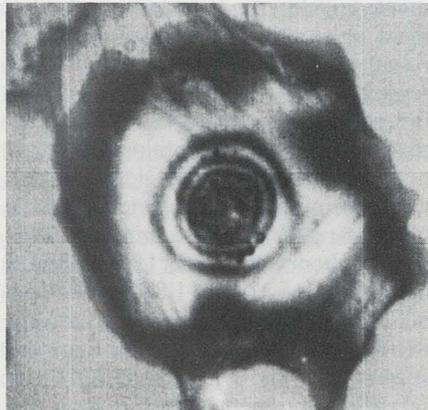


2a

*Biegesteife Elemente erlauben im technischen Bereich wie auf Zellebene das Aufspannen von Membranen: oben eine Zeltkonstruktion, rechts daneben die Spermazelle einer Heuschrecke mit sich ausbildender Geißel. Die Geißel besteht u. a. aus Mikrotubuli, ihre Anlage ist als dunkler Stab im Plasma sichtbar (Pfeil). Der Zellkern ist hell umrandet.*

wicklung von Tieren auftreten. Dies ist ein zentrales Thema unserer Arbeitsgruppe für kinematische Zellforschung. Mit Hilfe der neuen Methode der Ultraschallmikroskopie können jetzt erstmals mechanische Eigenschaften von Zellen direkt beobachtet werden (s. Abb. 1a – 1d). Wir hatten Gelegenheit, mit dem Prototyp des von der Firma Leitz in Wetzlar entwickelten Ultraschallmikroskops erste Untersuchungen durchzuführen. Messungen mit diesem neuen Gerät ermöglichen es, Spannungsänderungen im peripheren Plasma zu verfolgen, z. B. unter Normalbedingungen und nach „chemischem Zerschneiden“ der unter der Zellmembran gelegenen Aktinfasern. Die Messungen unterstützen u. a. unsere These, daß sich Zellen mit gut ausgebildetem Cyto-

1b

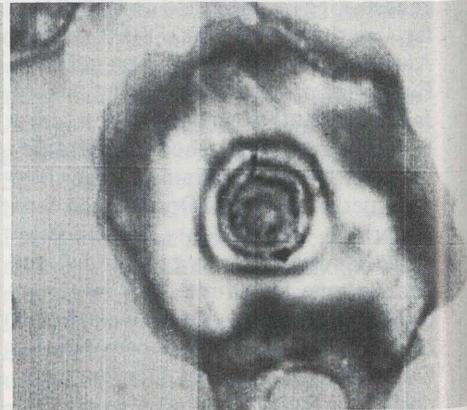


2b

skelett nicht wie einfache Osmometer verhalten, sondern daß noch eine von der Stoffwechselenergieversorgung abhängige Kontraktion den Innendruck gegenüber dem äußeren Medium erhöht.

Für die mechanischen Eigenschaften von Zellen interessieren sich im übrigen nicht nur Biologen, sondern auch Ingenieurwissenschaftler (vgl. Abb. 2a, 2b). Unsere Arbeitsgruppe organisierte jetzt in Zusammenarbeit mit dem Paläontologen E. Reif von der Universität Tübingen ein Symposium über Zellmechanik im Auftrag des SFB 230 „Natürliche Konstruktionen“ (Universität Hohenheim), in dem Formbildungsprozesse der belebten und unbelebten Natur erforscht werden. Biologen und Ingenieurwissenschaftler aus den USA, Kanada, Japan, Österreich, Polen und der Bundesrepublik Deutschland diskutierten zwei Tage lang die Strukturelemente und Prozesse, die für die Formgebung von Zellen bestimmend sind; Ingenieure zeigten Modelle auf, nach denen die mechanischen Eigenschaften von Zellen

1c



und Geweben berechnet werden können – ein für beide Seiten anregender Erfahrungsaustausch, der aber auch die wesentlichen Unterschiede in den mechanischen Eigenschaften von Zellen und künstlichen Konstruktionen noch einmal deutlich werden ließ:

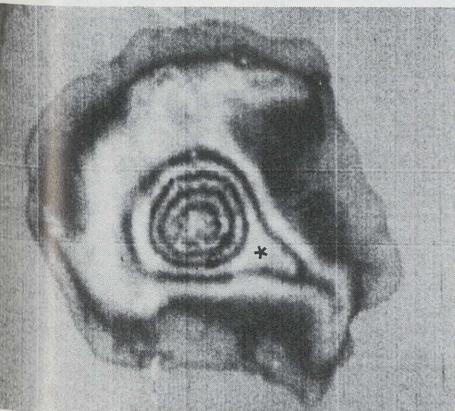
Die Strukturen in der Zelle unterliegen einem ständigen Auf- und Abbau und ermöglichen eine fortlaufende Anpassung an sich wandelnde Anforderungen. Im Bereich der Technik entspräche dies dem vollständigen Umbau eines Hauses mit Änderungen des gesamten Querschnittes ohne Störung des normalen Lebens der Bewohner in diesem Haus. Eine Forderung, die kein Techniker erfüllen kann.

In der Zelle finden sich mit Ausnahme der biegesteifen Mikrotubuli (Abb. 2b) nur zugbeanspruchbare Elemente. Im technischen Bereich entspräche dies der Verwendung von gespannten Membranen und faserigen Verstärkungselementen (z. B. Seilen).

In der Zelle werden nur wenige vorherbestimmte Materialien, also einige Proteine, verwendet, deren Eigenschaften sich in der Evolution bewährt haben. Der hohe Grad an Bewährung äußert sich besonders darin, daß es sich fast ausschließlich um sehr konservative Proteine handelt, die seit der Entstehung eukaryotischer Zellen strukturell und funktionell kaum verändert wurden. Ein Techniker hingegen hat freie Wahl zwischen einer Fülle von Materialien, die er dem jeweiligen Zweck entsprechend einsetzen kann.

Prof. Dr. Jürgen Bereiter-Hahn  
Zoologisches Institut, Fachbereich Biologie

ld

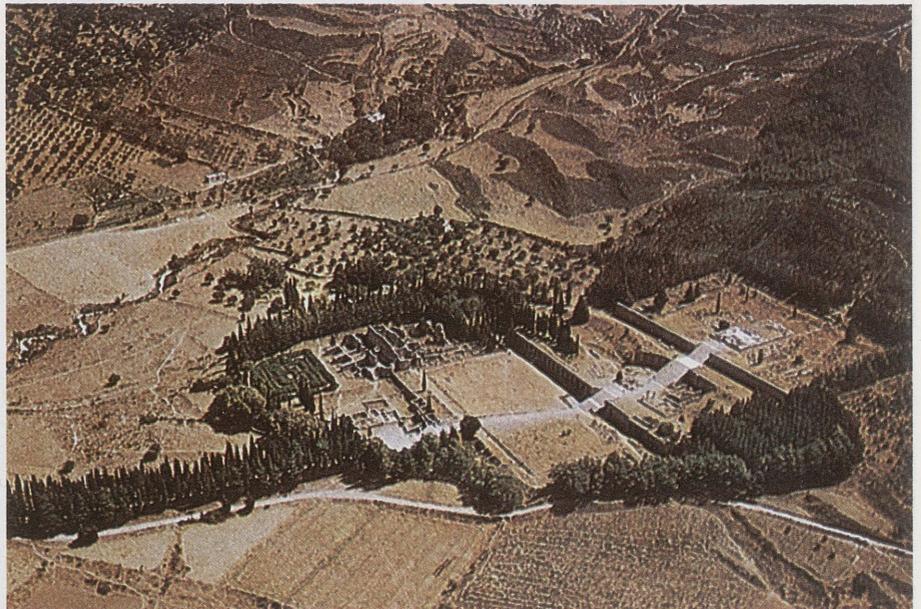


## Die hellenistische Plastik von Kos

Im Jahre 336 v. Chr. wurde die gleichnamige Hauptstadt der Insel Kos durch Synoikismus neu gegründet. Die alten, selbständigen Gemeinden, die sich über die ganze Insel verteilten, organisierten sich zu einem gemeinsamen Staatswesen. Die großzügig geplante, moderne Stadt entwickelte sich schnell zu einer

Herrscher aller Dynastien wetteiferten mit Stiftungen und Privilegien, vorab die Ptolemäer, die seit der Geburt des Philadelphos auf der Insel besonders eng und freundschaftlich mit ihr verbunden waren. Am Anfang des 20. Jahrhunderts wurde das Asklepiosheiligtum von dem deutschen Archäologen R. Herzog entdeckt und freigelegt. Schon früher waren Zufallsfunde in die europäischen Museen gelangt. Die hellenistischen und römischen Skulpturen, die das örtliche Museum füllen, wurden zum größten

*Das Asklepieion von Kos. Der Tempel des 4. Jahrhunderts v. Chr. und sein skulpturengeschmückter Altar liegen auf der mittleren Terrasse quer zur Mittelachse. Im 2. Jahrhundert v. Chr. wurde auf der oberen Terrasse ein größerer Tempel in den Formen des klassischen Asklepiostempels von Epidauros hinzugefügt. Die Terrassen waren von Säulenhallen eingefasst. Die Ruinen hinter der unteren Terrasse stammen von römischen Bädern.*



der reichsten und – wie das antike Urteil lautete – zu einer der schönsten Städte Griechenlands. Ihre günstige Lage vor der kleinasiatischen Küste garantierte einen blühenden Handel. Aber die eigentliche Ursache für den Ruhm und die Bedeutung der Insel war das Heiligtum des Asklepios, das außerhalb der Stadt am Ende des 4. Jahrhunderts v. Chr. in einer weiträumigen Terrassenanlage erbaut wurde. Das Heiligtum sicherte Kos eine Sonderstellung in der griechischen Welt. Es wurde ihm der Status der „Heiligen Insel“, der Unverletzbarkeit, zuerkannt. Die hellenistischen

Teil nach dem Erdbeben 1936 im Bereich der antiken Stadt geborgen und von den italienischen Archäologen publiziert.

Es war die Aufgabe unseres von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Forschungsprojektes, die hellenistische Plastik von Kos umfassend zu untersuchen. Dazu mußte zunächst das verstreute und nur unzulänglich bekannte Material zusammengetragen und aufgearbeitet werden. Der 120 Objekte umfassende Katalog enthält Statuen und Fragmente aller Größen und Typen von der Spätklassik bis in die römische Kaiserzeit. Aus ihnen läßt sich

# Forschung Frankfurt

Wissenschaftsmagazin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität

## Impressum

### Herausgeber

Der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

### Redaktion und Gestaltung

Dipl.-Math. Gisela Rietbrock, Referentin für Wissenschaftsberichterstattung, Senckenberganlage 31, Postfach 111932, 6000 Frankfurt am Main, Tel. (0 69) 798-32 66, Telex 4 13932 unif d

### Anzeigen

Zur Zeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 2/1983; sie ist über die Redaktion erhältlich.

### Erscheinungsweise

Vierteljährlich

### Bezugsbedingungen

FORSCHUNG FRANKFURT kann gegen eine jährliche Gebühr von DM 15,- (incl. Porto) über die Redaktion abonniert werden (s. auch beiliegende Bestellkarte). Das Einzelheft kostet DM 4,-, bei Versand zzgl. Porto. Einzelverkauf u. a. in Buch- und Zeitschriftenhandlungen in Uni-Nähe und in der Pressestelle, Senckenberganlage 31, Raum 1052, 6000 Frankfurt 1, Tel. 798-24 72 u. 798-25 31.

### Herstellung

Gerhard Blümlein GmbH & Co. KG, Lersnerstr. 23, 6000 Frankfurt am Main

Die Beiträge geben die Meinung der Autoren wieder. Der Nachdruck von Beiträgen ist nach Absprache möglich.

ISSN 0175-0992

### Abbildungen

*Titelbild:* Aus dem Film „Auf den Spuren von Gesine Cresspahl – mit Uwe Johnson in New York“ von Klaus Podak mit freundlicher Genehmigung des Hessischen Rundfunks.

*Seite 1:* oben links G. Rietbrock; oben rechts Arbeitsgruppe H. Fasold; Mitte Sandoz AG, Basel; unten: Winfried Flüchter.

*Handwerk des Schreibens:* S. 2 G. Rietbrock; S. 3 Isolde Ohlbaum; S. 4–7 Walter Wolf; S. 8 oben Renate von Mangoldt; S. 8 unten Walter Wolf.

*Kommunikation zwischen Zelle und Zellkern:* Arbeitsgruppe H. Fasold.

*Frankfurter Strafrechtslehrer:* S. 15 und S. 17 Stadtarchiv Frankfurt am Main; S. 16 rechts aus: Festschrift Arthur Baumgarten, Berlin 1960; S. 16 links aus den „Frankfurter Nachrichten“ vom 3. 11. 1928 (Stadtarchiv).

*Cyclosporin:* S. 19 Sandoz AG Basel; S. 20/21 H. Kessler/H. Oschkinat.

*Enkheimer Riedteich:* S. 22/23 W.L.F. Brinkmann / B. Grüger; S. 25 Stadt Frankfurt am Main.

*Japanische Umweltpolitik:* S. 26/27 Werksfotos; S. 28 links Mathias Abt; S. 28 rechts und S. 29 Winfried Flüchter.

*Kurz berichtet:* S. 30 oben links Frei Otto; oben rechts K. Michel; S. 30/31 unten J. Bereiter-Hahn. S. 31 rechts aus „Ancient Greece from the Air“ von Raymond V. Schoder, S. J., London 1974, S. 126; S. 32 Landesmuseum Stuttgart; S. 33 Deutsches Archäologisches Institut, Istanbul.

## kurz berichtet

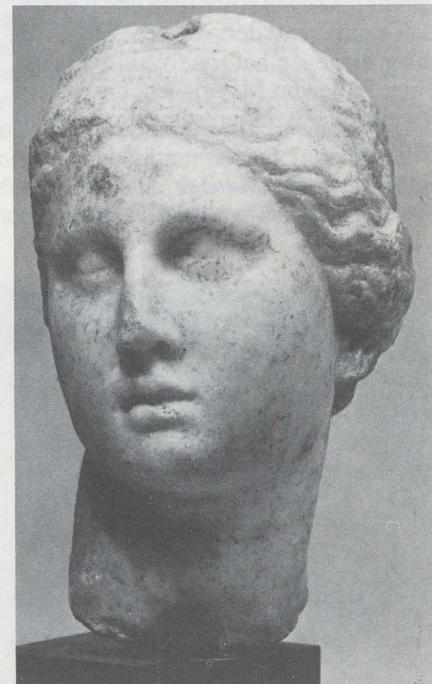
ein anschauliches Bild einer lokalen Kunstschule gewinnen, die weitgehend unabhängig von größeren Zentren wie Athen oder Pergamon die Stilentwicklung durchläuft, eigene Statuentypen prägt und an ihnen durch Jahrhunderte hin festhält. Die Bearbeitung des koischen Marmors erforderte eine bestimmte Technik, die ebenso tradiert wurde wie einzelne charakteristische Stilelemente. Aus der festen Werkstatttradition bildete sich ein unverwechselbarer „koischer“ Stil heraus, der bis ins 1. Jahrhundert n. Chr. zu verfolgen ist.

Schwierigkeiten bereitete die inhaltliche Bestimmung der einzelnen Skulpturen. Die Fundumstände, soweit sie überhaupt bekannt sind, sagen über den ursprünglichen Aufstellungsort, über Funktion und Bedeutung wenig aus. Das reiche Inschriftenmaterial, das vielleicht in dem einen oder anderen Fall Aufschluß geben könnte, ist noch nicht veröffentlicht. Einige interessante Aspekte ergaben die Untersuchungen der literarischen Zeugnisse und der politischen und kulturellen Geschichte der Insel. Schon zu Beginn ihres Bestehens vergab die ehrgeizige junge Stadt Aufträge an die berühmtesten Künstler der Zeit. Wir wissen von einer Aphroditestatue des Praxiteles und von zwei Bildern des Apelles. Erhalten ist davon freilich nichts. Die Skulpturenfunde aber zeigen, daß sich schon in der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts v. Chr. eine eigenständige Bildhauerschule entwickelte, die zunächst von dem beherrschenden Halikarnass beeinflußt war. Das ist vor allem an einer Statuettengruppe abzulesen, die den Hauptaltar im Asklepieion schmückte. Bisher glaubte man, die Namen der Künstler zu kennen: Kephsodot d. J. und Timarchos, die Söhne des Praxiteles. Als Zeuge galt der Mimiambendichter Herondas, der in seinem vierten Gedicht den Besuch zweier einfacher Bürgerinnen in einem Asklepiosheiligtum beschreibt. Bei ihrem Rundgang betrachten und kommentieren sie in naiver und drastischer Weise die ringsum aufgestellten Kunstwerke, darunter ein Anathem mit der Signatur der Praxitelessöhne. Von archäologischer Seite zweifelte man nie daran, daß der Schauplatz des Gedichts ein ganz bestimmter ist, nämlich Kos, und daß die

bewunderten Kunstwerke real zu nehmen sind. Als R. Herzog um 1900 Fragmente halblebensgroßer Figuren in der näheren Umgebung des Asklepiosaltars fand, sah man in ihnen die Darstellung der vielköpfigen Asklepiosfamilie, die im Eingangsgebiet angerufen wird, und verband sie mit dem nicht näher beschriebenen Werk der Praxitelessöhne zu Beginn der Exegese. Damit schienen die einzigen Originale der berühmten Künstler erhalten zu sein.

Diese Wertung des Gedichts als archäologische Quelle hält jedoch einer genaueren Untersuchung seines philologischen, religionshistorischen und archäologischen Hintergrunds nicht stand. Es stellte sich heraus, daß das Eingangsgebiet das nur leicht abgewandelte Zitat eines im 4. Jahrhundert v. Chr. weit verbreiteten Kulptäpans ist. Zwischen ihm und der später folgenden Exegese besteht ein merklicher stilistischer Einschnitt. Außerdem läßt sich die Lokalität des koischen Heiligtums zu

*Unten ein kleiner Mädchenkopf vom Asklepiosaltar auf Kos: Die gerundeten Formen des Kopfes und die Tracht des über ein Band gerollten Haares erinnern an die Aphrodite des Praxiteles in Knidos, die überaus weichen und zarten Züge dagegen an die ionische Kunst Kleinasien (Höhe 20 cm, Landesmuseum Stuttgart, Inv. 451).*





*Links der Torso einer Aphrodite vom Asklepiosaltar auf Kos: Der kleinasiatische Stil wird hier deutlicher als bei dem Mädchenkopf. Eine üppige Sinnlichkeit kennzeichnen Körper und Gewand. Sie stellt die Figur in eine Tradition, die von der archaischen Plastik auf Samos über das Mausoleion von Harlikarnass bis zu der pergamenischen Kunst des 2. Jahrhunderts v. Chr. reicht (Höhe 52 cm, Archäologisches Museum Istanbul, Inv. 1557).*

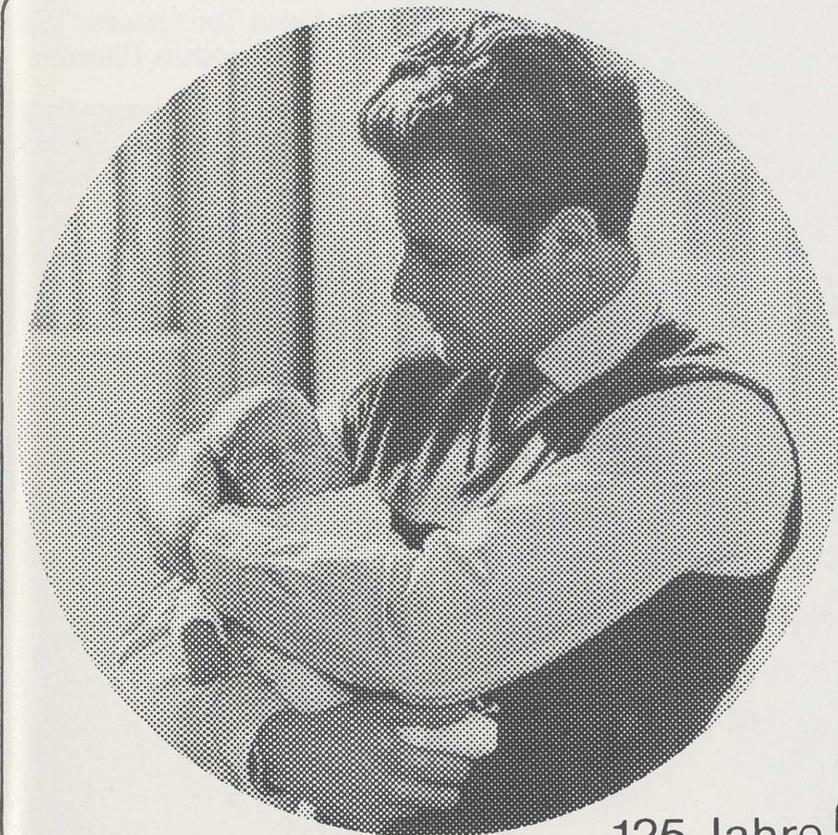
dieser Zeit in keinem Punkt mit dem Gedicht in Einklang bringen. Aus philologischer Sicht verbietet das literarische Genos der Mimiambendichtung eine solche realistische Ausdeutung. Der Mimiambos täuscht zwar Realistik vor und schöpft daraus seinen Witz, ist aber keineswegs als naturalistische Wiedergabe einer bestimmten Wirklichkeit zu verstehen. Endlich konnte nachgewiesen werden, daß der ionisch geprägte Stil der Statuettengruppe eine Zuschreibung an die Praxitelessöhne nicht erlaubt.

Eine Reihe überlebensgroßer Statuen, Köpfe und Torsen können als Kult- und Ehrenstatuen hellenistischer Könige

und Königinnen gedeutet und manchmal auch benannt werden. Sie stellen einen wichtigen Beitrag zur Geschichte des Herrscherporträts dar, zumal sie in einigen Fällen Aufschlüsse über kaum bekannte Statuentypen geben. Einen weiteren Schwerpunkt der Untersuchung bilden die vielfachen Wechselwirkungen mit benachbarten Kunstzentren wie Rhodos, Pergamon, Alexandria und den großen Städten der kleinasiatischen Küste. Die Skulpturen des Artemisaltars von Magnesia, ein Höhepunkt der hellenistischen Plastik Kleinasiens, lassen sich jetzt auch mit Hilfe des koischen Materials vor den großen Zeusaltar von Pergamon datieren anstatt *danach*, wie man lange gedacht hatte, d.h. ca. 220 anstatt 160 bis 120 v. Chr..

Dr. Renate PREISSHOFEN  
Prof. Dr. Hans VON STEUBEN

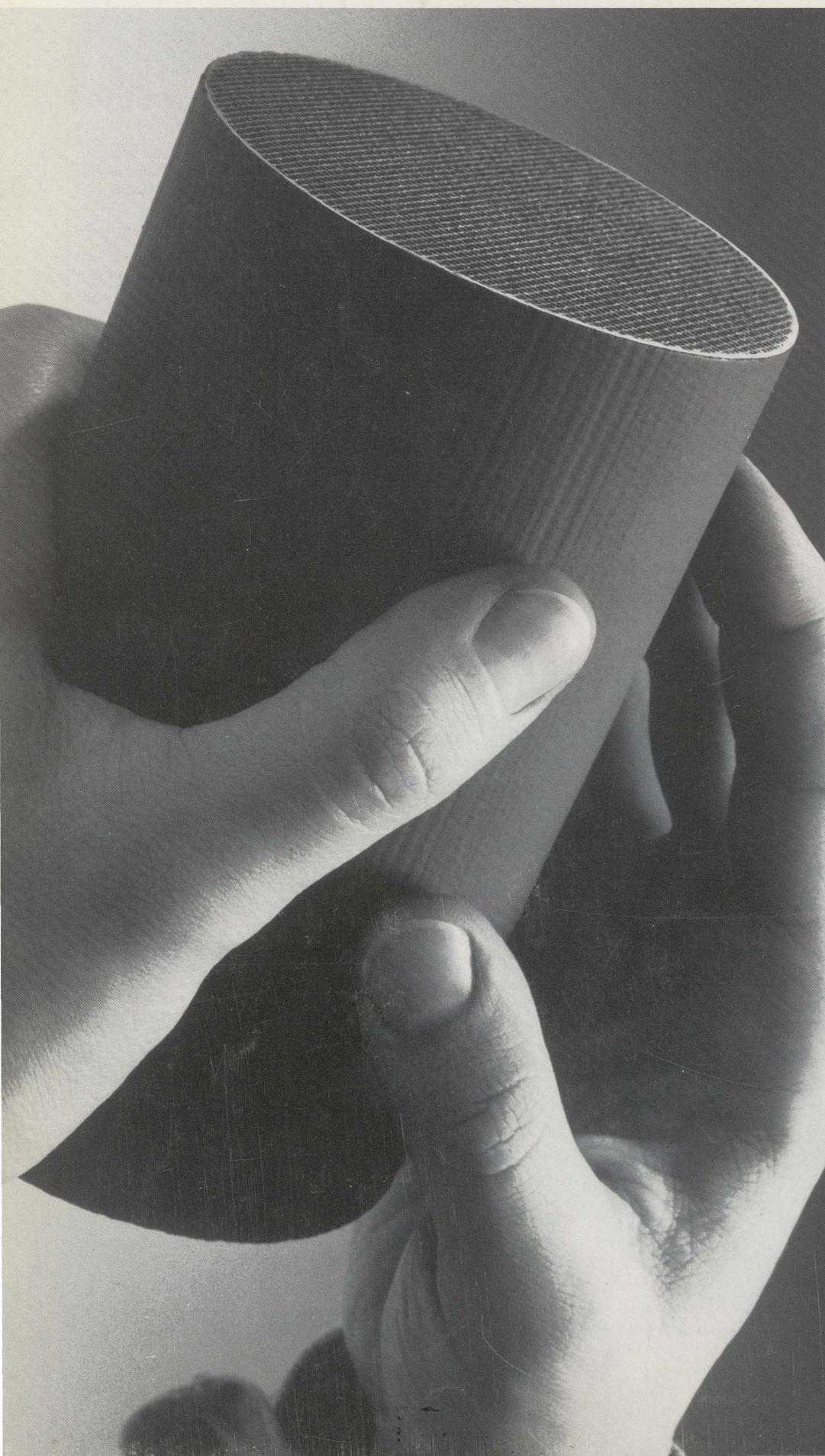
*Archäologisches Institut,  
Fachbereich Klassische Philologie und Kunst-  
wissenschaften*



# Ja zu Frankfurt. Ja zum Bürger.

125 Jahre  Rundum-Bankservice  
Stadtsparkasse Frankfurt

# Die Welt steckt voller Degussa



Der Katalysator.  
Alle reden von ihm.  
Wir produzieren ihn:  
in der Bundesrepublik  
Deutschland, in den  
USA und in Kanada.

Platinhaltige Degussa-Katalysatoren wandeln die Abgasschadstoffe in harmlose Verbindungen um. In den USA und in Japan fahren schon rund 100 Millionen Autos mit Abgaskatalysatoren. Jetzt können sie auch bei uns wirksam werden.

Degussa-Katalysatoren helfen, die Luft reinzuhalten. Eine Leistung unter vielen. Denn die Welt steckt voller Degussa.

**Degussa** 

Degussa, Teil unserer Welt.  
Metall. Chemie. Pharma.