

# Einblicke

Wissenschaft und Forschung an der  
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg



● Das Kölner Dom-Mosaik als Kunstwerk und Dokument ● Adelsmacht und Bauernwirtschaft ● Biblische und afrikanische Weisheit im Sprichwort ● Vegetationsstreß früh erkennen

**Nr. 14**

● Sanierung industrieller Altlasten am Beispiel Povel/Nordhorn ● Forschungsprogramm Subjektive Theorien ● Tschernobyl aus der Sicht der Mathematik DM 3,-



Erster sein und Bestes leisten

# DIE ERSTE IM OLDENBURGER LAND



Landessparkasse zu Oldenburg

## Einblicke Nr. 14

Forschung an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

### Inhalt

|   |    |
|---|----|
| Peter Springer<br>Das Kölner Dom-Mosaik als<br>Kunstwerk und Dokument   | 4  |
| Christoph Reinders-Düselder<br>Adelsmacht und Bauernwirtschaft  | 9  |
| Friedemann W. Golka<br>Biblische und afrikanische<br>Weisheit im Sprichwort   | 14 |
| Elmar Breuer, Hans Gerd Hegeler,<br>Karlheinz Maier-Schwartz<br>Vegetationsstreß früh erkennen                      | 17 |
| Dieter Schuller, Peter Rongen, Arun Virmani<br>Sanierung industrieller Altlasten -<br>Modellvorhaben Povel/Nordhorn | 21 |
| Jörg Schlee<br>Wie forschen, wenn sich Subjekt und Objekt<br>der Erkenntnis prinzipiell gleichen?                   | 26 |
| Dietmar Pfeifer<br>Tschernobyl und die Folgen<br>aus der Sicht der Mathematik                                       | 31 |
| Jürgen May<br>„Reit Euch denn der Teufel ...?“  | 35 |

TITELBILD: „Personifikation der Mutter Erde“ - ein Ausschnitt aus dem Kölner Dom-Mosaik. Das größte Ausstattungsstück der bekanntesten deutschen Kirche kennen nur wenige. Der Oldenburger Kunsthistoriker Peter Springer beschäftigte sich 15 Jahre mit dem großen Kunstwerk. Ein Aufsatz dazu auf Seite 4.

### Horizont

**B** lauer Himmel, strahlende Sonne, klare Luft, Windstärke 3, ein weitgesteckter Horizont. Nicht oft bringt der elfte Monat im Jahr in dieser Region ein solches Wetter zustande. Der 12. November aber war ein Ausnahmetag. Und das nicht nur wegen des Wetters. An diesem Tag konstituierte sich die vom Wissenschaftsministerium eingesetzte Kommission zur Errichtung eines Fachbereichs Ingenieurwissenschaften an der Universität. Staatssekretär Dr. Uwe Reinhardt sprach von einem „historischen Datum“, Präsident Prof. Dr. Michael Daxner vom Beginn einer „zweiten Gründungsphase“.

**M** it welchen Worten man dieses Ereignis auch immer belegen mag, niemand wird bestreiten, daß es für die Universität und für die Region von herausragender Bedeutung ist. Als 1973 die Universität gegründet wurde, sollte dem, wie es Daxner nannte, „familiären und intellektuellen Ausbluten“ der wirtschaftsschwachen Region entgegengesteuert werden. Das aber setzt voraus, daß Qualifikationen angeboten werden, die zur Ansiedlung neuer Arbeitsplätze führen. Mit den bestehenden Fächern der Universität ist das aber nur zum Teil möglich. Die Ingenieurwissenschaften sind da ein Riesenschritt nach vorn. Sie werden ganz unvermeidlich Unternehmen anlocken.

**D** ie Oldenburger Gründung greift der Industrie also voraus und folgt ihr nicht. Der Vorsitzende der Kommission Prof. Dr. Hans Jürgen Engell vom Max-Planck-Institut für Eisenforschung spricht in diesem Zusammenhang von einem Kredit, der der Industrie gegeben wird. Die Zahlen, die die Höhe des Kredites beschreiben, sind nicht unerheblich: 120 Stellen und 91 Millionen Mark für Investitionen müssen nach Berechnungen des Wissenschaftsministeriums bis zum Jahr 2000 zur Verfügung stehen, damit sich insgesamt etwa 1000 Studierende in den Bereichen Elektrotechnik, Energietechnik und Wirtschaftsingenieurwesen immatrikulieren können.

**D** ieses größte Vorhaben, das die ebenfalls von Engell geführte und noch von der Regierung Albrecht eingesezte Hochschulstrukturkommission vorgeschlagen hat, ist aber nicht allein mit Zahlen zu fassen. Ebenso wichtig ist die Ausbildungs- und Forschungsorientierung der Ingenieurwissenschaften. Deshalb spricht Engell von einem „notwendigen Neuanfang“. Er hält nicht nur die enge - auch räumliche - Verzahnung dieser Disziplinen mit den Naturwissenschaften für notwendig, sondern wünscht sich auch einen regen Austausch der Techniker mit den Geisteswissenschaften.

**E** in solcher Ansatz ist in einer Zeit der verstärkten Aufsplitterungen und Spezialisierungen keineswegs selbstverständlich, aber doch unmittelbar einleuchtend. Denn die Gesellschaft wird angesichts der ökologischen und sozialen Probleme der Zukunft stärker denn je neuer technologischer Entwicklungen bedürfen, deren Folgewirkungen und nicht nur aktueller Nutzen allerdings genauer als in der Vergangenheit eingeschätzt werden müssen. Das kann nur gelingen, wenn ein Problem von vielen und nicht nur von einer Seite betrachtet wird. Und das wiederum setzt interdisziplinäre Zusammenarbeit voraus - zum Wohle der Menschen und zur Erweiterung des Horizonts aller daran Beteiligten.

Gerhard Harms

## Das Kölner Dom-Mosaik als Kunstwerk und Dokument

von Peter Springer



Mars / Kampf, aus dem Zyklus „Die Planeten und ihre Beziehungen zur menschlichen Tätigkeit“; Stiftemosaik im Binnenchor des Kölner Domes

Jeder kennt den Kölner Dom, doch kaum einer sein größtes Ausstattungsstück. Obwohl fast jeder der jährlich rund anderthalb Millionen Besucher des Domes das riesige, gut 1300 Quadratmeter messende Fußbodenmosaik im Chor einmal betritt, wird es meist, ganz wörtlich, übersehen und in seinem Umfang nicht erkannt, ja nicht einmal als Mosaik wahrgenommen.

Zu beherrschend sind vor allem die Trümpfe der umgebenden gotischen Architektur, die den Blick emporlenken; zu überwältigend sind auch die farbige Pracht der großen Fenster und die Vielzahl unterschiedlichster Bildwerke, Malereien, Schreine, Altäre und Epitaphien, um ein Fußbodenmosaik nicht als - im doppelten Sinne - untergeordnet erscheinen zu lassen.

Doch selbst wenn der Blick des Betrachters einmal auf das Mosaik zu seinen Füßen fällt, selbst wenn er sich - aufmerksam geworden - Mosaikfeld um Mosaikfeld als Teile eines größeren

Gesamtplans erschließt, selbst dann stößt er schon bald auf Hindernisse, die es ihm unmöglich machen, das Ganze auch nur in Augenschein zu nehmen: die Chorgitter, die Teppiche und - als schier unüberwindliches Hindernis - das Holzpodest des Hauptaltars, das die gesamte Vierung bedeckt.

Zugleich überschreitet die Größe der mosaizierten Fläche bei weitem den Radius des Gesichtskreises: Anders als die räumliche Kontinuität der Schiffe und Chöre sind die Mosaikfelder nur als Abfolge von Ausschnitten, nie als Ganzes wahrnehmbar. Vom Triforium herab läßt sich jedoch die Einbettung der streng gegliederten Beflurung in ihre architektonische Umgebung gut erkennen. Als Fortsetzung der Architektur mit anderen Mitteln ist das Mosaik nämlich grundsätzlich nicht isoliert zu sehen, sondern stets im Kontext der umgebenden Architektur, zusammen mit deren Bedeutung und Funktion. Diesem Zusammenhang verdankt es letztlich schon seine Entstehung.

## Das Mosaik als Fortsetzung der Domvollendung

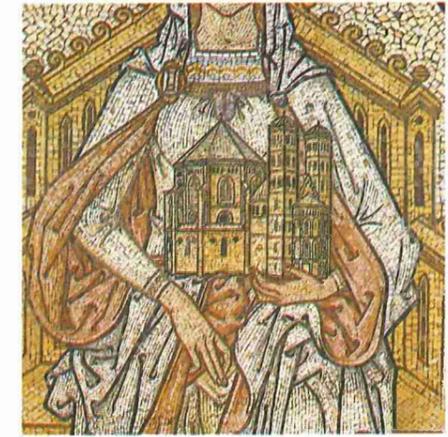
Als nämlich endlich im Jahre 1880 - also mehr als ein halbes Jahrtausend nach der Grundsteinlegung 1248 - die Vollendung des gotischen Domes gefeiert werden konnte, da betraf sie eigentlich nur seine architektonische Substanz und nur sein Äußeres.

Über Jahrhunderte war der unvollendete Dom das Wahrzeichen der Stadt Köln gewesen. Was frühere Generationen daran gerade am meisten beeindruckt hatte, daß er nämlich nicht fertig geworden war, mußte ein Jahrhundert der Mittelalterbegeisterung und Fortschrittsgläubigkeit jedoch als Herausforderung und Vermächtnis erscheinen. Mit wachsender Spannung wurde deshalb seit 1842 der Fortbau des Domes verfolgt. Sein Ziel war die Schaffung einer konkreten Utopie: die vollendete gotische Kathedrale.

Entsprechend groß war jedoch die Enttäuschung nach der architektonischen Komplettierung des Dom-Innenraumes. Gewaltig, doch steinsichtig, grau und kalt bot er dem Auge nur wenig Anhaltspunkte. Offensichtlich fehlte dem defizitären Stimmungsraum eine der Größe und Bedeutung des Baus angemessene Ausstattung.

So entstanden bereits seit 1872 nicht nur Pläne für eine stilkonforme Möblierung des Domes, sondern auch für eine entsprechende Beflurung. Sie sollte gewissermaßen als Fortsetzung seiner (architektonischen) Vollendung nach innen dazu beitragen, zwischen Alt und Neu, zwischen seinen mittelalterlichen und seinen nachempfunden-gotischen Komponenten zu vermitteln und beide zu einer harmonischen Einheit „wie aus einem Guß“ zu verschmelzen.

Nach einer Phase des Erwägens und Experimentierens beauftragte man schließlich Anfang der 80er Jahre August Essenwein mit dieser Jahrhundertaufgabe (nach seinem Tod führte Fritz Geiges das Werk zu Ende). Als ausgewiesener Kenner mittelalterlicher Kunst und als führende Autorität in Deutschland für derartige Aufgaben war Essenwein Theoretiker und Praktiker zugleich. In seinen zahlreichen Arbeiten und Publikationen verbanden sich die langjährigen Erfahrungen als Architekt, Künstler, Denkmalpfleger und Kunsthistoriker mit denen als erster Direktor des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg. Erst seit wenigen Jahren hat die Forschung zur Kunst des 19. Jahrhunderts seine Bedeutung wieder angemessen gewürdigt.



Deutschland mit St. Gereon in Köln (Ausschnitt), aus dem Zyklus „Die Nationen und ihre Hauptkirchen“; Stiftemosaik im Zwischenchor des Kölner Domes

## Funktionalität versus Bildhaftigkeit

Essenwein konnte sich mit seinem an mittelalterlichen Vorbildern geschulten Konzept einer Instrumentalisierung der Beflurung als bildhafter Bedeutungsträger gegen anfängliche Pläne eines neutralen, rein dekorativen „Teppichmusters“ durchsetzen. Angesichts der gewaltigen Flächenausdehnung gab es freilich kein unmittelbar vergleichbares und für alle Aspekte gleichermaßen relevantes Vorbild aus dem Mittelalter, an dem man sich hätte orientieren können; auch wären die Kosten für eine in allen Teilen gleich aufwendige Ausstattung des Dom-Innen wohl ins Astronomische gestiegen.

So wurde das Konzept Essenweins mit der Zweiteilung der gesamten Dombeflurung gekoppelt: Gegen die einfache Sandstein-Beflurung des Langhauses mit den Seiten- und Querschiffen sollten sich die Vierung und der Chor als Bereiche aufwendigerer Fußbodengestaltung abheben - und zwar mit zum Hochaltar hin sich steigernder Tendenz.

Diese materialtechnische Differenzierung wurde zugleich mit einer inhaltlich-thematischen Begrenzung verknüpft: Die figürlichen Darstellungen sollten auf Gegenstände und Themen der „natürlichen Ordnung“ und auf die Welt des Menschen beschränkt bleiben, mithin z.B. die Darstellung der Sakramente ausschließen. Über die Vorstellung eines enzyklopädischen Bilderteppichs bleibt also die Funktionalität des Fußbodens als begehbare Fläche stets im Bewußtsein.

Reflektiert die Diskussion über das am Fußboden Darstellbare letztlich entsprechende Überlegungen des Mittelalters zu dieser Problematik, so artikuliert sich in der Autorität materialtechnischer Verschleißprüfungen unüberhörbar die Gegenwart des späten 19. Jahrhunderts. Bezeichnenderweise gibt sie schließlich den Ausschlag zur Entscheidung für eine der gotischen Architektur eigentlich unangemessene, atypische Technik. Die Entscheidung gegen eine intarsienhaft in Marmor eingelassene Blei- oder Kittmasse nach dem Vorbild der berühmten Beflurung im Dom zu Siena und für die Ausführung in gebrannten Tonstift-Mosaiken von Villeroy & Boch bedeutete zugleich die Entscheidung gegen eine wenig strapazierfähige, farblich reduzierte, grafische Technik und für eine unverwüstliche, farblich vielfältig differenzierbare „malerische“ Beflurungstechnik. Mit seiner extremen Widerstandsfähigkeit (die der von Granit entspricht!) und seiner nuancenreichen Farbigkeit versöhnte das Mosaik-Material auf ideale Weise Funktionalität und Bildhaftigkeit. Außerdem entsprach es dem Monumentcharakter (Dauer) und der Dignität des Domes, verwies es doch auf die lokale Tradition der römischen und mittelalterlichen Mosaiken in Köln.



Das Glücksrad / Das Schicksal, Stiftemosaik im Binnenchor des Kölner Domes. Entwurf: August Essenwein; Ausführung: Villeroy & Boch, Mettlach

Hier sollte das Mosaik Kontinuität (Colonia Romae filia) signalisieren und zugleich die Farbigkeit mittelalterlicher Sakralräume evozieren - obwohl die Wahl von Stiftmosaik für eine hochgotische Kathedrale eigentlich ein Anachronismus ist. Vergleichbare Konflikte zwischen „mittelalterlichem“ Ideal und den Fakten einer so ganz anderen Gegenwart lassen sich auch auf inhaltlicher Ebene erkennen.

## Geschichtsbild und Gegenwartsbezug

Essenweins definitives Beflurungskonzept von 1887 folgt in Gliederung und Umfang den architektonischen Vorgaben, indem es in der Vierung (mit der Sonne, den Tageszeiten, Tierkreiszeichen, Elementen usw.) Aspekte der natürlichen Geschichte darstellt. Im inneren Chor schließen sich die Darstellungen der durch die Zeit geprägten Lebensalter und Tätigkeiten des Menschen an, gefolgt von den Hauptkirchen der christlichen Nationen und den Repräsentanten der räumlich-weltlichen Ordnung mit dem König, umgeben von den Flüssen Europas. Die geistliche Ordnung repräsentiert (entsprechend der Zwi-Schwerter-Lehre des Mittelalters) der Papst umgeben von den Paradiesesflüssen. Diese Darstellungen unmittelbar vor dem Hochaltar ergänzen zu Seiten des Altars die Repräsentanten der geistlichen und weltlichen Stände.

Räumlich abgesetzt von diesem Zyklus der „natürlichen“ Geschichte mit ihrer Wiederkehr des Immergleichen ist eine Art begehbarer Geschichtschonik im Chorungang. Sie repräsentiert in zeitlich gerichteter Folge die „historische“ Geschichte. Hier ist in den dreizehn großen Jochfeldern und den schmalen Zwischenfeldern als ornamentaler und bildlicher Zyklus die Geschichte des Bistums Köln dargestellt: Sie reicht von Bischof Maternus (4. Jh.) bis zu den Erzbischöfen und Dombaumeistern der unmittelbaren Gegenwart und wird durch zahlreiche lateinische Inschriften ergänzt. Die Gegenüberstellung der beiden Geschichtsmodelle orientiert sich offensichtlich an der Geschichtsphilosophie Johann Gustav Droysens.

### Abstract

*The largest piece of art of the Cologne Cathedral and, at the same time, probably the largest floor mosaic of the whole 19th century is the mosaic designed by August Essenwein, completed by Fritz Geiges and executed by the mosaic factory of the ceramic company Villeroy & Boch of Mettlach. It shows a complex pictorial-decorative history model that responds to the concrete situation of the time when it was designed blending elements of the Middle Ages and the modern age supposedly in a way concurring with the style of the period. From this blending have resulted fundamental contradictions and discontinuities of the work which, in the end, also account for its failure. And yet, its great model has always been the Saint Chapel of Paris. Now, for the first time, this main work of the late historicism in Germany with its numerous inscriptions is documented in an elaborate publication, which also evaluates the rich source material and all the designs. The text is adequately completed by numerous pictures. Aspects of the subject to be emphasized are those dealing with preservation, sociology of art, iconography of material, and philosophy of history.*

Das hier nur in wenigen Grundzügen charakterisierte Beflurungskonzept reflektiert in verschiedenen Details nicht nur die Situation der Nach-Kulturkampf-Zeit der 80/90er Jahre, sondern es erweist sich auch in seinem Spannungsverhältnis zwischen ästhetisch-künstlerischem und denkmalpflegerischem Anspruch auf der einen und inhaltlicher Programmatik auf der anderen Seite als ausgesprochen politisches Werk. Als politisches Modell ernstgenommen, ist es vordergründig restaurativ. Tiefer reicht jedoch die offensichtlich kompensatorische Inten-

tion als ein Alternativ-Ideal zur rapide sich verändernden Realität des Alltags wie allgemein zu den Umbrüchen des Industriezeitalters. In diesem Sinne reagiert das Dommosaik nämlich nicht nur auf die konkrete Realität „draußen“, sondern dokumentiert in zahlreichen Details das Eindringen der Gegenwart in das vermeintlich geschlossene System eines Mittelalters aus dem späten 19. Jahrhundert. Aus diesem grundlegenden Verhältnis von Geschichtsverständnis und Gegenwartsbezug resultieren die Problematik des Projektes, seine inneren Widersprüche - und hier liegen letztlich auch die Gründe für das Scheitern dieser an der Geschichte orientierten Utopie.

## Mittelalter und Industrialisierung

Damit sind jedoch nicht nur die abstrakten geschichtsphilosophischen Voraussetzungen in ihrem Zusammenhang mit ästhetischen und politischen Überlegungen der damaligen Gegenwart benannt, sondern auch bis in scheinbar nebensächliche Details reichende Probleme einer Rezeption des Mittelalters und seiner Kunst am Vorabend des 20. Jahrhunderts.

Besondere Beachtung verdient in diesem Zusammenhang die Logistik und arbeitsorganisatorische Planung der Mosaikausführung im Spannungsverhältnis zwischen Auftraggeber, entwerfendem Künstler und ausführender Mosaik-Fabrik. Damit verbunden ist auch der zeittypische Zusammenhang von Denkmalpflege und Industrie unter dem Vorzeichen des Historismus.

Die technische Herstellung des Materials und die Umsetzung der Entwürfe lag - wie gesagt - bei der „Mosaikfabrik“ Villeroy & Boch in Mettlach/Saar, heute einer der größten Keramikproduzenten der Welt. Bezeichnenderweise hat dieser Teil der Firma seinen Ursprung in der Notwendigkeit, die ganz in der Nähe gefundenen römischen Mosaiken restaurieren zu können. Englisch-Know-how und (damals) modernste Technologie führten schon bald zu einer Blüte dieses Ressorts, wobei dem teuren, da arbeitsintensiven Stiftmosaik bald die fliesenartig-rationalisierte Form der surrogathaften Mosaikplatten aus dem gleichen Material an die Seite gestellt wurde und reißenden Absatz fanden. Diese Form einer Industrialisierung der alten Mosaiktechnik ist in den Vorgängerprojekten tatsächlich verwendet worden und wurde auch für den Kölner Dom erwogen.

## Fragment eines Fragments

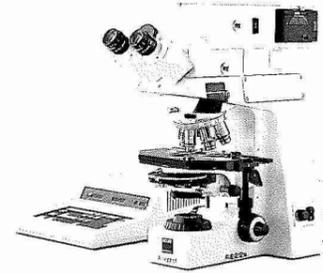
Der Dombeflurung voraus gingen nämlich verwandte Romanisierungs- und Regotisierungs-Kampagnen u.a. in der Nürnberger Marienkirche, im Braunschweiger Dom und in mehreren der großen romanischen Kirchen Kölns. All diese nach dem Konzept Essenweins ausgeführten historistischen Ausstattungen betrafen grundsätzlich sämtliche Teile des Gebäudeinnern und seiner Ausstattung, also u.a. die Fenster und Bänke ebenso wie die Ausmalung der Wände und Gewölbe. Intendiert waren nämlich ausnahmslos Gesamtkunstwerke, die vor allem mit dem Mittel der Farbe eine ganzheitliche Harmonisierung der Kirche unter dem Vorzeichen stimmungshafter Empfindungslenkung anstrebten.

Heute sind vor allem durch den Krieg all diese Ausstattungsprojekte bis auf geringe Reste zerstört. Was die Bomben übrigließen, beseitigte in der Regel der geschmackliche Rigorismus der Nachkriegszeit (dem auch Teile des Dommosaiks zum Opfer fielen). Nur in der romanischen Kirche zu Königslutter hat sich die historische Ausmalung nach dem Konzept Essenweins bis heute erhalten. Doch fehlt gerade hier eine entsprechend aufwendige Mosaik-Beflurung.

Mikroskopie von Carl Zeiss

Sichtbar mehr erkennen

Photomikroskop  
Axiophot



# Dokumentieren Sie ohne Wenn und Aber.

Wollen Sie zur Dokumentation Ihrer Ergebnisse und Befunde die Mikrophotographie: leistungsstark, übersichtlich, einfach? Erwägen Sie, auch TV-Techniken einzusetzen?

Das Photomikroskop Axiophot von Carl Zeiss bietet universelle Mikroskopie und zahlreiche Möglichkeiten der Bildaufzeichnung. ICS-Optik und SI-Bauweise sichern den perfekten optisch-mechanischen Anschluß von einer oder zwei TV-Kameras - zusätzlich zu den zwei Kleinbildkassetten.

Sie schalten sehr einfach die einzelnen Photo- und/oder Kamerastrahlengänge - je nach Wunsch und Zweck, ohne Wenn und Aber.

Wir beraten Sie gerne.

Carl Zeiss  
Geschäftsbereich  
Mikroskopie  
7082 Oberkochen

Die Geometrie für Mikroskope

**ZEISS**

Germany Carl Zeiss

Menschliche Endothelzelle; direkte Immunfluoreszenz (Anti-Aktin-Rhodamin).  
Objektiv Plan-Neofluar 63x/1,25 Oil.



Das Kölner Dom-Mosaik im architektonischen Kontext: Blick vom Gewölbe in den nordöstlichen Chorumgang und in die Maternus-Kapelle

So ergänzen sich die dortige Ausmalung und das Dommosaik in gewisser Hinsicht, denn auch der Kölner Dom sollte langfristig eine Totalausmalung erfahren und eine farbig gefaßte Ausstattung erhalten, deren Basis im doppelten Sinne das Dommosaik sein sollte.

Das prominente Vorbild dafür war die um die Mitte des 19. Jahrhunderts in spektakulärer Weise „ganz im mittelalterlichen Geiste“ wieder hergestellte Sainte Chapelle in Paris. Das hier in kleinerem Maßstab realisierte Ideal einer farbig gestimmten Harmonie aller Komponenten vom Boden bis zum Gewölbe ist im Kölner Dom nur in der Achskapelle modellhaft realisiert worden - und zwar noch zu Anfang dieses Jahrhunderts.

Damals setzte die Denkmalpflege aber bereits andere Prioritäten („konservieren statt restaurieren“). Auch wurde die Mittelalterrezeption des quasi wissenschaftlichen Historismus schon bald überholt von einer ganz anders akzentuierten Mittelalterrezeption unter expressionistischen Vorzeichen. So ist die heute teilweise veränderte Ausstattung der Achskapelle des Kölner Domes Fragment eines Fragmentes, das auf den ganzen Dom und auf das Ideal der vollendeten Kathedrale verweist.

Dem heute als Kunstwerk und historisches Dokument gerecht zu werden, thematisiert die Bewertungsproblematik: Erst allmählich nämlich lernen wir mit wachsendem zeitlichen Abstand nicht nur wieder die Anliegen erkennen, sondern auch die Leistungen dieser Kunst angemessen zu bewerten. Voraussetzung dafür ist freilich neben ihrer Pflege und Erhaltung überhaupt erst ihre Wahrnehmung.

## Das Forschungsprojekt und seine Ergebnisse

Die besondere Ausgangssituation des Forschungsprojektes bestand in der ungewöhnlich günstigen Voraussetzung, die innere Problematik des späten Historismus an einem prominenten Beispiel untersuchen zu können, zu dem sehr umfangreiches (nach Metern messendes) Quellenmaterial, zahllose Entwürfe, Zeichnungen und Pläne erhalten waren, und in der Tatsache, daß hier noch ein zentrales, zwischen Mittelalter und Moderne oszillierendes Phänomen des Historismus der wissenschaftlichen Erschließung harpte.

Die mühevollte Auswertung der zahllosen Quellen nahm Jahre in Anspruch, an der archivalischen und fotografischen Dokumentation waren mehrere Mitarbeiter beteiligt. Ein Kapitel für sich stellt die Fotokampagne des eigentlichen Mosaiks dar, die sich mit ungewöhnlichen technischen Problemen konfrontiert sah. Um zu befriedigenden Ergebnissen zu kommen, mußte eigens ein sieben Meter hohes fahrbares Portalgerüst konstruiert werden, das weitgehend schwingungsfrei die erheblichen Dimensionen der Mosaikfelder überbrücken konnte. Es mußte jedoch wegen der unterschiedlichen räumlichen Gegebenheiten wiederholt auf- und abgebaut werden und konnte, bedingt durch den starken Publikumsverkehr und die schwierigen Lichtverhältnisse oft nur nachts benutzt werden: ein sehr mühsames, zeitraubendes und teures Unternehmen.

Das Ergebnis rd. 15jähriger (zwar häufig und länger unterbrochener) Auseinandersetzung mit dem Thema liegt jetzt als Buch vor, das schon in seinem äußeren Aufwand der besonderen Bedeutung des Gegenstandes und der Komplexität des Themas Rechnung trägt: gut 540 Seiten Text und Dokumentation werden ergänzt von einer opulenten Bebilderung (426 Abbildungen, davon über 200 in Farbe). Das Buch ist im Verlag Kölner Dom erschienen.

Eine Ausstellung und ein Film zum Thema, die Ergebnisse des Forschungsprojektes auch einem breiteren Publikum zugänglich machen sollen, befinden sich in Vorbereitung. - Ein Anschließ-Forschungsprojekt zur Rezeption der romanischen Kirchen Kölns im Historismus wurde durch ein Stipendium der Thyssen-Stiftung gefördert.

### Der Autor



Prof. Dr. Peter Springer (47), studierte Kunstgeschichte, Germanistik, Archäologie und Philosophie in Heidelberg, Köln, Münster und Berlin. 1973 promovierte er über mittelalterliche Bronzen; anschließend wissenschaftlicher Assistent an den Staatl. Museen Preußischer Kulturbesitz in Berlin und Stipendiat der Max-Planck-Gesellschaft an der Bibliotheca Hertziana in Rom. Seit 1979 Professur für Theorie und Geschichte der Bildenden Kunst. 1989 habilitierte er sich an der FU Berlin. - Publikationen zur Kunst des Mittelalters und des 19./20. Jahrhunderts.

# Geschichte

## Adelsmacht und Bauernwirtschaft:

### Das Oldenburger Münsterland zwischen Dreißigjährigem Krieg und „Bauernbefreiung“

von Christoph Reinders-Düselder

Nach allgemeinen Begriffsbestimmungen bildete der Adel die politische und sozial privilegierte Führungsschicht in traditional bestimmten politischen Verbänden. Wie im übrigen Europa finden sich auch in Deutschland frühzeitig die beiden Typen des höheren und niederen Adels. Dieser Adel schloß sich seit dem 13. Jahrhundert mit zunehmender Erbllichkeit der Lehen und Ämter, mit Ahnenprobe und einer ausgeprägten Heiratsstrategie zusehends gegen neuen Zustrom ab.

Trotz aller inneren Differenzierungen verkörperte der Adel bis ins 19. Jahrhundert hinein am ausgeprägtesten die Merkmale „ständischer Lage“ schlechthin. Er nahm in diesem langen Zeitraum eine Elitenposition ein, die ihm in einer feudalspatrimonialen Gesellschaft nicht nur zahlreiche juristische und politische Vorrechte einschließlich ökonomischer Monopolchancen einräumte, sondern darüber hinaus den Leitbildern seiner Lebensführung vor den Ansprüchen aller anderen Stände und Bevölkerungsgruppen „normative Kraft“ gab.

Die Verbindung von Grundbesitz und lokalen Herrschaftsfunktionen und -befugnissen des Adels bildete den Kern des gesamten Gefüges der agrarisch-ständischen Gesellschaft. Grund- und Gutsherrschaft war das Fundament adeliger Macht, an ihr hafteten seine wesentlichen Herrenrechte. Gegenüber dem fürstentumlichen Anspruch, Adelsrechte funktional zu delegieren, beharrte dieser solange es möglich war nicht ohne Erfolg auf seine Privilegien. So schritt im 18. Jahrhundert zwar der Übergang von einer traditionsständischen zu einer funktionsständischen Sozialordnung weiter fort, doch blieben wegen dieser zähen Beharrungskraft adelige Herrschaftsinseln noch weithin intakt.

Zu ihnen zählten zweifellos die geistlichen Fürstentümer, unter denen das Fürstbistum Münster das größte war, wovon wiederum das Niederstift Münster und spätere Oldenburger Münsterland einen beträchtlichen Teil ausmachte. Anders als in den meisten anderen deutschen Territorien hat sich hier die landständische Verfassung bis ins 19. Jahrhundert hinein erhalten, konnten sich die Stände privilegierte Rechte und machtvollen Einfluß auf allen politischen Ebenen ungeschmälert bewahren. Zwar erlitt die ständische Macht im 17. Jahrhundert erhebliche Rückschläge, als sich Christoph Bernhard von Galen als Fürstbischof unbekümmert über ständische Privilegien und Gerechsamkeit hinwegsetzte und Verwaltung und Behörden im Sinne seiner Herrschaft instrumentalisierte. Doch nach diesem absolutistischen Zwischenspiel gingen die Stände unverzüglich an das „Retablisement ihrer Macht“. Mit der Finanzverwaltung, dem Steuerwesen, dem Militär und der Besetzung der Ämter gerieten die zentralen politischen Herrschaftsinstrumente seit dem ausgehenden 17. Jahrhundert weitgehend unter ständischen Einfluß, und sie blieben es bis zum Ende des Fürstbistums Münster.

Der münsterische Adel stand zwar seinen ostelbischen Standesgenossen in der Größe seines Besitzes deutlich nach, doch erweiterte man seine Perspektive über staatlich-politische Spitzenpositionen hinaus und erfaßte diesen Adel als

soziale Gruppe in seiner Region, so wird deutlich, daß er sich nach Zahl der Familien und Rittergüter durchaus mit dem Adel anderer Provinzen messen konnte. Dieser katholische Adel, vor 1800 noch fest in feudalsständischen Traditionen und Institutionen des geistlichen Staates verankert, von „aufgeklärten“ Kritikern seit der Mitte des 18. Jahrhunderts als hoffnungslos rückständig charakterisiert, trat nach der Säkularisation keineswegs in eine politikferne, Erinnerungen bewahrende Privatheit ein, sondern erscheint weiterhin als eine von breiten Schichten der Bevölkerung anerkannte soziale und politische Elite der Provinz. Dies trifft ganz besonders für die ehemals niederstiftischen, seit 1803 dann oldenburgischen Ämter Vechta und Cloppenburg zu.

Wir haben zwar einige Kenntnisse über den politischen Einfluß dieses Adels nach oben, in seinem Verhältnis zum Landesherrn und über die Wirksamkeit der landständischen Verfassung; auch ist das soziale „Innenleben“ des Adels seit dem ausgehenden 18. Jahrhundert gut durchleuchtet worden. Woran es hingegen mangelt, ist eine differenzierte Untersuchung der Präsenz adeliger Macht in den Kirchspielen auf dem platten Land, ist die genaue Analyse des konkreten Vollzugs von Herrschaft über die dörfliche Bevölkerung.

### Die Adeligen im Oldenburger Münsterland

Alein im späteren Oldenburger Münsterland, den Ämtern Vechta und Cloppenburg, gab es fast vierzig adelige Güter, 26 davon lagen im Amt Vechta. Diese waren landtagsfähig, verteilten sich auf verschiedene Kirchspiele und nicht selten waren mehrere Güter in einer Familie vereinigt. So besaßen die

### Abstract

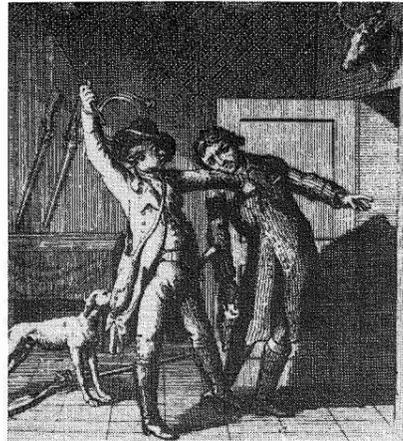
*Till into the 19th century the nobility had an outstanding position in the „Oldenburger Münsterland“, the former „Niederstift Münster“. This fact refers to its political dominance as well as to its influence on the peasant economy and on the social structure of the rural society. The nobility was the most influential lord of manor in this region: Economical, legal, and personal dependency on aristocratic families characterized the everyday world of the peasant. Throughout the centuries most peasant households were determined by „Eigenbehörigkeit“, a lenient kind of bondage. Furthermore the nobility gave essential impulses on the shaping of cultural models of the rural population in this area.*

*During its work in several years the research-project described above has examined the far-reaching influence of numerous aristocratic families on the peasant world. The partly results are soon going to be published in a more comprehensive manner.*

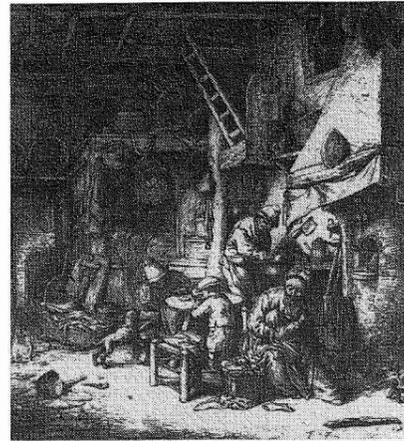
von Galens allein acht Güter in diesem Amt, die Elmendorfsburg, die Häuser Welppe und Füchtel waren im Besitz der Familie von Elmendorff, die von Aschebergs waren Herren von Glomburg, der Häuser Ihorst und Bakum. Die diesen Gütern eigenen



Gutsherr und Leibeigene beim Erntefest - Ende des 19. Jahrhunderts.



Züchtigung eines Leibeigenen durch den Gutsherrn (D. Chofowiecki, 1726-1801).



Behausung einer ärmlichen Bauernfamilie im ausgehenden 17. Jahrhundert

bäuerlichen Stellen lagen über das ganze Amt und darüber hinaus verstreut, in einzelnen Kirchspielen trafen verschiedene Grundherren aufeinander. So waren 1760 allein im Kirchspiel Steinfeld neben dem Domkapitel noch weitere elf adelige Grundherren präsent. Das Forschungsvorhaben macht es sich zur Aufgabe, den Einfluß dieser und anderer zahlreicher Adelshäuser in den Kirchspielen des Oldenburger Münsterlandes auf die lokale und regionale politische Verfassung sowie auf die wirtschaftliche Entwicklung dieser Region vom 30jährigen Krieg bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zu verfolgen. Unter der Leitung von Ernst Hinrichs und in enger Kooperation mit dem Museumsdorf Cloppenburg wendet sich das Projekt vornehmlich vier Schwerpunktthemen zu. Dabei stützt es sich auf bislang nicht ausgewertete Gutsarchive, auf Überlieferungen bäuerlicher Zeugnisse und auf staatlich-administrative Quellen.

- Adelshäuser im Untersuchungsgebiet: In welchen Kirchspielen waren die Rittergüter gelegen und welche Beziehungen bestanden zwischen den einzelnen Gütern?
- Politische Präsenz des Adels in den Kirchspielen: Welche Bedeutung hatten die Burgmannskollegien für die politische Interessenswahrung des Adels? Was tat sich bei den Verhandlungen während der Amts- und Kirchspielskonventionen und wer war an den Beratungen stimmberechtigt beteiligt? Wie wurden die lokalen Ämter besetzt und die Amtsinhaber, die Rentmeister, Amts- und Kirchspielsvögte, instruiert?
- Die ökonomischen Grundlagen des Adels: Wie hoch war das Ausmaß der Leibeigenschaft, hier Eigenbehörigkeit genannt, und welche Folgen hatte sie für die verschiedenen ländlichen Bevölkerungsgruppen? Welche Abgaben und Dienste waren zu leisten und wie wurde damit umgegangen? Kam es zu Konflikten zwischen Bauern und adeligen Grundherren und wie wurden sie gelöst?
- Ausblick: Der Adel nach der Säkularisation

### Konsolidierung und Wahrung von Privilegien

Dem Adel standen zusammen mit dem Klerus im Fürstbistum Münster zunächst wirksame politische Instrumente zur Wahrung und Festigung seiner einflußreichen Position zur Verfügung, und er wußte sie anzuwenden. Zur Konsolidierung und Bewahrung seiner Privilegien und seines politischen Einflus-

ses nach oben, im Verhältnis zur Landesherrschaft also, nutzte er zusammen mit dem Domkapitel die Wahl des Fürstbischofs und die diesem abverlangten Wahlkapitulationen. Denn in den geistlichen Staaten wurde der Landesherr von den aus adeligen Familien stammenden Mitgliedern des Domkapitels gewählt. Unmittelbar nach der Wahl hatte der Landesherr die Wahlkapitulation mit besiegelter Unterschrift zu unterzeichnen. Hier ließ sich der Adel seine Privilegien und Freiheiten, seine herausgehobenen Rechte und weitgehenden Herrschaftsbefugnisse bestätigen, hier baute er die landständische Verfassung im Sinne der Ausdehnung seiner einflußnehmenden Möglichkeiten auf nahezu alle Geschäfte der Landesverwaltung von Wahl zu Wahl aus.

Auf unterer Verwaltungsebene war ihm mit den Amts- und Kirchspielskonventionen ein weiteres politisches Instrument an die Hand gegeben, seine Basis auf dem platten Land zu festigen. Denn der Landtag war nicht das einzige verfassungsmäßige Organ, auf kommunaler Ebene gab es daneben die Kirchspielsversammlungen oder -konventionen. Hier wurde über kommunale Schuldenentilgung, Verteilung der Einquartierungslasten, Ausgleich von Wegestreitigkeiten entschieden, hier wurden die Gemeindebeamten eingesetzt und instruiert. Wichtigster Beratungs- und Entscheidungsgegenstand aber war die Verteilung der vom Landtag bewilligten Monatsschatzungen auf die Kirchspielseingesessenen. Doch nicht sie, die Bauern, sondern ausschließlich die Beamten und „interessierten Gutsherren“ waren zur Teilnahme an der Beratung bei vollem Stimmrecht berechtigt. Und so tragen denn auch die erhaltenen Protokolle der Kirchspielskonventionen den ständig wiederkehrenden Vermerk: „Ist die Kirchspielsrechnung in Anwesenheit der Beamten und Gutsherren abgehört worden.“

Benso wie die Landtage waren auch die Kirchspielskonventionen integraler Bestandteil der ständischen Verfassung im Fürstbistum Münster. So wie die Bauern keine ständische Vertretung auf den Landtagen hatten, so waren sie auch von der Mitwirkung an den Beratungen und der Beschlußfassung über Gegenstände, die das kommunale und bäuerliche Leben unmittelbar betrafen, ausgeschlossen. Sie hatten offenbar auch keine wirksamen Mittel in der Hand, eine Änderung ihrer politischen Einflußlosigkeit herbeizuführen. Versuche, für sich Stimmrecht geltend zu machen, hat es zwar mehrfach gegeben, doch sind sie damit nicht durchgedrungen.

Anders als in Preußen und ostelbischen Gebieten, in denen ein ganzes Dorf zum geschlossenen Herrschaftsbereich



**BREMER  
LANDESBANK**

„Wir wollten von Anfang an eine Bank, die genauso denkt wie wir: innovativ in der Sache und kooperativ in der Woche.“

Tilman Lorenz und Carsten Klapproth haben sich 1990 mit der Bremer pro aqua GmbH auf eigene Füße gestellt.  
Ihr Geschäftsfeld: Der Anlagenbau für die Wasser- und Abwassertechnik.

Ihre Bank: Wir, die Bremer Landesbank.

eines Gutsherrn zählen konnte, war hier der geistliche und ritterschaftliche Streubesitz die Regel, verteilten sich die Höfe eines Eigentums- und Gutsherrn auf zahlreiche Ortschaften, in denen umgekehrt verschiedene Grundherren zur gleichen Zeit präsent waren.

Die Bauern waren mit ihrer Person und wegen des ihnen zugehörigen Bauerngutes dienst- und abgabepflichtig, sie waren an das Bauerngut gebunden, hatten aber andererseits einen erblichen Anspruch auf die Bewirtschaftung der Stelle.

Als Personalverpflichtung war ein halbjähriger Gesindezwangsdienst der Kinder des Eigenbehörigen im Hause des Grundherren zu leisten. Dieser zog darüber hinaus beim Tode des Eigenbehörigen den Sterbfall ein, der den halben oder gar den ganzen beweglichen Nachlaß des Verstorbenen umfaßte. Die Eigenbehörigkeit konnte, falls der Grundherr zustimmte, durch den Freikauf aufgehoben werden.

Weitere Verpflichtungen ergaben sich aus dem Untereigentum am Bauerngut: Der dem Vater nachfolgende Sohn hatte bei der Hofübernahme ein vom Grundherrn festgesetztes Gewinngeld und für die Ehefrau, die er auf die Stelle holte, ein Auffahrtsgeld zu zahlen. Neben diesen unregelmäßig auftretenden Abgaben waren regelmäßige, fixierte Natural- oder Geldabgaben zu entrichten, sowie ebenfalls fest begrenzte Hand- und Spanndienste zu leisten. Diese konnten real oder in Geld abgegolten werden, doch behielten sich die Grundherren ein Wahlrecht vor.

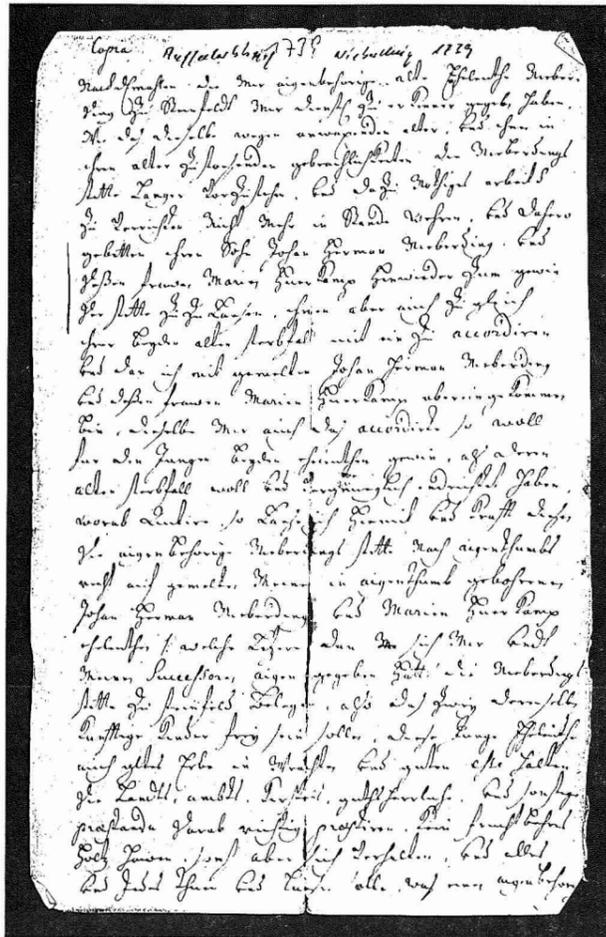
Jenseits dieser Ansprüche besaß der Grundherr umfassende Eingriffs- und Mitspracherechte hinsichtlich der bäuerlichen Familienorganisation und Wirtschaftsführung: Er wählte aus der Zahl der vorhandenen Kinder den Nachfolger des Vaters aus, ohne seinen Konsens konnte der gegenwärtige oder zukünftige Stelleninhaber nicht heiraten, konnten Regelungen über Brautschätze, Erbabfindungen und Altersversorgungen nicht getroffen werden. In Rechtsgeschäften wie Verpachtungen, Vermietungen, Schenkungen, Bürgschaften und Krediten war die Genehmigung des Grundherren ebenso einzuholen wie bei Prozessen gegen Dritte. Veräußerungen von Kolonatsland waren strikt verboten, so auch jegliche testamentarische Verfügung, denn das individuelle Vermögen des Eigenbehörigen fiel über den Sterbfall dem Grundherren zu, ganz nach dem Grundsatz: Was der Eigenbehörige an individuellem Eigentum erwirbt, erwirbt er dem Herrn.

Das sind die wichtigsten Bestimmungen der Eigentumsordnung aus dem Jahre 1770. Und ein Blick in die überlieferten, engbeschriebenen und mit buchhalterischer Genauigkeit geführten Dienst- und Abgaberegister zeigt, daß diese Forderungen auch durchgesetzt wurden.

So werden dem Vollerben Luttmerding im Kirchspiel Damme vom adeligen Hause Fuchtel Jahr für Jahr 3 1/2 Malter Roggen und sechs Malter Hafer abverlangt. 200 Pfund Butter und 3 Gänse, 2 Hühner und 60 Eier waren weitere Naturalabgaben. Zwei Tage Spanndienst in der Woche und zwei „weite Fuhren“ hatte er jeweils mit 12 Reichstalern abgelöst, und statt 1200 Ringe Torf zu stechen, zu trocknen und einzufahren, zahlte er weitere 2 1/2 Reichstaler. Für Graben, Jäten und Flächenen mußte er jeweils 48 Grote berappen.

Gleich anderen „eigenbehörigen Knechten“ sollte er Jagdhunde halten und eine Kuh durchfüttern. Abgesehen von geringfügigen Erhöhungen hatte sich hieran bis 1790 nichts geändert. Neben diese regelmäßig wiederkehrenden Forderungen traten unregelmäßige. So 1760, als für die „Auffahrt“ 420 Reichstaler fällig wurden, so 1791, als für „Auffahrt“ und „Sterbfall“ erneut 700 Reichstaler verlangt wurden.

So wie Luttmerding ging es mehr oder weniger jedem eigenbehörigen Vollbauern zwischen Vechta und Cloppen-



Auffahrtsbrief zwischen dem Eigenbehörigen Joh. Herm. Nieberding und seinem Grundherrn von Elmendorff auf Fuchtel, 1729 (Auszug).

burg. Doch ließen sich die Bauern bei der Erfüllung grundherrschaftlicher Forderungen häufig viel Zeit. Sie lieferten den Roggen in drei oder vier Teilmengen, entrichteten die Gelder für Hand- und Spanndienste in ebenso vielen Raten. Dieser Umstand führte nicht selten zu konfliktträchtigen Auseinandersetzungen. Prozesse zwischen Grundherren und Eigenbehörigen nahmen seit dem ausgehenden 18. Jahrhundert zu. Die Widersetzlichkeiten der Bauern mehrten sich in den Jahren, als der Adel seine politischen Vorrechte und Privilegien verlor, seine grundherrschaftliche Stellung aber noch bewahren konnte.

Konflikte aber entstanden nicht nur wegen verweigerter oder zu spät geleisteter Dienste, sondern hier wie andernorts wegen Streitigkeiten in der Markennutzung, wegen Veräußerungen von Kolonatsland und - vielfach - auf Grund von Holzdiebstählen. So hatte der Zeller Roenbeck 1755 „ohne Erlaubnis“ einige „Bäume gehauen“. Der Grundherr von Elmendorff ließ sie sich mit 35 Reichstaler bezahlen.

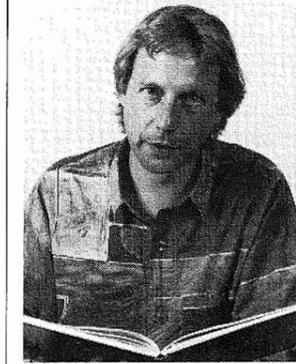
Anders erging es dem Zeller Luttmerding in Damme. Er hatte 1768 „zum Verderb seiner Eigenbehörigen stette (...) viele fruchtbare Eichenbäume“ gefällt. Eine umfassende Untersuchung wird eingeleitet, und es stellt sich heraus, daß Luttmerding mehr als 20 Eichen allein in diesem Jahr geschlagen hatte. Luttmerding gesteht sein schuldhaftes Verhalten ein: Bauholz sei gebraucht worden, teilweise seien Dielen und Zäune „daraus

geschnitten“ worden, auch hätte er sich einen Wagen machen lassen. Eine Tochter sei u. a. mit einem „Kleyderschap“ abgefunden worden. Etliche Bäume seien auch verkauft worden, so u. a. an den „hochlöblichen Richter Eilers.“ Als sich zudem herausstellt, daß Luttmerding hoch verschuldet war, wird er von „der stette abgesetzt,“ werden die „Kornfrüchte (...) verkauffet“, wird das „Erbe zu Rüschemdorf“ verpachtet.“

Uns liegen zahlreiche Quellen dieser und anderer Art vor, die Einblick gewähren in den Alltag eigenbehöriger Bauern. Ihre Auswertung ist nahezu abgeschlossen, doch ist es an dieser Stelle nicht möglich, weiter daraus zu berichten. Korrespondierend hierzu sind differenzierte quantitative Erhebungen vorgenommen worden. Sie umfassen mehr als 3000 Bauernhöfe zwischen Friesoythe und Damme. Auch diese Analyse kann hier nicht im einzelnen mitgeteilt werden. Doch vermitteln sie den Eindruck, daß der Adel nicht nur politisch ein starker Stand war, sondern auch der bäuerlichen Ökonomie weitgehend seinen Stempel aufdrückte. Als die „Bauernbefreiung“ auch in dieser Region mit grundherrschaftlichen, feudalen Strukturen brach, stellte sich heraus, daß diese weitgehend dem Adel zum Vorteil gereichte. Von hier sind gewiß weitreichende Impulse auf die Ausprägung einer regionalen Kultur und Identität ausgegangen.

Noch müssen einige Untersuchungen angestellt werden, um einzelnen Fragen danach näher auf die Spur zu kommen.

Der Autor



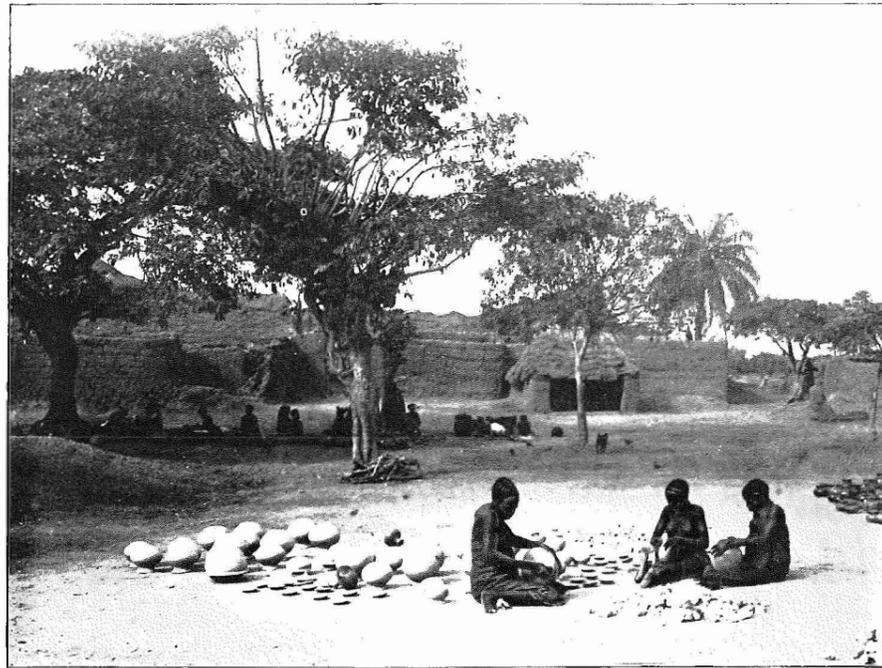
Dr. Christoph Reinders-Düselder (39) war bis 1990 wissenschaftlicher Angestellter am Historischen Seminar. Nach dem Studium der Geschichte und Germanistik arbeitete er als wiss. Mitarbeiter im Fach Geschichte und promovierte mit einer regionalgeschichtlichen Arbeit zur Geschichte der Bevölkerung in den Dammer Bergen im 17., 18. und frühen 19. Jahrhundert. Seit Beginn des Jahres 1991 ist er als wiss. Angestellter am Historischen Seminar der Technischen Universität Braunschweig tätig und nimmt einen Lehrauftrag in Oldenburg wahr.

- Layoutsatz
- Belichtungsservice für Atari auf Linotype 300
- Druck von Plakaten bis 63x88 cm Prospekten und Broschüren

**Officina Druck GmbH, Posthalterweg 1B, 2900 Oldenburg**  
**Telefon (04 41) 77 60 60 und 77 60 61, FAX (04 41) 77 60 65**

## Biblische und afrikanische Weisheit im Sprichwort

von Friedemann W. Golka



Töpferinnen in Ilorin (Afrika): Wo „entsteht“ Weisheit?

### Was ist eigentlich 'Weisheit'?

Beginnen wir mit einer vorläufigen Arbeitshypothese: Ich nenne alle die Teile des Alten Testaments (AT) Weisheit, in denen Wissen nicht durch einen Offenbarungsvorgang erworben wird, sondern durch die rationale Anwendung des menschlichen Verstandes. Innerhalb der hebräischen Bibel wären da zunächst die Bücher der Sprichwörter (Spr), Hiob und Prediger zu erwähnen, obwohl man die apokryphen Bücher Jesus Sirach und Weisheit Salomos nicht außer Betracht lassen sollte. Auch in anderen Büchern des AT gibt es Weisheitsanteile, besonders in den Psalmen. Bei einfachen Sprichwörtern ist es nicht leicht zu sagen, wer sie abgefaßt hat und wie sie eigentlich in die Bibel gekommen sind. Sehen wir uns einmal einige Beispiele in Spr 10 an:

„Ein kluger Sohn macht dem Vater Freude / ein dummer Sohn ist der Kummer seiner Mutter“ (v.1)  
 „Unrecht Gut gedeiht nicht“ (v.2)  
 „Wer mit den Augen zwinkert, schafft Leid“ (v.10)  
 „Lässige Hand bringt Armut“ (v.4)  
 „Wer im Sommer sammelt, ist ein kluger Mensch / in Schande gerät, wer zur Erntezeit schläft“ (v.5)  
 „Steter Tropfen höhlt den Stein“ oder „An apple a day keeps the doctor away!“

Vielleicht waren zwei davon gar nicht aus Spr 10, aber, wie man sieht, sie hätten durchaus dazu gepaßt. Wir können

also jetzt schon feststellen, daß es zwischen hebräischen, deutschen und englischen Sprichwörtern keinen großen Unterschied gibt. (Für die afrikanischen wäre das noch zu zeigen.) Auf den

### Abstract

*Wisdom we call all those parts of the Old Testament in which knowledge is not acquired through a process of revelation, but through the rational application of the human mind (Proverbs, Job, Ecclesiastes). At a first glance it would appear that in the Bible we are dealing with popular proverbs.*

*But this is not what standard works on Hebrew Wisdom tell you. There it is assumed that at court there was a class of „wise men“ who taught in the equally hypothetical schools, and that their teaching consisted of the class ethics of the civil service. But Wisdom is no profession, but a human quality (intelligence), and schools are only mentioned in the OT in the 2nd century BC - 800 years after Solomon! Scribes were trained within a master-apprentice system. The perspective of the biblical proverbs is not that of the courtier, but rather that of ordinary people. During the period of the Judges, when these proverbs originated, Israel was a tribal society of the same kind, as can be found in Africa. For this reason - and not because of some influence one way or another - we detect a great similarity between Hebrew and African proverbs.*

ersten Blick scheint es jedenfalls so, als hätten wir es in der Bibel mit Volkssprichwörtern zu tun.

### Die herrschende Wissenschaftsmythologie

Ganz anders liest sich dies nun in den Standardwerken der Weisheitsforschung wie etwa in Gerhard von Rads „Weisheit in Israel“ (Neukirchen 1972). Hier gewinnt man den Eindruck, daß in der alttestamentlichen Wissenschaft so etwas wie eine komplette Mythologie in Sachen Weisheit entstanden ist. Man geht von der Annahme aus, es habe am Hof eine Klasse von „weisen Männern“ gegeben, die in den ebenso hypothetischen Schulen unterrichtet hätten und deren Lehre aus Beamtenethik bestanden hätte. Lassen Sie uns zunächst einmal mit dem gesunden Menschenverstand vorgehen und Tatsachen und Fiktion auseinanderhalten.

Während wir immerhin etwas von der weisen Frau aus Tekoa hören (II. Buch Sam, Vers 14), die Joab dazu benutzte, David zu überreden, seinen verbannten Sohn Absalom nach Jerusalem zurückzuholen, sind die Beweise für die Existenz einer Klasse von „weisen Männern“ etwas dürftig. R.N. Whybray hat eindeutig nachgewiesen, daß das hebräische Wort *HAKHAM* die gleiche Bedeutung hat wie „wise“ oder „intelligent“ im Englischen, „weise“ oder „intelligent“ im Deutschen. Es ist eine menschliche Qualität und kein Beruf. Berater, Diplomaten und Beamte waren weise und intelligent. Aber ihr Beruf war der von Beratern, Diplomaten und Beamten und nicht der von Weisen und Intellektuellen.

Hat die Weisheit dann aber etwas mit dem Königshof zu tun gehabt? Hier ist es wichtig, zwischen dem Ursprung und der Sammlung der Sprichwörter zu unterscheiden. Ich bestreite nicht, daß die Sprichwörter am Hof *gesammelt* wurden - wo denn sonst? (vgl. Spr 25,1) - aber, wozu es hier geht, ist die Frage ihres Ursprungs. Ich habe eine detaillierte Studie der Königs- und Hofsprüche in Israel und Afrika durchgeführt („Die Königs- und Hofsprüche und der Ursprung der israelitischen Weisheit“, *Vetus Testamentum* (VT) 33, 1983, 257-70), die klar zeigt, daß bei den afrikanischen Sprichwörtern die Entstehung im Volksmund entweder sehr wahrscheinlich oder so gut wie sicher ist. In Spr 10-29 bietet sich ein ähnliches Bild: Es gibt keinen einzigen Königs- oder Hofspruch, bei dem die Entstehung im Volksmund ausgeschlossen ist, denn die Perspektive dieser Sprüche ist die des kleinen Mannes und nicht die des Höflings. Die große Mehrheit dieser Sprichwörter stützt also auch das common-sense-Argument, daß die biblischen Sprichwörter im Volksmund entstanden sind.

### Gab es im alten Israel Schulen?

In der Bibel werden für die Königszeit keine Schulen erwähnt. Dies geschieht zum erstenmal im 2. Jh. v. Chr. (Sirach 51,23) - also 800 Jahre nach König Salomo! Aber es gibt einen „Schulmythos“, der zuerst 1908 von A. Klostermann aufgebracht wurde. Er behauptete, es gäbe drei biblische Texte, die die Existenz von Schulen in Israel voraussetzten: Spr 22,17-21; Jesaja 28,9-13 und 50,4-9. Der erste Text ist ein Exzerpt aus dem ägyptischen Papyrus AMEN-EM-OPE, der die Existenz von Schulen in Ägypten widerspiegelt, für das Volk Israel selbst aber nichts beweist. Die zweite Stelle bezieht sich auf Eltern (Babysprache) und Kinder im Vorschulalter, während die dritte Passage ohnehin als exilisches Gottesknechtlied viel zu spät ist und es außerdem mit prophetischer Jüngerschaft zu tun hat. Daher sind Klostermanns sogenannten Beweise für Schulen nutzlos. Auch die Archäologen haben Schulen im alten Israel bisher nicht

nachweisen können. Die wenigen Scherben, die man gefunden hat, lassen sich leicht durch das Meister-Famulussystem erklären, nach dem die jungen israelitischen Schreiber ausgebildet wurden. Die Kabinettslisten Davids und Salomos (II Sam 8,15-18; 20,23-26; I Kön 4,2-6) helfen hier auch nicht weiter, da ein „Schuloberhaupt“ nirgends erwähnt wird.

Es ist daher einfacher, den Ursprung der Sprichwörter im Volksmund anzunehmen, als sich auf unbewiesene Hypothesen zu stützen. Die 'Männer Hiskijas' (Sp 25,1), die im 8. Jh. im Auftrag des Königs eine Sprichwortsammlung angefertigt haben, sind wahrscheinlich am ehesten den Brüdern Grimm vergleichbar, die Märchen gesammelt haben, deren Verfasser sie gleichfalls nicht waren. Der Staat Juda durchlief im späten 8. Jh. v. Chr. eine ähnliche Phase des Nationalismus und der Romantik. Dies ist wohl der Grund, weshalb Hiskija auf der Suche nach dem Volksgeist eine Sprichwörterammlung anfertigen ließ.

Unter dem Schutz der salomonischen Pseudonymität kamen diese Sprichwörter dann in den Kanon der hebräischen Bibel. Dieser enthält so nicht nur die Erfahrungen einer intellektuellen Elite, sondern im Sprüchebuch reden ganz normale Menschen von ihren Erfahrungen mit Gott und der Welt.

### Was ist die spezifische Methode der Weisheit?

Stephen W. Hawking beschreibt in seinem Buch „A Brief History of Time“ (1988, S. 15) physikalische Theorien wie folgt: „Any physical theory is always provisional, in the sense that it is only a hypothesis: you can never prove it. No matter how many times the results of experiments agree with some theory, you can never be sure that the next time the result will not contradict the theory.“ Dies könnte eine Beschreibung der Beobachtungen und Maximen der israelitischen Weisheit sein.

Andererseits sagt Hawking, „you can disprove a theory by finding even a single observation that disagrees with the predictions of the theory.“ Dies geschieht im Falle Hiobs, eines der klassischen drei Gerechten nach Ezechiel 14,14. Sein Schicksal wird im Hiobbuch ausgewählt, um den Tun-Ergehenszusammenhang zu widerlegen, also die Behauptung der Weisheit, es gäbe einen Zusammenhang zwischen den Taten des Einzelnen und seinem Schicksal. Die defensive Strategie gegen diese Methode der Falsifizierung (Karl Popper) ist die gleiche in der Physik wie in der hebräischen Weisheit: „You can always question the competence of the person who carried out the observation.“ Und dies ist genau die Strategie, die Hiobs Freunde anwenden, wenn sie von ihm verlangen, er solle die Sünden bekennen, die er bisher verschwiegen habe.

Die hebräische Weisheit ist mit Verallgemeinerungen ziemlich vorsichtig. Man scheint sich viel mehr zu wundern, daß es zwischen der Welt der Tiere und der Menschen eine Entsprechung gibt (die Ameise/der Fleißige). Eine ähnliche Entsprechung besteht zwischen der Pflanzenwelt und der der Menschen. Die Sprichwörter erkunden die Welt der Natur und die der menschlichen Natur - sie sind sozusagen Natur- und Sozialwissenschaft auf der Elementarstufe. Innerhalb der Grenze des Unsicherheitsprinzips geht es der Physik darum, eine Reihe von Gesetzen zu entdecken, nach denen sich das Universum entwickeln wird. Ähnliches tut die hebräische Weisheit, wobei der Wille Yahwes das letzte Unsicherheitsprinzip darstellt. Für die Weisheit sind Theologie und Naturwissenschaft in demselben Boot. Das ganze mittelalterliche Problem von Glaube und Vernunft kommt niemals in Sicht. Naturwissenschaft ist Doxologie, sie entdeckt die Fußtapfen des Schöpfers in der Schöpfung.

## Die Lehre von der richtigen Zeit

Diese Lehre nimmt in der Weisheit eine Schlüsselposition ein. Sie wird in Prediger 3,1-8 abgehandelt, wobei das restliche Kapitel dazu einen Kommentar gibt. Auch dies wollen viele Forscher vor dem Hintergrund des Königshofes verstehen. Der Höfling müsse die rechte Zeit kennen, wann er nämlich vor dem König sprechen dürfe. Das ist wohl wahr, aber doch eine etwas bürgerliche Sicht der Dinge. In den meisten Gesellschaften, etwa in Israel, Afrika oder dem alten Sumer (die sumerischen Sprichwörter stammen aus dem 3. Jahrtausend v. Chr.), muß zunächst der Bauer die richtige Zeit für Saat und Ernte kennen. Die Sprichwörter haben sich vermutlich wie die Landwirtschaft aus Mesopotamien über den Fruchtbaren Halbmond nach Nordafrika und Europa verbreitet. Jägersgesellschaften (Eskimos, Indianer) haben fast keine Sprichwörter. Der Versuch, die richtige Tat zur richtigen Zeit auszuführen, stammt also aus der Welt des Bauern und hat von daher das tägliche Leben aller Menschen durchdrungen. Diese Aufgabe überanspricht den menschlichen Verstand keineswegs. Wenn man seinen Kopf nicht anstrengen wollte, half der Stock ("Rute und Rüge verleihen Weisheit", Spr 29,15).

Dennoch muß betont werden, daß die hebräische Weisheit nicht wie die Physik auf der Suche nach einer großen Universaltheorie ist. Das letzte Unsicherheitsprinzip bleibt Yahwe. „Der Mensch entwirft die Pläne im Herzen / doch vom Herrn kommt die Antwort der Zunge“ (Spr 16,1). „Viele Pläne faßt das Herz des Menschen / doch nur der Ratschluß des Herrn hat Bestand“ (Spr 19,21). Die Akikuyu in Kenia haben ein ähnliches Sprichwort: „The designs of one's heart do not arrive / but those of God arrive“. Während die hebräische Weisheit also optimistisch annimmt, daß es möglich sei, Erkenntnisse zu erlangen, ist sie sich dennoch klar ihrer Grenzen bewußt.

## Gemeinsamkeiten von biblischen und afrikanischen Sprichwörtern

Warum sollte man zwei Kulturen vergleichen, zwischen denen es keine nachweisbaren Verbindungen gibt? Wenn es zutrifft, daß die hebräischen Sprichwörter älter sind als die Königszeit, dann gehören sie als Volkssprichwörter in die sog. Richterzeit, die im AT im Buch Richter beschrieben wird. Dies ist die Zeit vor der Staatenbildung in Israel. Was wir vorfinden, ist eine typische Stammesgesellschaft, die der der afrikanischen Stämme entspricht. Sogar das von britischen Sozialanthropologen in Afrika nachgewiesene Phänomen der „tribes without rulers“ entspricht ganz dem Israel der Richterzeit. Ist die gesellschaftliche Organisationsform in Israel und Afrika ähnlich, braucht es uns auch nicht zu verwundern, daß in beiden Fällen ähnliche Sprichwörter auftreten. Wenn Übereinstimmung zwischen dem in den Sprüchen Israels dargestellten Lebensbereich und dem der afrikanischen Sprichwörter besteht, dann wird die von vielen Forschern angenommene Herkunft der Weisheit Israels aus den umliegenden Hochkulturen fraglich. Sie müßte dann wie die afrikanische als einheimische Weisheit erklärt werden.

Die biblischen Sprichwörter kann man in sieben Großgruppen einteilen: (I) Der Mensch, (II) Der Mensch in der Gemeinschaft, (III) Arbeit und Besitz, (IV) Öffentliches Leben, (V) Weisheit und Torheit, (VI) Gott und Mensch, (VII) Die Frommen und die Frevler (ähnlich auch Claus Westermann in seinem neuen Buch „Wurzeln der Weisheit“, Göttingen 1990).

Die ersten fünf Gruppen finden sich auch in Afrika, nicht aber VI und VII. Ich stelle einmal eine kleine Auswahl gegenüber:

- „Das Vorhaben im Herzen eines Mannes ist wie ein tiefes Wasser / aber ein kluger Mann kann es schöpfen“ (Spr 20,5). „Man is like a pepper / till you have chewed it / you do not know how hot it is“ (Hausa).
- „Falsche Lippen bergen Haß / und wer verleumdet ist ein Tor“ (Spr 10,18). „Good words are food / bad words poison“ (Malagassy).
- „Besser im Winkel auf dem Dach wohnen / als mit einem zänkischen Weibe zusammen in einem Hause“ (Spr 21,9). „To marry is to put a snake in one's handbag“ (Bantu).
- „Der Jünglinge Ehre ist ihre Stärke / und graues Haar ist der Alten Schmuck“ (Spr 20,29). „The young bird does not crow / until it hears the old ones“ (Bechuana).
- „Wo keine Rinder sind, da ist die Krippe leer / aber die Kraft des Ochsen bringt reichen Ertrag“ (Spr 14,4). „The one who loses the cattle / is the one who herds them“ (Lovedu).
- „Der Faule spricht: Es ist ein Löwe draußen / ich könnte getötet werden auf der Gasse“ (Spr 22,13). „The sluggard has no locusts / even if they sleep in his courtyard“ (Lov.).
- „Der Arme ist verhaßt auch seinem Nächsten / aber die Reichen haben viele Freunde“ (Spr 14,20). „A good name cannot be eaten / it is money that counts“ (Fante).
- Ein kluger Knecht gefällt dem König / aber einen schändlichen trifft sein Zorn“ (Spr 14,35). „A big goat does not snort without reason“ (Kamba).
- „Die Weisen halten ihr Wissen zurück / aber der Toren Mund führt schnell zum Verderben“ (Spr 10,14). „We begin by being foolish / and we become wise by experience“ (Masai).

Wir sehen schon aus diesen wenigen Beispielen, daß die Hauptgruppen der hebräischen und afrikanischen Sprichwörter übereinstimmen. In beiden Fällen haben wir es mit Stammesgesellschaften zu tun. Auch der Hintergrund der Landwirtschaft und des kleinen Handwerks ist dem Israel der Richterzeit und den Afrikanern gemeinsam. Warum fehlen dann in Afrika die Bereiche „Gott und Mensch“ bzw. „Die Frommen und die Frevler“? (Wo sie etwa einmal auftauchen, z.B. bei den Hausa, liegt schon islamischer Einfluß vor.) Das dürfte daran liegen, daß diese Themen nicht mehr zur Volksweisheit gehören, dann gäbe es sie auch in Afrika, sondern daß es hier unter dem Einfluß des Yahweglaubens zu einer theologischen Reflexion der Weisheit in Israel gekommen ist.

### Der Autor



Prof. Dr. Friedemann W. Golka (49) wurde 1989 auf die Professur Evangelische Theologie mit dem Schwerpunkt Altes Testament an die Universität berufen. Golka studierte in Bethel, Heidelberg und Oxford Theologie und ging 1970 als Assistent an die Universität Exeter (England), wo er später Universitätsdozent wurde. 1973 promovierte er in Heidelberg. Er ist u.a. Autor eines Jona-Kommentars und arbeitet zur Zeit an einem Buch über die Entstehung der hebräischen Weisheit.

# Physik und Umwelt

## Vegetationsstreß früh erkennen

### Ein Pikosekunden-Fluorimeter im mobilen Einsatz

von Elmar Breuer, Hans Gerd Hegeler, Karlheinz Maier-Schwartz



Mit dem Pikosekunden-Fluorimeter werden in den Grünanlagen der Universität Messungen an Buchenblättern durchgeführt.

Die dramatische Zunahme der Waldschäden hat in den 80er Jahren die Öffentlichkeit außerordentlich stark beunruhigt. Am Beispiel des Waldsterbens wurde die Bedrohung der Natur durch technologische Ausbeutung sehr vielen Menschen bewußt. Inzwischen ist es in den Medien etwas ruhiger um dieses Thema geworden, und andere ökologische Probleme wie „Abbau der Ozonschicht“ oder „Altlasten“ erscheinen häufiger in den Schlagzeilen. Doch die jährlichen Bilanzen der Waldschäden in der Bundesrepublik weisen unverändert hohe prozentuale Anteile an kranken Bäumen auf.

An vielen Standorten sind die Schädigungen der Wälder ohne aufwendiges Meßverfahren schon mit dem bloßen Auge sehr deutlich zu sehen. Allerdings gilt inzwischen auch als sicher, daß je nach Standort sehr unterschiedliche Faktoren zum Sterben der Wälder beitragen. Der lokal vorgegebene „Vegetationsstreß“ führt zu mehr oder weniger starken Folgeschäden - und das auch noch abhängig von den jeweiligen Pflanzenarten. Es gibt nicht nur eine Krankheit der Bäume.

Zur weiteren Erforschung der oftmals sehr komplizierten Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Umwelteinflüssen und Schädigungen auf Pflanzen sind mobile, im Freiland einsetzbare Meßmethoden besonders hilfreich. Denn die konkret vorliegenden Umweltbedingungen können in Laborversuchen nur ungenügend nachgebildet werden. In diesem Artikel wird ein Arbeitsvorhaben vorgestellt, dessen

Ziel es ist, mit modernen physikalischen Meßmethoden ein System zur Früherkennung von Waldschäden bzw. von Vegetationsstreß zu entwickeln. Die Idee des Meßsystems beruht darauf, daß sich viele Streßfaktoren bereits in einer Frühphase - noch bevor es zu sichtbaren Schädigungen kommt - durch Störungen des pflanzlichen Photosyntheseapparates bemerkbar machen.

### Abstract

*A mobile picosecond-fluorimeter has been designed and tested by using recent high-tech products. This novel technique of applied laser spectroscopy enables us to study the momentary activity of photosynthesis of green plants in outdoor experiments (in situ). The time range of picoseconds is required for the direct observation of functional processes within the microscopic structure of the plant cells. Our experimental arrangement has shown to be well suited for a quantitative analysis of plants. Vegetation stress and damage to the photosynthetic apparatus can be characterised in an early state of development.*

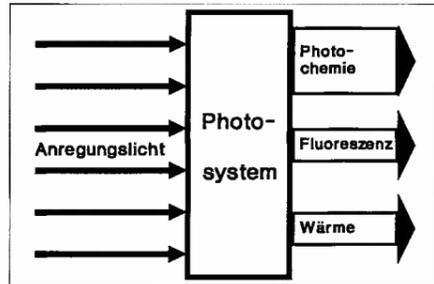
### Zur Photosynthese grüner Pflanzen

Die Photosynthese ist grundlegend für das Leben auf der Erde. In diesem Prozeß wird die Energie des Sonnenlichtes in biochemisch verwertbare Energie gewandelt. Pflanzen besitzen

für diesen Zweck spezielle Organellen, die sogenannten Chloroplasten. Diese sind wenige Mikrometer groß und können unter dem Mikroskop als intensiv grüne Partikel in der Pflanzenzelle identifiziert werden. Jeder einzelne Chloroplast ist in der Lage, Photosynthese vollständig durchzuführen; d.h. er kann Wasser und Kohlendioxid aufnehmen und mit der photochemischen Energie Kohlenhydrate aufbauen sowie Sauerstoff freisetzen. Zum Einfangen des Sonnenlichtes besitzt jeder Chloroplast in seinem Innern eine Vielzahl von sogenannten Photosystemen. Diese haben speziell die Aufgabe, die allerersten Schritte der Energieaufnahme und -speicherung zu vollziehen.

## Photosyntheseaktivität und Fluoreszenzabklingen

In den Photosystemen wird das Sonnenlicht von Pigmentmolekülen absorbiert und zu den Reaktionszentren weitergeleitet. Das Chlorophyll-a Molekül spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Ein Teil der vom Blatt aufgenommenen Lichtenergie wird als rotes Fluoreszenzlicht wieder abgestrahlt. Diese Chlorophyll-Fluoreszenz eignet sich als Indikator des physiologischen Zustands bzw. der Photosyntheseaktivität eines grünen Blattes. Als besonders aussagekräftig erweist sich unser im folgenden skizzierter methodischer Ansatz der „zeitaufgelösten Fluoreszenzspektroskopie“. Ein Pflanzenblatt wird mit einem sehr kurzen Lichtblitz bestrahlt. Dessen Lichtenergie wird von den Photosystemen eingefangen und kann über drei verschiedenartige „Kanäle“ abfließen bzw. verwertet werden. Ein Kanal führt die aufgenommene Lichtenergie den photochemischen Prozessen zu, im zweiten wird sie als Fluoreszenz abgestrahlt und im dritten wird sie in Wärme umgewandelt. Die Intensität der Fluoreszenz, d.h.



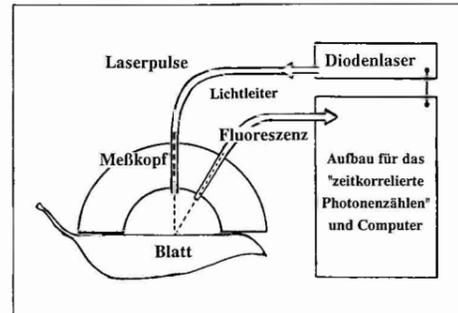
Einfache Modellvorstellung für den Energiefluß in den Photosystemen

der „Energieabfluß“ über den Fluoreszenzkanal, wird in der Zeit nach der Lichtpulsanregung gemessen. Dabei wird ein Abklingen innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums beobachtet. Mathematisch kann es mit einem mehr exponentiellen Zerfallsgesetz beschrieben werden.

Bei geringer Photosyntheseaktivität, also weitgehend geschlossenem photochemischen Kanal, wird die vom Blatt aufgenommene Lichtenergie langsamer abgebaut. Dementsprechend machen sich Störungen des Photosyntheseapparates, z.B. „Vegetationsstreß“ oder ein schlechter Gesundheitszustand, in einem langsameren Abbau der Lichtenergie bemerkbar. Der jeweilige Verlauf des Fluoreszenzabklinsens kann also zur Bewertung der Photosyntheseaktivität genutzt werden. Grob vereinfacht gilt: je langsamer das Abklingen, desto schlechter arbeitet der Photosyntheseapparat. Die experimentell beobachtete Fluoreszenzintensität eines optimal arbeitenden Blattes klingt mit ca. 300 bis 600 Pikosekunden ab; bei vollständig abgeschalteter Photosyntheseaktivität wird dies verlangsamt auf ca. 2000 Pikosekunden. Eine Pikosekunde ist der billionste (!) Teil einer Sekunde.

## Das Pikosekunden-Fluorimeter

Zur Messung des Fluoreszenzabklinsens im mobilen Freiland Einsatz ist in der Arbeitsgruppe Molekül- und Biophysik das Pikosekunden-Fluorimeter entwickelt und aufgebaut worden. Zu seiner Realisierung waren insbesondere eine schnell pulsare Lichtquelle sowie eine zeitlich hochauflösende Nachweiselektronik erforderlich.



Prinzipielle Messanordnung des Pikosekunden-Fluorimeters

Als Lichtquellen, die entsprechend kurze Lichtblitze abgeben können, haben sich Laser im Pulsbetrieb bewährt. Das sind in der Regel große, teure Systeme mit erschütterungsempfindlichen mechanischen und optischen Komponenten, was ein Hindernis für Freiland-Meßaufbauten dargestellt. Als alternative Lichtquelle für das Pikosekunden-Fluorimeter bot sich der Diodenlaser an - ein etwa erbsengroßes elektronisches Bauteil, das sich mit einer geeigneten Elektronik hinreichend schnell pulsen läßt. Weit verbreitet ist dieser Minilaser in der Nachrichtentechnik; in jedem CD-Player sitzt ebenfalls ein solcher. In beiden Fällen handelt es sich jedoch um Bautypen, die infrarote Strahlung abgeben. Seit etwa zwei Jahren sind Diodenlaser mit rotem Licht verfügbar, wie es für Pflanzenuntersuchungen geeignet ist.

Einen weiteren wesentlichen Beitrag zur Handhabbarkeit des Pikosekunden-Fluorimeters stellt die Verwendung von Lichtleitfasern dar: Der Laserpuls wird durch eine Faser auf das zu untersuchende Blatt geleitet, das unter einem entsprechenden Meßkopf vom Umgebungslicht abgeschirmt wird. Eine zweite Lichtleitfaser erfaßt das Fluoreszenzlicht, um es der elektronischen Registrierung und Auswertung zuzuführen. Die Fasern haben eine Länge von mehreren Metern, so daß auch in höher gelegenen Baumbereichen Messungen durchgeführt werden können.

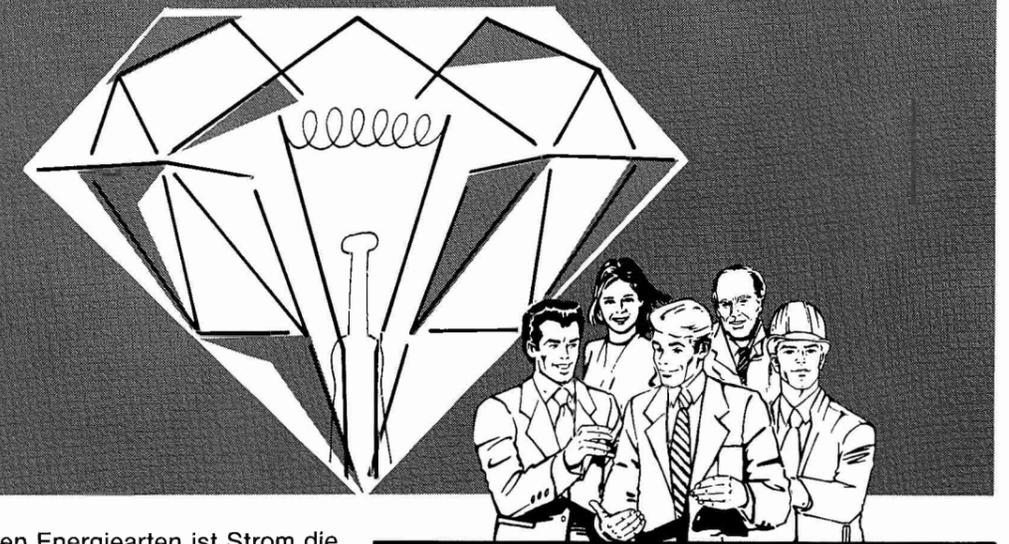
Das eingesetzte Meßprinzip (Stichwort „zeitkorreliertes Photonen zählen“) und die Auswertemethoden sollen hier nicht näher erklärt werden. Es sei angemerkt, daß man bei dem angewandten Verfahren nicht mit einem einzigen Lichtpuls und anschließender Registrierung arbeitet, sondern daß einige Millionen derartiger Experimente nacheinander ausgeführt werden müssen, um eine verlässliche Meßkurve des Fluoreszenzabklinsens zu erhalten. Eine vollständige Messung ist dennoch in einigen Sekunden beendet, weil durch den Diodenlaser fünfhunderttausend Lichtblitze pro Sekunde auf die Probe gegeben werden.

## Einwirken eines Herbizids

Um die Leistungsfähigkeit der Apparatur zu erproben, wurde ein Experiment durchgeführt, in dessen Verlauf eine drastische Störung der Photosyntheseaktivität durch ein Herbizid („Unkrautvernichtungsmittel“) erfolgte. Als Herbizid bot

Sichere, verantwortungsvolle Energieversorgung für die Bürger unseres Landes.

# Strom ist ein kostbares Gut.



Im Vergleich zu anderen Energiearten ist Strom die wertvollste von allen. Denn Strom hat die vielseitigsten Gebrauchseigenschaften, die seinen Wert bestimmen.

Mit Werten sollte man umsichtig umgehen. Auch mit Strom. So kann jeder einzelne Verbraucher durch den Einsatz moderner Geräte den Stromverbrauch senken. Das bringt Gewinn für alle: Primärenergien werden eingespart, dadurch die Umwelt weiter entlastet und der Verbraucher hat weniger Geld zu bezahlen.

Machen Sie es so wie wir: Durch technische Verbesserungen beispielsweise an Kohlekraftwerken haben wir den Einsatz von Kohle seit 1950 halbiert.

Die Energieberater der Elektrizitätsversorgungsunternehmen sagen Ihnen, wie auch Sie Strom sparen können.

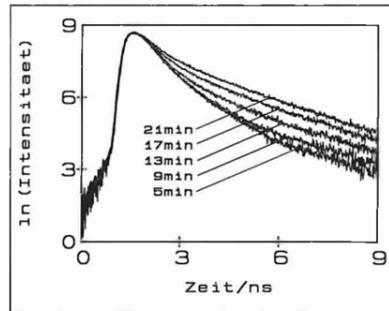
Vernunft ist gefragt, wenn es um eine sichere Energieversorgung geht.

## PreussenElektra

PreussenElektra AG · Tresckowstr. 5 · 3000 Hannover 91

sich DCMU an, weil seine genaue Wirkungsweise durch zahlreiche pflanzenphysiologische Untersuchungen dokumentiert ist. Für das Experiment wurde ein Blatt eines Gurkenkeimlings an seiner Rückseite in Kontakt mit einem in DCMU-Lösung getränkten Schwamm gebracht. In Abständen von zwei Minuten erfolgte die Messung des Fluoreszenzabklings. Im Verlauf der Vergiftung zeigt sich eine fortschreitende Verlängerung des Fluoreszenzabklings.

Als quantitativer Parameter zur Beurteilung des Fluoreszenzabklings und damit der Photosyntheseaktivität hat sich die sogenannte mittlere Abklingzeit erwiesen. Anschaulich gesprochen ist das der Schwerpunkt einer Abklingkurve. Diese Größe läßt sich mit dem Auswertecomputer leicht bestimmen. Weil bei flacherem Verlauf der Abklingkurve - d.h. bei langsamerem Fluoreszenzabkling - der Kurvenschwerpunkt immer weiter vom Kurvenanfang wegrückt, läßt sich zusammenfassend sagen: Je größer der Zahlenwert der mittleren Abklingzeit ist, desto stärker sind die Photosysteme in ihrer Funktion gestört. Wie demnach zu erwarten ist, zeigt sich im Verlauf der DCMU-Einwirkung ein starker Anstieg der mittleren Abklingzeit, bis nach etwa 20 Minuten ein nahezu stationärer Wert erreicht wird. Das kurzzeitige Abfallen der mittleren Abklingzeit in der An-



Entwicklung des Fluoreszenzabklings eines grünen Blattes bei fortschreitender Herbizid-Vergiftung. Die Fluoreszenzintensität ist in logarithmischer Darstellung über der Zeit (in Nanosekunden = 1000 Pikosekunden) aufgetragen. Für die einzelnen Meßkurven ist jeweils die Einwirkzeit des Herbizids in Minuten angegeben.

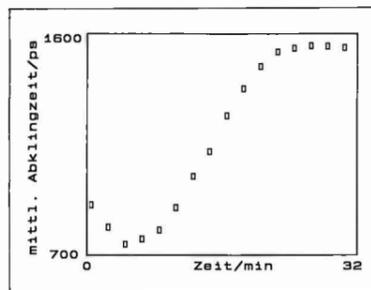
fangsphase ist unabhängig von den Herbizidfolgen. Die Chloroplasten optimieren in dieser Zeit („Kautsky-Effekt“) ihren photochemischen Kanal, bis die Schädigungen dominieren.

Die mit dem Pikosekunden-Fluorimeter erfaßbare mittlere Abklingzeit erweist sich als ein Parameter, der es erlaubt, Störungen der Photosyntheseaktivität quantitativ zu bewerten. Darüber hinaus erlauben detailliertere Analysen der Abklingkurven in vielen Fällen eine qualitative Unterscheidung verschiedenartiger Schädigungen. So lassen sich beispielsweise charakteristische Merkmale der DCMU-Vergiftung ausmachen.

## Weitere Anwendungen des Pikosekunden-Fluorimeters

Das Pikosekunden-Fluorimeter wurde bereits unter weiteren Fragestellungen erfolgreich eingesetzt. So konnte die kurzfristige Veränderung der Photosyntheseaktivität unter dem Einfluß von Kälte, Hitze oder Trockenheit beobachtet werden. Bei Schadeinwirkung durch eine alkoholische Lösung, technisch wie das Herbizidexperiment durchgeführt, wurden in den Daten schon erste Zersetzungen der Photosysteme erkennbar.

Bei Messungen an Buchen in den Grünanlagen der Universität erwies sich die Apparatur als tauglich für den mobilen Freiland-einsatz. Mit unserem Meßverfahren kann die Blattoberfläche abgetastet und in ihrer jeweiligen Photosyntheseaktivität beschrieben werden. Im Gegensatz dazu liefert eine visuelle Beurteilung des Blattes nur eine Aussage über die Häufigkeit bestimmter



Die aus den Meßdaten berechnete mittlere Abklingzeit ist (in Pikosekunden) über der Einwirkzeit des Herbizids aufgetragen

Pigmentmoleküle. Erwähnt sei auch, daß sich mit geringer Veränderung das Gerät ebenfalls für Untersuchungen der mittlerweile häufigen Algenplagen im Meer einsetzen läßt.

## Ausblicke

Es soll hier nicht der Eindruck erweckt werden, daß das vorgestellte Verfahren der „Stein der Weisen“ für die Pflanzenforschung wäre. Das kann es schon prinzipiell nicht, weil die Fluoreszenz nur einen ausschnittshaften Einblick in die „Pflanzenbefindlichkeit“ gibt. Viele andere Zusammenhänge werden nicht erfaßt und schlagen sich auch mittelbar nicht in den Meßergebnissen nieder. Ziel sollte es daher sein, das Verfahren in die bestehenden ökologisch orientierten Meßverfahren einzuordnen, entsprechend anzuwenden und zu verbessern. Denn die zeitlich hochauflösende Fluoreszenzmessung bietet ihrerseits Einblicke, die mit den anderen Verfahren gar nicht oder nur mit sehr viel höherem Aufwand möglich sind.

Das Pikosekunden-Fluorimeter erlaubt die zerstörungsfreie Untersuchung von individuellen Pflanzen und von einzelnen Pflanzenteilen - sogar ein einzelnes Blatt kann mit einem Raster von Meßpunkten überzogen werden. Dabei verbleibt die Pflanze an ihrem natürlichen Standort, was für die Zuverlässigkeit vieler Untersuchungen entscheidend ist. So lassen sich vielfältige Daten gewinnen, deren angemessene Interpretation wiederum hohe Anforderungen stellt. Vor diesem Hintergrund ist es besonders wichtig, daß in Zukunft die fächerübergreifende Zusammenarbeit weiterentwickelt wird.

## Die Autoren

Die Diplom-Physiker Elmar Breuer und Hans Gerd Hegeler (v.l.) gehören der Arbeitsgruppe „Molekül- und Biophysik“ des Fachbereichs 8 Physik an, die von Prof. Dr. Karlheinz Maier-Schwartz (r.) geleitet wird. Die Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe sind Untersuchungen photophysikalischer Prozesse an großen Molekülen und deren strukturelle Wechselwirkung mit der Umgebung. Methodisch werden dabei moderne Meßverfahren der Laserspektroskopie mit ultrakurzen Lichtpulsen sowie seit kurzer Zeit auch der Massenspektrometrie eingesetzt. Maier-Schwartz, der Physik an der Universität Frankfurt am Main studierte und als Akademischer Oberrat am Fachbereich Physik der Universität Regensburg tätig war, wurde 1975 an die Universität Oldenburg berufen.

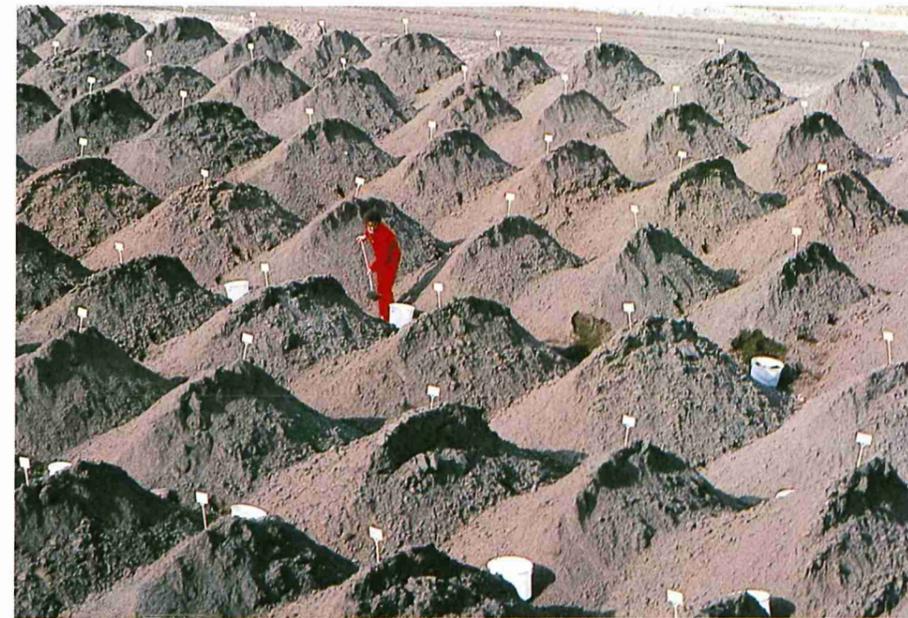


# Chemie

## Sanierung industrieller Altlasten - Modellvorhaben Povel/Nordhorn

### Strategien, Erfahrungen und Ergebnisse

von Dieter Schuller, Peter Rongen und Arun Virmani



50 von insgesamt 16.000 Aushubchargen, die in Povel-Nordhorn analysiert worden sind

Das Sanierungsgebiet Povel/Nordhorn, Niedersachsen (BRD), ist ein ca. 15 ha umfassendes Gelände einer 1980 aufgelassenen Textilfabrik in unmittelbarer Nähe des Nordhorer Stadtkerns. Das gesamte Gelände wurde im Laufe der 100jährigen Produktionszeit des Betriebes sowohl durch den Nutzungswandel (produktionsbedingt) als auch durch die vorherrschenden Entsorgungstechniken (entsorgungsbedingt) mit unterschiedlichen Schadstoffen, Schadstoffkombinationen und -konzentrationen in differierenden Tiefen belastet. Neben den produktions- und entsorgungsspezifischen Schadstoffzentren wurden durch die konventionell ausgeführte Demontage der betrieblichen Infrastruktur zusätzlich flächenhafte Kontaminationen geschaffen.

Mit Hilfe von Bundesmitteln (Bundesbauministerium, Bundesumweltministerium), Landesmitteln (Niedersächsisches Sozialministerium), Kommunalmitteln (Stadt Nordhorn) wird in Form eines Modellvorhabens das Gelände mit dem Ziel saniert, ein hochwertiges, stadtkernnahes und attraktives Wohngebiet zu schaffen. Aufgrund der Interdependenzen zwischen geologisch/hydrologischer Ausgangssituation und industrieller Nutzung des Altstandortes wird das Gelände in drei Kontaminationszonen untergliedert.

## Talsandfläche

Hierbei handelt es sich um den hochwasserfreien, im Zentrum und im Süden des Geländes gelegenen Talsandsockel.

Er diene als Standort für die großen Produktionshallen und -gebäude des Textilunternehmens.

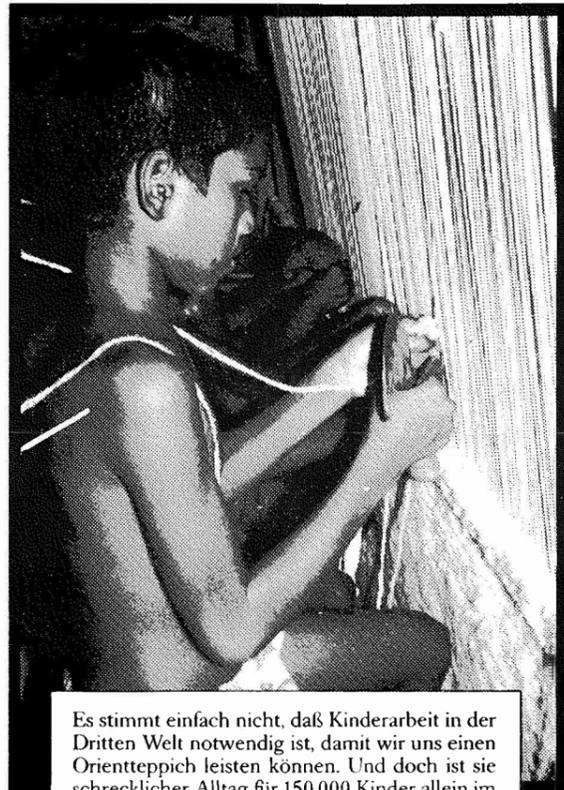
Die Schadstoffbelastung dieser Zone ist, mit Ausnahme eines CKW-Kontaminationsfeldes im Süden des Geländes (Durchmesser ca. 60 m), gering. Bei der Belastung in diesem Schadstofffeld handelt es sich um die früher als Reinigungsmittel vielfältig eingesetzten chlorierten Kohlenwasserstoffe Tri- und Tetrachlorethen (bekannter unter den Namen 'TRI' und 'PER' und heute unter dem Begriff 'CKW' subsumiert). Die Konzentration dieser Schadstoffe liegt im Boden - in 6 bis 15 Metern Tiefe - zwischen 15 und 140 mg/kg, im Grundwasser zwischen 0,2 und 1 mg/l, und damit deutlich über tolerierbaren Werten. Die

## Abstract:

Reclaiming contaminated industrial area by 'soil-exchange' will be more and more impossible: Deposition-capacities are rare and expensive as well as 'high-tec'-capacities to clean-up soils. At Nordhorn, reclaiming a 15 ha industrial area, a concept was tested, whose first steps consist in a combination of 'high-think' and 'low-tec', conducting to a considerable reduction of the needs for high-tec-capacity and deposition capacities.

Schwermetallgehalte des Bodens der Talsandfläche liegen generell unterhalb der Richtwerte der Klärschlammverordnung. Im Übergangsbereich zur Flußauwe steigen die Schwermetallgehalte an. Dies ist eine Folge der flächenhaften Verteilung von Farb-

# Liebe deinen Nächsten wie dich selbst



Es stimmt einfach nicht, daß Kinderarbeit in der Dritten Welt notwendig ist, damit wir uns einen Orientteppich leisten können. Und doch ist sie schrecklicher Alltag für 150 000 Kinder allein im indischen Mirzapur-Distrikt.

Deren Leid und Tränen einfach unter den Teppich zu kehren, könnte uns eines Tages ins Stolpern bringen.

Die Projektpartner von BROT FÜR DIE WELT setzen sich für menschenwürdigere Lebensumstände der indischen Kinder in den Teppichwerkstätten von Mirzapur ein. Sie machen die Öffentlichkeit auf gesetzwidrige Zustände aufmerksam, wirken auf Behörden und Arbeitgeber ein, befreien Kinder aus der Sklaverei.

Tun auch Sie etwas für diese mißbrauchten Kinder: Bestehen Sie beim Teppichkauf auf Ware, die von Erwachsenen geknüpft, bei der gesetzlicher Mindestlohn bezahlt wurde. Und helfen Sie durch Ihre Spende für unsere Projektarbeit den Benachteiligten dieser Erde.

**Brot für die Welt**  
 Postgiro 500 500 500  
 Postf. 101142 · 7000 Stuttgart 10

Name \_\_\_\_\_  
 Straße \_\_\_\_\_  
 PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Bitte senden Sie mir kostenlos das Heft „Den Armen Gerechtigkeit“.

schlammern durch den unkontrollierten Abbruch der Klär- und Neutralisationsbecken. Gelegentlich treten kleinere Mineralölverunreinigungen auf.

## Flußbaue

Im Norden wird der Talsandsockel halbkreisförmig von der Flußbaue der Vechte eingefäßt. Dieser durchschnittlich 70 m breite Gürtel diene sowohl der Ablagerung der produktions- und betriebstechnischen Abfälle als auch der Anlage von Entsorgungseinrichtungen (z.B. Mülldeponie, Neutralisations- und Klärbecken, Lagerplätze für Leergut usw.). Neben flächenhaft ausgebrachten festen Abfällen (u.a. Steinkohleaschen, feiner Erdaushub, Bauschutt, ortsfremde Granulate, z.B. Gießereisande) sind vor allem die durch den Abbruch verteilten Farbschlämme das Hauptkontaminationspotential.

Die Schwermetallkonzentrationen variieren wie folgt: Cd 2 bis 6.100 mg/kg, Pb 120 bis 4.500 mg/kg, Hg 0,5 bis 14 mg/kg, Zn 200 bis 220.000 mg/kg. Die CKW-Belastung schwankt zwischen 5 und 42 mg/kg. Bei den Kohlenwasserstoffen überwiegen die Mineralöle mit flächenhaft verbreiteten Konzentrationen zwischen 600 und 53.000 mg/kg. Phenole (180 bis 3.500 ppm), Teeröle (60 bis 800 ppm) und Benzolhomologe (25 bis 200 ppm) sind überwiegend in kleineren Schadstoffnestern oder -wannen angereichert.

## Altarme

Die Altarme sind mit ihren Verfüllungen und randlichen Anfüllungen diffuse Deponiekörper hohen Kontaminationspotentials, die mit grobem Bauschutt durchsetzt sind und somit kavernöse Systeme mit hoher Durchlässigkeit darstellen. Aufgrund des heterogenen Stoffgemenges, das sich aus allen Abfallkategorien zusammensetzt, und des hohlraumreich ausgebildeten Porensystems ist eine Kontaminationszone entstanden, in der die Schadstoffe teilweise frei flotieren können. Neben den Schwermetallen aus den Farbschlämmen sind es vor allem Organika, die das Gefährdungspotential dieser Schadstoffbasins darstellen.

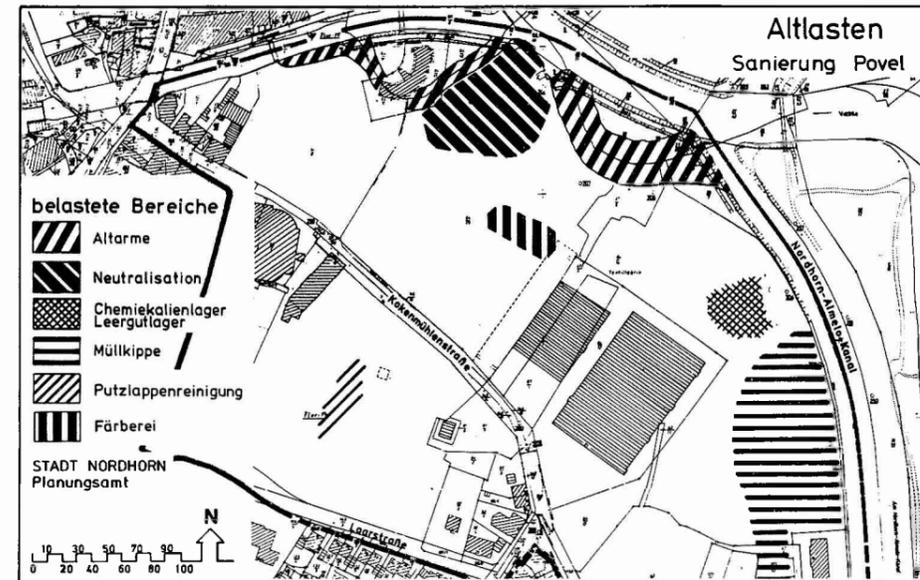
Folgende Schadstoffgehalte wurden in den Füllmassen dieses

Bereiches gemessen: Cd 5 bis 1.000 mg/kg, Hg 0,5 bis 30 mg/kg, Pb 180 bis 3.600 mg/kg, Zn 380 bis 63.000 mg/kg, Phenole 0,5 bis 3.200 mg/kg, Benzol 0,2 bis 320 mg/kg, Teeröle 60 bis 4.200 mg/kg, Mineralöle 300 bis 12.000 mg/kg, PAK 0,5 bis 120 mg/kg. Teeröle, Maschinenfette, Farben/Lacke, Lösungsmittel (Toluol, Xylol) und CKW wurden teilweise als Konzentrate in den Originalgebinden vorgefunden.

## Gefährdungsabschätzung und Observation

Der Geländesanierung wurde eine Phase der Voruntersuchung vorgeschaltet, die in den folgenden Arbeitsschritten bestand:

- Historische Recherche über Produktionsverfahren, eingesetzte Produkte, Standorte von Produktions- und Nebenanlagen incl. Nutzungswandel/Standortwechsel
  - Topographische Erfassung von Verdachtsflächen, und zwar
    - Färbereistandorte
    - Kläranlagen/Neutralisationsbecken
    - Altarme der Vechte
    - Mülldeponie (betriebseigen)
    - Chemikalienlager / Waschplätze für Leergutreinigung
    - Einsatzorte von halogenierten Lösemitteln
    - betriebseigenes Kraftwerk
  - Orientierende Bohrungen durch Rammkernsondierungen (25 Bohrungen von acht Meter Tiefe) und Baggerschürfe in den Verdachtsflächen incl. Boden-, Wasser- u. Luftanalytik
  - Klassifikation von Ablagerungen und Schadstoffen nach der Herkunft
    - Abfälle und Reststoffe aus der lokalen Produktion (Farbschlämme etc.)
    - Abfälle und Reststoffe aus der lokalen Energieversorgung (Aschen, Öle, etc.)
    - Abfälle und Reststoffe aus der Instandhaltung und Erweiterung der Infrastruktur sowie des Maschinen- und Geräteparks
    - Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle
    - angefrachtete externe Produktionsabfälle und Füllmaterialien (Gießereisande, Schlacken, etc.)
- Bei der Auswertung der ersten Observationsergebnisse zeichnete sich ein heterogenes Verteilungsbild der vertikal und z.T. horizontal erfaßten Kontaminationszonen ab.



Kartografische Darstellung des Ergebnisses der Gefährdungsabschätzung

### Sanierungsverfahren

Anstelle weiterer Testbohrungen wurden standortadäquate Detektionsmethoden eingesetzt, um großflächige Perforationen von Sperrschichten und damit das Verdriften von Schadstoffen zu vermeiden. Hierbei wurden zwei generelle Strategien angewandt:

- Die infrastrukturorientierte Strategie. Die Infrastruktur des Betriebes umfaßt unter anderem stets auch die Einrichtungen zur Steuerung von Stoffströmen zur Produktion hin und von Abströmen - Produkte und Abfälle. Wo derartige Stoffstrom-relevante Infrastrukturen existieren und ausfindig gemacht werden können, sind immer auch entsprechende Kontaminationsstrukturen zu erwarten. Diese Strategie ist von besonderer Bedeutung für den Entsorgungsbereich, der im Gegensatz zum Rohstoffversorgungs- und Produktionsbereich kaum je gesondert dokumentarisch erfaßt wurde.

- Die Gelände- und Milieu-orientierte Strategie. Sie ist die notwendige Ergänzung der Infrastruktur-orientierten Strategie und erweitert deren deduktive Basis durch eine induktive 'Collagentechnik'. Befunde unterschiedlichster Herkunft - vor der makroskopischen Beobachtung im Gelände bis zum Befund chemisch-analytischer Untersuchungen - werden zu Kontaminationsbildern für das Gelände zusammengefügt.

Beide Strategien ermöglichen einen gezielten Aushub einzelner Areale oder Kontaminationsschwerpunkte, um aushubbedingte Materialvermischungen soweit wie möglich zu vermeiden. Dies geschieht unter ständiger Kontrolle vor Ort (Geologe - sensorische Vorsortierung am Bagger) und der permanenten Rückkopplung mit den Analyseergebnissen des auf dem Gelände installierten Labors (Chemiker und 5 techn. Assistenten). Die während des Aushubs vorsortierten Massen werden grundsätzlich gesiebt (3,5 cm) und in Chargen zwischen 5 und 20 m<sup>3</sup> je nach Verdachtsmoment beprobt, analysiert und nach analytischem Befund getrennt zwischengelagert. Als Bestimmungsgrößen für die Analysen wurden festgelegt:

- Schwermetalle (Cd, Pb, Hg, Zn)
- Phenole
- Mineralölkohlenwasserstoffe
- chlorierte Kohlenwasserstoffe
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Mit der Anwendung dieser Vorgehensweise, die eine Vermeidung der Vermischung unterschiedlich kontaminierter Massen in den Vordergrund stellt, konnten die Anteile der nicht weiter behandelbaren (und zu deponierenden) Massen auf etwa 2 %, die der nur unter Einsatz aufwendiger Techniken zu reinigenden Massen (Hochdruckbodenwäsche) auf etwa 20 % gehalten werden. Dies bedeutet auch eine wesentliche Kostenreduktion gegenüber einer nicht differenzierten Vorgehensweise beim Aushub der kontaminierten Bereiche. Gleichzeitig konnte nicht oder nur schwach kontaminierter Boden - den unterschiedlichen Nutzungsansprüchen/Auflagen des zukünftigen Baugebietes entsprechend - unmittelbar wiederverwendet werden. Ebenso wurde unbelasteter Bauschutt (> 3,5 cm Durchm.) ausgesiebt, geschreddert und der Wiedernutzung (Straßen- und Wegebau) direkt zugeführt.

Neben den Exkavationsbereichen, die der uneingeschränkten Wohnraumnutzung zugeführt werden, soll der Bereich der ehemaligen Mülldeponie als Grünfläche im Bebauungsplan ausgewiesen werden. Die Mülldeponie wird mit einer Schlitzwand und einer Oberflächenabdichtung gesichert. Das sogenannte CKW-Feld wird über ein parallel zum Bodenaushub eingesetztes Stripping-Verfahren saniert.

Das Modellvorhaben Povel stellt eine Möglichkeit des Managements von Altlasten dar. Entscheidend ist neben den Aushub-, Sortier- und Sanierungstechniken vor allem das Flächenmanage-

|   |                       |        |
|---|-----------------------|--------|
| Aushub: 90.000 m <sup>3</sup> - Prognose 100.000 m <sup>3</sup>   |                       |        |
| Differenzierung nach Reinigungsklassen etc.   |                       |        |
| unbelastet/gereinigt/Bauschutt im Gelände eingebaut   | 52.200 m <sup>3</sup> | 58 %   |
| Biologische/Milieuorientierte Reinigungsverfahren (schwach-mittel kontaminierte Böden) mittelfristige Sanierung | 19.900 m <sup>3</sup> | 22,1 % |
| Zwischenlager/Hochdruckbodenwäsche (hochkontaminierte Böden) kurzfristige Sanierung                             | 16.000 m <sup>3</sup> | 17,8 % |
| Konzentrate (Deponieentsorgung incl. Abfälle aus der Bodenwäsche)   | 1.900 m <sup>3</sup>  | 2,1 %  |

Massenbilanz nach fast abgeschlossener Aushubphase (August 1990)

ment für die oben genannten Prozeßtechniken. Neben Platzbedarf ist ein solches, im Wanderbau betriebenes Sanierungsverfahren, bei dem Aushub und Teilsanierung parallel ablaufen, vom Faktor Zeit abhängig. Steht genügend Zeit - im vorgelegten Falle drei Jahre bis zur ersten Bebauung - zur Verfügung, so können die im Modellvorhaben entwickelten kostengünstigeren Verfahren angewandt werden. Die Finanzierungsplanungen im Bereich der öffentlichen Haushalte sind damit von den Größenordnungen her überschaubar.

#### Die Autoren



Prof. Dr. Dieter Schuller (57) (Mitte), Chemiker am Fachbereich 9 Chemie der Universität, studierte in Heidelberg und Nancy Chemie. Nach dem Diplom promovierte er 1965 in Heidelberg, wo er auch wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für physikalische Chemie war. 1973 wurde er nach Oldenburg als Professor für Physikalische Chemie berufen. Hier spezialisierte er sich auf die Bereiche Ökochemie und Umweltanalytik. Peter Rongen (1.) studierte in Oldenburg und war hier wissenschaftlicher Mitarbeiter und vor-Ort-Projektleiter in Nordhorn. Er ist inzwischen Technischer Leiter bei der Bodensanierungsfirma Nordac GmbH (Hamburg). Arun Virmani (r.) war als Chemieingenieur im Projekt Povel Laborleiter in Nordhorn und arbeitet jetzt ebenfalls bei der NORDAC.

**H. JURGENS & CO.**  
— GmbH & Co. —  
 Langenstr. 76-80 JURCO-Haus  
 2800 BREMEN 1  
 Telefon 0421 / 1 49 67-69  
 Telefax 0421/15830



**LABOR** APPARATE  
 BEDARF GERÄTE  
 CHEMIKALIEN  
 MÖBEL  
 Komplette Einrichtungen und Ergänzungen

Glasbläserei ■ Mechanische Werkstatt ■ Kundendienst ■ Holz- und Kunststoff-Werkstätten

**Carl von Ossietzky Buchhandlung**

**2 mal in Oldenburg**

...in der  
**Innenstadt**  
 Achternstraße 15  
 Tel 1 39 49

...und  
 in der Universität  
 Uhlhornsweg  
 Tel 798 4506

**der Stadtladen:**  
 ...Bücher für den Lesespaß  
 von **Schöner Wohnen**  
 bis **Karl Marx**.  
 ...Plakate, Rahmungen,  
 Postkarten, Fertigrahmen,  
 Umweltschutzpapier,  
 Aufziehen, Passepartouts...

**der Uniladen:**  
 ...Literatur für  
 alle Studiengänge.

...Wir besorgen  
 fast jedes lieferbare  
 Buch von heute auf  
 morgen. Anruf genügt...

**IHR OLDENBURGER  
 BUCHHÄNDLER**

**Neu Röntgenlehrgerät**  
 mit schrittmotorgesteuerten Kristall- und Zählrohrdrehungen zur Aufzeichnung von Röntgenspektren mit Hilfe eines Schreibers

- Bauart zugelassen gemäß neuester Röntgenverordnung.
- Kristall und Zählrohr können nun mit Hilfe von zwei integrierten Schrittmotoren voneinander unabhängig gedreht werden.
- Zur Registrierung von Röntgenspektren (Bragg-Kurven) lassen sich Kristall und Zählrohr koppeln und in einem Winkelverhältnis 1:2 synchron um eine gemeinsame Achse drehen. Ein zusätzliches 1:2-Getriebe ist somit nicht mehr erforderlich.
- Alle Drehbewegungen können mit 3 wählbaren Geschwindigkeiten ausgeführt werden.
- An einem 4-mm-Buchsenpaar steht eine Gleichspannung zur Verfügung, die der Winkelposition von Kristall oder Zählrohr direkt proportional ist. Zur Winkel- bzw. Energieanalyse wird diese Spannung z. B. dem X-Kanal eines X, Y-Schreibers zugeführt. Die Winkelauflösung beträgt jeweils 0,2°.
- Ein integriertes, 3stelliges LED-Display dient zur Anzeige der Röhrenbeschleunigungsspannung. Ein zusätzliches Meßinstrument zur genauen Spannungsbestimmung entfällt somit. Die Spannungseinstellung erfolgt einfach durch Betätigen der + / - - Tasten.

Bitte informieren Sie sich über das Röntgenlehrgerät und andere Neuheiten auch auf unserem Ausstellungsstand.

Ihre PHYWE-Niederlassung in Ihrer Nähe:

**PHYWE**  
 PHYWE SYSTEME GMBH  
 Niederlassung Norddeutschland  
 Fuhrberger Straße 2 · 3000 Hannover 61  
 Telefon (05 11) 55 60 15-16  
 Telefax (05 11) 55 52 02

# Wie forschen, wenn sich Subjekt und Objekt der Erkenntnis prinzipiell gleichen?

Über das Forschungsprogramm Subjektive Theorien

von Jörg Schlee



Kinder als Erfinder und Benutzer von Theorien?

Menschen sind merkwürdige Wesen. Sie rätseln verwundert über den Todeszug der Lemminge und zerstören zur selben Zeit wider besseres Wissen ihre eigenen Lebensgrundlagen. Denn die vielfältigen Bedrohungen für die Menschheit sind nicht urwüchsig entstanden, sondern basieren auf menschlichen Entscheidungen und Handlungen. Die stillen Hoffnungen einer Katastrophendidaktik - es müsse nur schlimm genug kommen, dann erwachten Besinnung und Vernunft - wurden bisher enttäuscht. Das Katastrophale hat seine Wurzeln nicht in Luft, Wasser und Erde, sondern in den Menschen. Das führt zu psychologischen Fragen und Aufgaben. Ohne ein Verständnis der psychischen Zusammenhänge werden sich kaum Lösungswege aus den Gefahren aufzeigen lassen.

Was mag sich also in den Köpfen von Menschen abspielen? Durch welche Gesichtspunkte, Bilder oder Vorstellungen wird ihr Handeln gesteuert? Welche persönlichen Sinnstiftungen

bestimmen ihre Entscheidungen, die aus der Distanz oft widersinnig erscheinen? Welches Selbst- und Weltverständnis unterlegen sie ihren Handlungen? Fragen nach dem subjektiven Erleben von Menschen erweisen sich für die große Weltpolitik wie für das alltägliche Leben als zunehmend relevanter. Es wird immer deutlicher, daß sich viele soziale und technologische Problemstellungen nur noch sinnvoll bearbeiten lassen, wenn man die persönlichen Interpretationen und subjektiven Realitätskonstruktionen der beteiligten Menschen berücksichtigt.

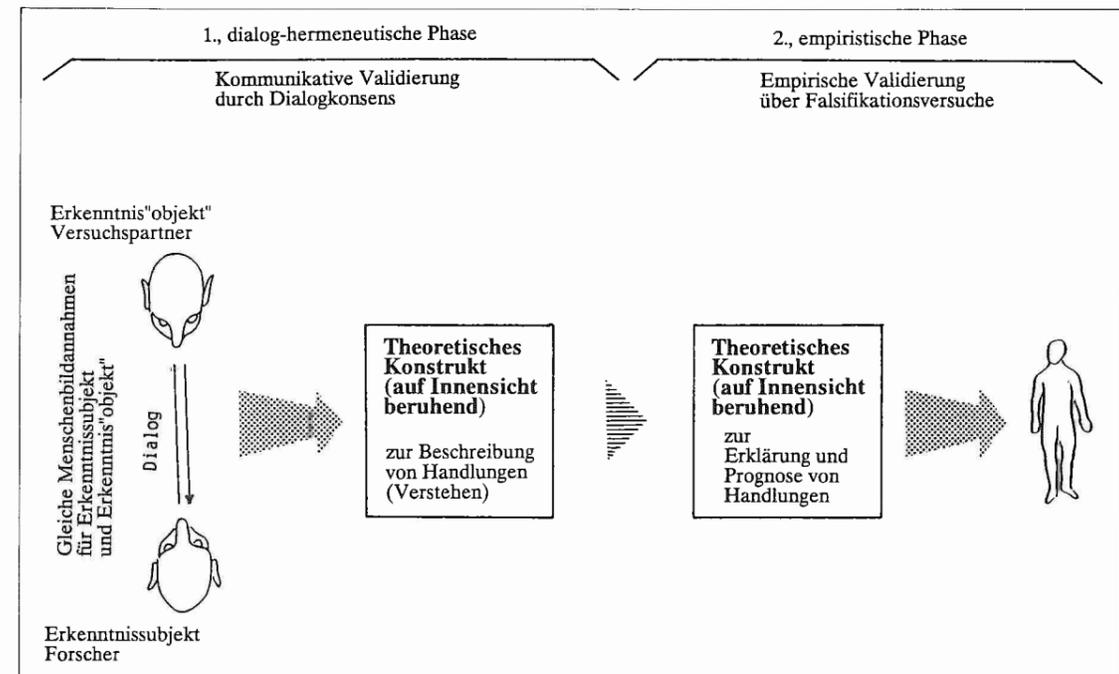
Subjektive Sichtweisen werden somit zu einem interessanten und überlebensnotwendigen Forschungsgegenstand. Wie aber kann eine Forschung betrieben werden, bei der es zwischen dem Subjekt der Erkenntnis und seinem Objekt - beide sind Menschen - keinen prinzipiellen Unterschied gibt? Die Entscheidung, welches Gegenstands(vor)verständnis den Fragestellungen und methodologischen Entscheidungen vorangestellt werden soll, ist keineswegs belanglos, denn Wissenschaft und Forschung sind nie voraussetzungsfrei. Die im Gegenstands(vor)verständnis enthaltenen Annahmen bestimmen die Grenzen der Forschungsanstrebungen und Erkenntnisse. Diese Prämissen sind daher explizit und transparent zu machen.

Um in dieser Frage weiterzukommen, haben sich auf Einladung der Deutschen Forschungsgemeinschaft PsychologInnen aus der Bundesrepublik zu einem Rundgespräch getroffen. Sie alle bemühten sich in Forschungsprojekten zu Alltagstheorien, Naiven Theorien, Berufs- oder Impliziten Persönlichkeitstheorien, mehr über die internen Vorstellungen von Menschen herauszufinden. Aus dieser Runde hat sich mit der Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Stiftung Volkswagenwerk im Laufe der Zeit ein konstanter Gesprächskreis entwickelt, der auch mehrfach in Oldenburg tagte. In seinen Diskussionen schälte sich das „Forschungspro-

## Abstract

*The majority of today's problems are the result of human decisions and actions. The subjective theories they are based on cannot be observed from outside but require hermeneutic epistemological methods in order to be disclosed. On the other hand, man is not beyond the influence of laws of nature. Therefore, man may and must likewise be empirically investigated. Based on an epistemological image of man, a dialogue-hermeneutic and an empiric phase of research are interlinked in the framework of the research programme of „Subjective Theories“. Thus it becomes possible to overcome the dichotomy of understanding and explaining - passed on in psychology. Their integration into an understanding and explaining psychology results in a strong innovative potential for a more humane science and society.*

gramm Subjektive Theorien“ heraus. In diesem Forschungsprogramm wird die Reflexibilität des Menschen als ein zentrales Merkmal für das „Gegenstands“verständnis psychologischer Forschung postuliert.



## Die anthropologischen Kernannahmen

Und zwar gehen dem Selbstanwendungsprinzip folgend die Menschenbildannahmen des Forschungsprogramms Subjektive Theorien davon aus, daß der sogenannte Alltagsmensch wie ein Wissenschaftler Theorien entwickelt und seinem Handeln zugrundelegt. Diese Subjektiven Theorien - so wird weiter angenommen - sind sowohl in ihrer Funktion als auch in ihrer Struktur parallel zu wissenschaftlichen Theorien. Das bedeutet, daß wissenschaftliche wie Subjektive Theorien zur Beschreibung, zur Erklärung, zur Prognose und nicht zuletzt zur Gestaltung von Welt (Technologie) verwendet werden. Und es bedeutet auch, daß sie dieselben Strukturmerkmale haben. Es bedeutet hingegen nicht, daß sich Subjektive und wissenschaftliche Theorien auch hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit gleichen müssen. Mit der Parallelitätsannahme von wissenschaftlichen und Subjektiven Theorien wird dem Subjektiven Theoretiker zugleich die prinzipielle Fähigkeit zu Rationalität, Reflexivität, Kommunikation und Autonomie zugesprochen.

Dieses Menschenbild versteht sich nicht nur als deskriptiv, sondern auch als präskriptiv. Forschung und Erkenntnisgewinn in der Psychologie haben danach so zu erfolgen, daß immer mehr Menschen in immer mehr Situationen in immer stärkerem Ausmaß rational, reflexiv, kommunikativ und autonom handeln (können). Mit dieser Wert- und Zielvorgabe bekennt sich das Forschungsprogramm Subjektive Theorien dezidiert zu einer wertgeleiteten Wissenschaft.

## Zweiphasige Forschungsstruktur

Geht man von diesen Vorannahmen und Wertvorstellungen aus, dann wird für die Erforschung menschlicher Handlungen (Warum handeln sie so und nicht anders?) eine zweiphasige Struktur sinnvoll und notwendig. Da die für menschliches Handeln spezifischen Merkmale der Intentionalität und Sinnhaftigkeit einer direkten Beobachtung durch dritte Personen nicht

zugänglich sind, sollen sie als Subjektive Theorien in der ersten Forschungsphase in einem Dialog zwischen dem Forscher und seinem Erkenntnisobjekt rekonstruiert werden. Hierbei kann nicht erwartet werden, daß der Subjektive Theoretiker die persönlichen Voraussetzungen seines Handelns auf Anhieb umfassend und präzise zu beschreiben vermag. Daher muß der Forscher günstige Rahmenbedingungen und Erklärungshilfen bereitstellen. Hierfür sind in den letzten Jahren eine Reihe von Gütekriterien und dialogischer Rekonstruktionsmethoden entwickelt worden. Auf diese Weise wird dann nicht mehr über das, sondern zusammen mit dem Erkenntnisobjekt geforscht. Es wird unter Anerkennung seiner Sprach- und Kommunikationsfähigkeit aktiv und konstruktiv in den Forschungsprozeß einbezogen. Die methodische Einflußnahme, die sich aus prinzipiellen Gründen nie ausschließen läßt, soll dabei im Sinne der anthropologischen Kernannahmen konstruktiv ins Positive gelenkt werden: Der Forscher hat die Rekonstruktionsbedingungen für die Subjektiven Theorien so zu gestalten, daß die Fähigkeit des Subjektiven Theoretikers zur Reflexivität und Rationalität unterstützt und deutlich wird.

Wer die Güte empirischer Forschung an der sogenannten Objektivität bemißt, dem wird bei diesen Vorstellungen das Schaudern kommen. Er wird befürchten, im Dschungel der Subjektivismen zu versinken. Doch so absurd es sein mag, in der Geographie, Physik oder Chemie den Forschungsgegenstand nach seinen Ansichten, Vermutungen oder Intentionen zu befragen, so unsinnig wäre es andererseits, dies beim sprach- und reflexionsfähigen „Gegenstand“ Mensch zu unterlassen. Denn eben diese Fähigkeiten gelten als Charakteristikum des im Forschungsprogramm Subjektive Theorien zugrundegelegten „Gegenstands“verständnisses. Wenn man das Gelingen und Mißlingen von Reflexivität und Rationalität menschlicher Handlungen untersuchen möchte, dann muß man das Potential dazu unterstellen und ihm Realisierungschancen einräumen. Es geht also darum, in einer ersten Forschungsphase die persönlichen Gründe, Intentionen und Ziele des Subjektiven Theoretiker-

### Problemstellungen konkret

Um die Bedeutung eines Perspektivenwechsels von der Außensicht eines Beobachters zur Innensicht des Handelnden zu illustrieren, seien zwei einfache Beispiele aus der Behindertenpädagogik geschildert.

1. Im Leseunterricht einer Lernbehindertenschule ist bei einem Schüler aus dem 7. Schuljahr, der sehr große Leseschwierigkeiten hat, immer wieder zu beobachten, daß er mit seinen Gedanken abschweift. Statt sich um die Verbesserung seiner Lesefähigkeiten zu kümmern, formt er Papierkügelchen, kippelt mit dem Stuhl, kritzelt kleine Zeichnungen oder schaut aus dem Fenster. Gutes Zureden oder Ermahnungen ändern sein Verhalten nur kurzfristig. Nach seiner subjektiven Sichtweise befragt, lassen sich in einer vertrauensvollen Situation folgende Gedankengänge rekonstruieren:
 

|   |   |
|---|---|
| Wenn wir im Unterricht lesen,               | → dann sind andere schneller als ich.           |
| Wenn andere schneller als ich sind,         | → dann verliere ich den Faden.                  |
| Wenn ich den Faden verliere,                | → dann komme ich nicht mehr mit.                |
| Wenn ich im Unterricht nicht mehr mitkomme, | → dann verliere ich die Lust.                   |
| Wenn ich die Lust verliere,                 | → dann beschäftige ich mich mit anderen Dingen. |

2. In einem Heim zeigte ein als geistigbehindert geltender Junge von acht Jahren häufig panische Angst- und Schreckenszustände. Unter anderem fürchtete er sich gewaltig vor aufgeblähten Luftballons. Obwohl es aus externer Sicht keine vernünftigen Gründe für seine Panik gab, war er den Tröstungen und Beruhigungen seiner Betreuerinnen nur schwer zugänglich. Er machte einen verstörten Eindruck und er beeinträchtigte durch sein Schreien auch die anderen Kinder in ihrem Spiel. Seine subjektive Sicht- und Erlebnisweisen zu rekonstruieren, gestaltete sich schwierig, weil er sich sprachlich kaum artikulieren konnte. Ein Praktikant durchspielte mit ihm in einem Zeitraum von mehreren Tagen immer wieder andere Situationen und konfrontierte ihn dabei mit unterschiedlichen Fragen und Gegenständen. Der Junge konnte jeweils im Anschluß auf Bilder, Piktogramme und ad hoc erstellte Polaroidphotos zeigen, um dadurch seine Vorstellungen mitzuteilen. Diese wurden von dem Praktikanten zu Kombinationen und Strukturen gelegt, zu welchen sich der Junge wiederum über Fingerzeigen äußern konnte. Auf diese Weise konnten viele Gründe für die Angstfälle ausgeschlossen werden, die eigentlichen subjektiven Gründe konnten aber nicht herausgefunden werden. Interessanterweise verloren sich aber die panischen Angstzustände in dieser Zeit und tauchten auch später nicht mehr auf.

In beiden Fällen zeigten die Jungen ein Verhalten, das aus der Außensicht als merkwürdig und unangemessen, zumindest jedoch als ungünstig bezeichnet werden konnte. In beiden Fällen brachten auch die üblichen pädagogischen Maßnahmen keine Veränderungen. Aus der subjektiven Innensicht wird das Handeln des Jungen mit den Leseschwierigkeiten jedoch nachvollziehbar und verständlich. Für pädagogisches Handeln zeigen sich jetzt bessere Ansätze. Beim Jungen mit der geistigen Behinderung konnte der subjektive Erlebnisraum zwar nur teilweise rekonstruiert werden. Aber schon dies ermöglichte, ihm verständnisvoller zu begegnen, und es hat ihm geholfen, seine Angst zu verlieren.

kers für sein Handeln dialogisch zu erschließen und zu verstehen. Für das Gelingen einer angemessenen Rekonstruktion der Subjektiven Theorien gilt der im Dialog zwischen Forscher und Erkenntnis"objekt" herbeigeführte Konsens als hermeneutisches Wahrheitskriterium. Er soll das (dialogische) Verständnis der Reflexionen einer handelnden Person über ihr eigenes Handeln sowie andere Sachverhalte sicherstellen und führt somit zur Intersubjektivität über Subjektives.

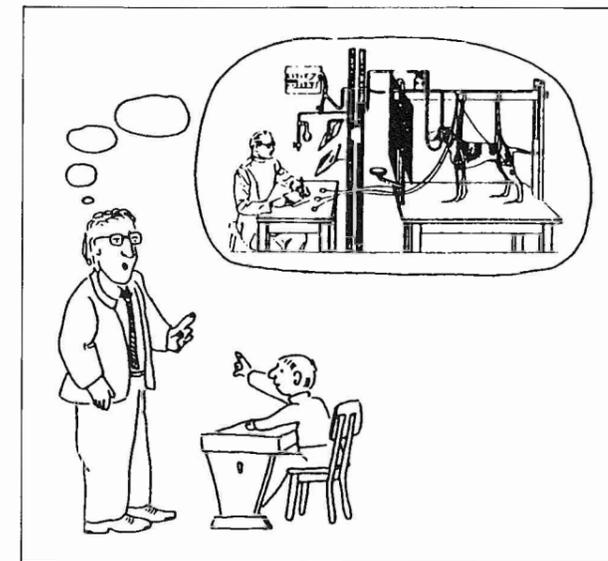
In einer zweiten Forschungsphase ist dann zu prüfen, ob und inwieweit die subjektiven Beweggründe und Bezugspunkte des Handelns auch aus der Sicht eines außenstehenden Beobachters für die Erklärung bzw. Prognose von Handlungen akzeptiert werden können. In ihr sind alle Methoden herkömmlicher empirischer Forschung zugelassen, soweit sie nicht gegen die anthropologischen Kernannahmen verstoßen. Unter experimentellen bzw. quasiexperimentellen Bedingungen müssen sich die in der ersten Phase rekonstruierten Subjektiven Theorien nun als erklärende Konstrukte bewähren. In der zweiten Phase werden sie als Ursachen und Wirkungen von Handlungen aus externer, unbeteiligter Beurteilerperspektive untersucht. Die erwähnte Befürchtung, daß psychologische Forschung in Subjektivismen versinken würde, erweist sich damit als gegenstandslos. Die herkömmlichen Standards empirischer Forschung werden keineswegs aufgegeben, sondern kommen nur mit zeitlicher Nachordnung zur Anwendung. Damit soll der Gefahr entgangen werden, daß innerhalb der ersten Forschungsphase das Charakteristische des Erkenntnis"objektes" Mensch (Rationalität, Reflexibilität, Autonomie und Kommunikationsfähigkeit) möglicherweise unter ihrem Einfluß verkürzt wird.

Durch die Verschränkung der beiden Phasen wird für den psychologischen Erkenntnisgewinn eine völlig neue Qualität ermöglicht. Man kann nun die in der Psychologie lang tradierte Dichotomie von Hermeneutik und Empirismus überwinden und durch Verstehen etwas erklären, d.h. durch die Zweiphasigkeit können - was bislang in der Erforschung des „Gegenstandes“ Mensch undenkbar schien - die Erkenntnismethoden des Verstehens und des Experimentierens integriert werden. Es können somit in der Psychologie Bedingungen für menschliches Handeln untersucht werden, die sich für einen dritten, außenstehenden Beobachter als Ursachen erweisen und zugleich als die subjektiven Beweggründe des Handelnden selbst erkennbar sind.

Insgesamt ergibt sich aus dem Einbezug der menschlichen Sprach- und Reflexionsfähigkeit ein erhebliches Innovationspotential für den psychologischen Erkenntnisprozeß. Das Forschungsgeschehen kann dadurch menschlicher, auch im Sinne von kommunikativer werden und vermag Wert- und Sinnfragen wieder in den Blick zu nehmen. Ohne Gefahr, Irrationalismen zu erliegen, kann sich die Distanz zwischen Alltagswissen und der oft schon entfremdeten Wissenschaft verringern. Die Alltags- und Problemnähe psychologischer Forschung kann erheblich gefördert werden. Die Relevanz vieler Untersuchungen kann erhöht werden.

### Bedeutung für die Behindertenpädagogik

Nachdem innerhalb eines mehrjährigen Forschungsprojektes gezeigt werden konnte, daß sich mit Hilfe von Subjektiven Theorien Lehrerhandlungen über einen längeren Zeitraum ungewöhnlich gut prognostizieren lassen und sich somit die Integration von Hermeneutik und Empirismus in der zweiphasigen Forschungsstruktur bewährt hatte, liegt der Schwerpunkt des Forschungsprogramms Subjektive Theorien an der Universität Oldenburg zunächst im Bereich der Behindertenpädagogik. Dort wird erforscht, ob und inwieweit sich durch ein dialogisches



Subjektive Theorien über Schüler können deren Entwicklung beeinflussen

Verstehen die Handlungen behinderter Kinder und Jugendlicher besser als durch äußere Beobachtungen erklären lassen. Dies geschieht auch mit der Frage nach neuen und angemesseneren pädagogischen Zugängen. Denn aus der Außensicht dritter Personen erscheint das Handeln behinderter Menschen oft als seltsam, merkwürdig, gestört oder gar „unnormale“. Eben diese, auf der Außensicht beruhenden Eindrücke können dazu verleiten, behinderten Kindern und Jugendlichen die Sinnhaftigkeit und Bedeutungsorientierung ihres Handelns abzuspüren. Infolgedessen erhalten sie meist auch wenig Gelegenheiten, diese Qualitäten zu entwickeln. Die Kommunikation mit ihnen wird mit dem Hinweis auf ihre Störung oder Merkwürdigkeit nicht selten eingeschränkt. Der Schritt, ihnen dann nicht mehr als Subjekt zu begegnen, sondern sie wie ein Objekt zu behandeln, ist oft nicht mehr weit.

Auf unterschiedlichen Menschenbildern beruhende Erwartungen können bei Kindern und Jugendlichen Entwicklungen ermöglichen, aber auch behindern. Die auf den anthropologischen Kernannahmen des Forschungsprogramms Subjektive Theorien beruhende Grundhaltung wirkt sich bereits in vielen (pädagogischen) Situationen mit behinderten Menschen segensreich aus. Doch ist es damit nicht getan. Es müssen Methoden entwickelt werden, die behinderte Kinder und Jugendliche in der Explikation und Artikulation ihrer subjektiven Selbst- und Weltsicht unterstützen, so daß ihre Vorstellungen, Interpretationen und Handlungsverläufe dialogisch zugänglich und damit besser verstehbar werden. Hierbei wird man gerade im Bereich der geistigen Behinderung an Grenzen stoßen. Doch sollten diese soweit als möglich hinausgeschoben werden, um möglichst vielen Menschen die Möglichkeit zur Mitteilung ihrer persönlichen Sichtweisen und zur Verständigung zu eröffnen.

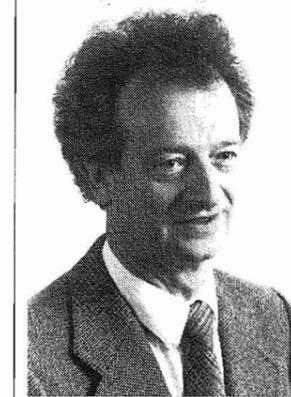
Bisher hat sich in mehreren Pilotuntersuchungen und in vielen Einzelfallstudien gezeigt, daß die Rekonstruktion Subjektiver Theorien bei behinderten Kindern und Jugendlichen den Pädagogen über ein verbessertes Verstehen sinnvollere Handlungsmöglichkeiten eröffnet. Die Rekonstruktion gab zu- meist aber auch den Betroffenen durch Klärungshilfen und Selbsterkenntnis erhebliche Unterstützung bei Situationsbewältigungen und Lösung von Schwierigkeiten.

Es gibt in unserer Gesellschaft viele Bereiche, in denen sich durch das Einbeziehen von persönlichen Erlebnisweisen und Subjektiven Theorien neue (zwischen-)menschliche Qualitäten erschließen ließen. Die Behindertenpädagogik ist nur ein Beispiel dafür. Menschliche Handlungen von Alten, Kindern, Randgruppen, Ausländern oder politischen Gegnern, die auf den ersten Blick vielleicht fremd und seltsam oder gar abstoßend und widersinnig erscheinen mögen, könnten bei Kenntnis der subjektiven Bezugspunkte und Interpretationen besser verstanden werden. Dies muß eine Billigung des Handelns keineswegs einschließen. Aber zu erhoffen ist eine tolerantere und angemessenere Auseinandersetzung, zumal dann auch das eigene Wirklichkeitserleben als ein Resultat subjektiver Konstruktionen erkannt werden kann.

Auch bei Fragen der Friedens- und Umweltpolitik kann man die subjektiven Wirklichkeitskonstruktionen von Menschen nicht mehr umgehen. Es wäre unangemessen, Angst davor zu haben, das Subjektive in das Zentrum wissenschaftlicher Betrachtungen und Bemühungen zu stellen. Grund zur Angst geben vielmehr diejenigen, die - den subjektiven Charakter ihrer Welt- und Selbstsicht nicht erkennend - sich im Besitz der objektiven Wahrheit wähnen. Eine Aufklärung über die subjektiven Bedingungen alltäglicher Merkwürdigkeiten und scheinbarer Selbstverständlichkeiten würde die Rationalität und Humanität in unserer Gesellschaft unterstützen können. Zumindest im Bereich der Psychologie kann das Forschungsprogramm Subjektive Theorien mit seiner Zweiphasigkeit zur Realisierung von Carl v. Ossietzky's Forderung, Wissenschaft und Technik wieder menschlicher zu machen, einen konkreten Beitrag leisten.

\* \* \*

### Der Autor



Prof. Dr. Jörg Schlee (50), Hochschullehrer für Psychologie der Behinderten am Institut für Erziehungswissenschaften, studierte nach seiner Ausbildung zum Grund- und Hauptschullehrer in Marburg und Kiel Psychologie, Pädagogik und Volkskunde. Nach seiner Promotion (1972) wurde er Dozent am Institut für Heilpädagogik der Pädagogischen Hochschule in Kiel. Danach erhielt er eine außerordentliche Professur an der Erziehungswissenschaftlichen Hochschule Rheinland-Pfalz in Mainz. 1978 nahm er den Ruf an die Universität Oldenburg an.

## WINDENERGIE IM AUFWIND!



**Alle reden von regenerativer Energie – wir nutzen sie.**

Rund 14 Millionen Kilowattstunden erzeugen unsere Windenergieanlagen in der Krummhörn nördlich von Emden. Das entspricht dem Stromverbrauch von 3.500 Haushalten. Gut für unsere Umwelt – denn jede Kilowattstunde aus Windenergie erspart ihr ein Kilogramm Kohlendioxid, den Hauptverursacher des Treibhauseffekts.

Wir werden die Nutzung der neuen „alten“ Energiequelle Wind weiter vorantreiben.

Wollen Sie mehr wissen? Wir informieren Sie gerne über diese umweltfreundliche Energie, über die Arbeitsweise der Anlagen und die wachsende Bedeutung der regenerativen Energien.



Tirpitzstraße 39 · 2900 Oldenburg · Tel. 0441/8 03-0

Fachbuchhandlung Medizin

**Rudolf Ebel**

Inh.: Burkhard Koop

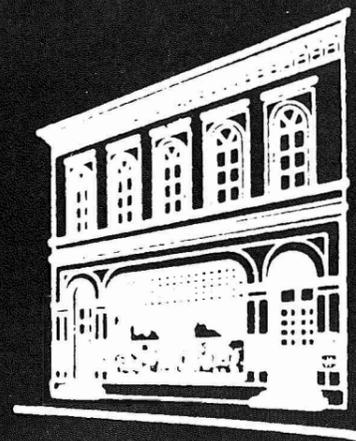
Neben der St. Peter Kirche

Peterstraße 24 · Tel.: 147 92

BUCHHANDLUNG  
**ANNA THYE**

Nachf.: Gottfried Sieler

Inh.: Gerda Fritz



2900 OLDENBURG (OLDB)

Postfach 47 80 · Schloßplatz 21/22

Telefon (04 41) 2 52 88

## Mathematik

### Tschernobyl und die Folgen aus der Sicht der Mathematik

von Dietmar Pfeifer

Als ich Ende April 1986 mit meiner Familie im Garten unserer belgischen Freunde in der Nähe unseres damaligen Wohnsitzes Aachen bei strahlendem Wetter einen unbeschwernten Nachmittag verbrachte, war mir noch nicht klar, welche verheerenden Auswirkungen die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl nicht nur in der Sowjetunion selbst, sondern flächendeckend in großen Teilen Europas haben sollte. Damals war es für mich unvorstellbar, daß ein Unfall in einem Kernkraftwerk in über 2000 km Entfernung derartig gravierende Konsequenzen für das alltägliche Leben haben konnte: Verzicht oder starke Einschränkung von bestimmten Lebensmitteln wie Milch und Gemüse, Spielverbot für Kinder in Sandkästen oder Außenanlagen von Schulen, eingeschränkter Aufenthalt im Freien bei regnerischem Wetter... Tägliche Meldungen von Belastungen des Bodens und der Nahrungsmittel in Becquerel pro m<sup>2</sup> oder kg oder Liter wurden bald zur Gewohnheit. Eigene Messungen der Kontamination des Bodens mit Geräten von Kollegen des physikalischen Instituts der RWTH Aachen bestätigten die Meldungen in vollem Umfang: Mehrere Tausend Bq/m<sup>2</sup> auf dem Spielplatz hinter dem Haus, den Nutzpflanzen in den Gärten der Nachbarschaft, dem Gelände des städtischen Kindergartens, den unsere Tochter damals besuchte. Die anfängliche Beunruhigung über langfristig mögliche Folgeschäden wie eine Zunahme von Krebserkrankungen, oder schlimmer noch - da nicht kalkulierbar - genetischer Veränderungen bei künftigen Generationen, hat sich mittlerweile allerdings gelegt. Erst die anlässlich des fünften Jahrestages der Katastrophe auflebende Berichterstattung in Zeitungen und Fernsehen läßt wieder aufhorchen: da gibt es Dörfer in der Nähe des Unfallorts, die sogar von höchsten politischen Stellen für die nächsten 700 Jahre als unbewohnbar angesehen werden; über 88000 umgesiedelte Menschen haben keine Heimat mehr; Wissenschaftler sprechen allein für die Sowjetunion von über 5000 Toten als unmittelbare Konsequenz der Katastrophe. Der für ursprünglich auf mindestens 30 Jahre Schutz ausgelegte Sarkophag der Ruine des Reaktors droht bereits jetzt zusammenzubrechen - eine zweite Verbreitungswelle höchst radioaktiven Staubes könnte Westeuropa erneut bedrohen.

#### Ein mathematisches Modell des radioaktiven Zerfalls

Von den zahlreichen bei dem Reaktorunfall von Tschernobyl freigesetzten Spaltprodukten sind in erster Linie die flüchtigen radioaktiven Isotope <sup>131</sup>I (Jod), <sup>137</sup>Cs (Cäsium) und <sup>90</sup>Sr (Strontium) mit Halbwertszeiten von ca. 8 Tagen bzw. 30,2 bzw. 28,5 Jahren Hauptverursacher der hohen flächendeckenden Kontamination. Nach dem bereits vor 25 Jahren erschienenen vierbändigen Chemie-Lexikon von Römpf ist <sup>137</sup>Cs eines der potentiell gefährlichsten Radionuclide, da es vom Magen-Darm-Trakt vollständig resorbiert wird und beim Menschen eine Halbwertszeit (bezogen auf die Verweildauer im Körper) von 100 bis 150 Tagen aufweist. <sup>131</sup>I, das sich bevorzugt in der Schilddrüse

anreichert, liegt hier etwa im selben zeitlichen Bereich, während <sup>90</sup>Sr beim Menschen eine Halbwertszeit von mehreren Jahren besitzt, wodurch es wegen der Einlagerung im Knochenmark besonders gefährlich wird.

Im folgenden wollen wir ein einfaches mathematisches Modell vorstellen, welches das Langzeitverhalten radioaktiver Stoffe hinreichend genau beschreibt, wobei spezifische physikalische Besonderheiten (z.B. Wechselwirkungen mit anderen Elementarteilchen, Kaskadenprozesse) vernachlässigt werden können, ohne die tatsächlichen Gegebenheiten qualitativ oder quantitativ wesentlich zu verändern. An den Beispielen Jod (kurzlebig) und Cäsium (langlebig) können wir dabei zwei statistisch grundlegend verschiedene Gesichtspunkte des Zerfalls modellmäßig erfassen.

In der Physik geht man im allgemeinen davon aus, daß der Zerfall eines radioaktiven Teilchens spontan, d.h. ohne erkennbare äußere Wirkung geschieht. Den zufälligen Charakter dieses Vorgangs kann man dann mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie dadurch modellieren, daß man für die Lebensdauer  $X_i$  eines individuellen Teilchens  $i$  eine sogenannte Exponentialverteilung annimmt, d.h. es gilt

$$P(X_i > x) = e^{-\lambda x}, \quad x \geq 0. \quad (1)$$

Hierbei bezeichnet  $P$  das Symbol für Wahrscheinlichkeit (lat.: probabilitas) und  $\lambda$  eine positive Materialkonstante, die von der Halbwertszeit des Isotops abhängt. Der in (1) angegebene Ausdruck ist die formelmäßige Beschreibung der Wahrscheinlichkeit dafür, daß das Teilchen  $i$  länger als  $x$  Zeiteinheiten überlebt. Die Annahme einer solchen Exponentialverteilung ist mathematisch zwingend, wenn die Spontaneität des Zerfalls gleichgesetzt wird mit der Beziehung

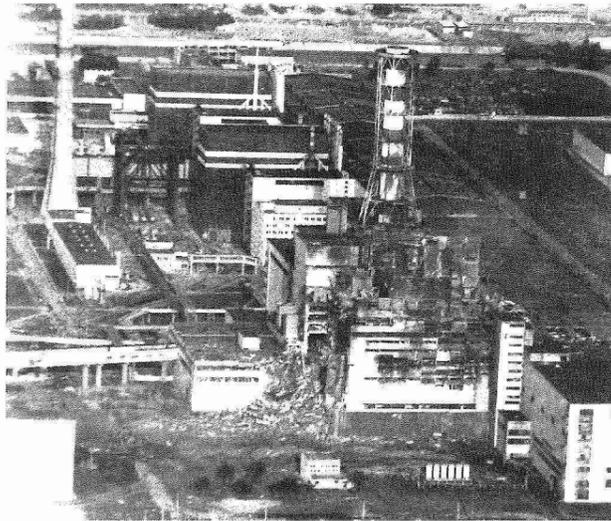
$$P(X_i > x + y | X_i > y) = P(X_i > x), \quad x, y \geq 0, \quad (2)$$

d.h. die bedingte Wahrscheinlichkeit dafür, daß das Teilchen  $i$  weitere  $x$  Zeiteinheiten überlebt, wenn es bereits  $y$  Zeiteinheiten

#### Abstract

We present a statistical model of radioactive decay which allows for an exhaustive study of the radiation time for a source of nuclear particles. The results are in particular applied to the nuclear power plant accident of Chernobyl in 1986.

überlebt hat, unabhängig von  $y$  ist und gerade genau so groß wie die - unbedingte - Wahrscheinlichkeit dafür, daß es überhaupt  $x$  Zeiteinheiten überlebt. Man sagt auch, die Exponentialverteilung



Kernreaktor Tschernobyl: Verheerende Folgen für Europa

sei *gedächtnislos*: für einen externen Beobachter spielt es keine Rolle, ab wann er das Verhalten des Teilchens studiert - solange es vorhanden ist, verhält es sich bezüglich seines Zerfallszeitpunktes verteilungsmäßig stets gleich. Offensichtlich erfüllt der in (1) angegebene Ausdruck auch Beziehung (2); mit tiefliegenden mathematischen Argumenten läßt sich umgekehrt zeigen, daß die Funktionalgleichung (2) als Wahrscheinlichkeiten auch nur - und damit genau - die Lösungen der Form (1) besitzt.

Eine weitere natürliche Annahme, die sich aus der Spontaneität des Zerfalls ergibt, ist die der (stochastischen) Unabhängigkeit der Zerfallszeitpunkte, wenn die Strahlungsquelle insgesamt gleichartige Atome  $1, 2, \dots, n$  umfaßt, d.h. es gilt

$$P\left(\bigcap_{i=1}^n \{X_i > x_i\}\right) = \prod_{i=1}^n P(X_i > x_i). \quad (3)$$

Dabei können die Relationszeichen „größer“ auch durch „kleiner oder gleich“ ersetzt werden. Beziehung (3) modelliert in der Sprache der Wahrscheinlichkeitstheorie gerade das gegenseitige Nicht-Beeinflussen der Zerfallszeitpunkte der einzelnen Atome.

Wie steht es nun mit dem vermeintlich deterministischen Gesetz der exponentiellen Abnahme der Menge radioaktiver Atome mit der Zeit, wie es üblicherweise in der elementaren Physik gelehrt wird? Die Antwort hierauf gibt das berühmte *Gesetz der großen Zahlen*: fixiert man einen positiven Zeitpunkt  $x$  und betrachtet die Zufallsgrößen  $I_1, \dots, I_n$ , definiert durch

$$I_i = \begin{cases} 1, & X_i > x \\ 0, & X_i \leq x, \end{cases} \quad (4)$$

d.h.  $I_i$  gibt an, ob das Teilchen  $i$  noch existiert ( $I_i = 1$ ) oder schon zerfallen ist ( $I_i = 0$ ), so sind die abgeleiteten Größen  $I_1, \dots, I_n$  wieder unabhängig und jeweils binomialverteilt mit

$$p := P(I_i = 1) = P(X_i > x) = e^{-\lambda x}; \quad (5)$$

insbesondere ist dann die Summe  $S_n$  der  $I_1, \dots, I_n$  ebenfalls binomialverteilt mit Erwartungswert  $E(S_n) = np$  und Varianz

$\text{Var}(S_n) = np(1-p)$ .  $S_n$  gibt also die Anzahl der noch existierenden Teilchen zur Zeit  $x$  an. Die Größe  $S_n/n$ , also die *relative* Anzahl der verbleibenden Teilchen zur Zeit  $x$ , strebt aber nach dem schon Jakob Bernoulli im 17. Jahrhundert bekannten Gesetz der großen Zahlen gegen  $p$ , wobei die Abweichung vom Grenzwert noch durch die *Tschebyscheff-Ungleichung* präzisiert werden kann:

$$P\left(\left|\frac{1}{n}S_n - p\right| > \epsilon\right) \leq \frac{\text{Var}(S_n)}{n^2\epsilon^2} = \frac{p(1-p)}{n\epsilon^2} \leq \frac{1}{4n\epsilon^2}, \quad (6)$$

unabhängig von  $p$  bzw. vom Zeitpunkt  $x$ .

Um einen Eindruck von der Größenordnung des Approximationsfehlers in (6) zu bekommen, braucht man sich nur zu überlegen, daß ein Mol eines Isotops (d.h. sein Molekulargewicht in g) nach dem Avogadro'schen Gesetz stets gleich viele, nämlich ca.  $6 \cdot 10^{23}$  Atome enthält - die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die relative Anzahl  $S_n/n$  der noch existierenden Atome zur Zeit  $x$  um mehr als z.B.  $\epsilon = 10^{-10}$  von der Größe  $p$  abweicht, beträgt also weniger als 0.00005! Dies bedeutet, daß die Ausgangsmenge des radioaktiven Materials 'praktisch' deterministisch mit der Zeit  $x$  exponentiell abnimmt.

Damit wird auch die Bedeutung der Materialkonstanten  $\lambda$  deutlich: die Halbwertszeit  $h$  des betreffenden Isotops ist nämlich durch die Beziehung

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda h}, \quad \text{also} \quad \lambda = \frac{\log 2}{h} \quad (7)$$

gegeben.

Die Zerfallsintensität  $Z(x)$  zur Zeit  $x$  läßt sich nun aus den Beziehungen (1) und (7) wie folgt ableiten: die Wahrscheinlichkeit dafür, daß innerhalb von Delta Zeiteinheiten nach  $x$  das Teilchen  $i$  zerfällt, beträgt

$$P(x < X_i \leq x + \Delta) = e^{-\lambda x}(1 - e^{-\lambda \Delta}) \approx \Delta \lambda e^{-\lambda x}, \quad (8)$$

wenn die positive Zeitspanne Delta klein genug ist. Wählt man analog zu (4) die Größen  $J_i$  gemäß

$$J_i = \begin{cases} 1, & x < X_i \leq x + \Delta \\ 0, & \text{sonst,} \end{cases} \quad (9)$$

so gibt die wieder binomialverteilte Größe  $T_n$  der Summe der  $J_1, \dots, J_n$  entsprechend die Anzahl der innerhalb von Delta Zeiteinheiten nach  $x$  zerfallenen Atome an. Wählt man die Zeitskala in Sekunden sowie  $\Delta = 1$  [sec], so ergibt sich die Zerfallsintensität zur Zeit  $x$  - in Becquerel (Bq) - zu

$$Z(x) = E(T_n) \approx n \cdot \lambda e^{-\lambda x}. \quad (10)$$

Für  $x = 0$  ergibt sich hieraus die anfängliche Zerfallsintensität  $Z(0)$  und damit  $\lambda = Z(0)/n$  als anfängliche *relative*

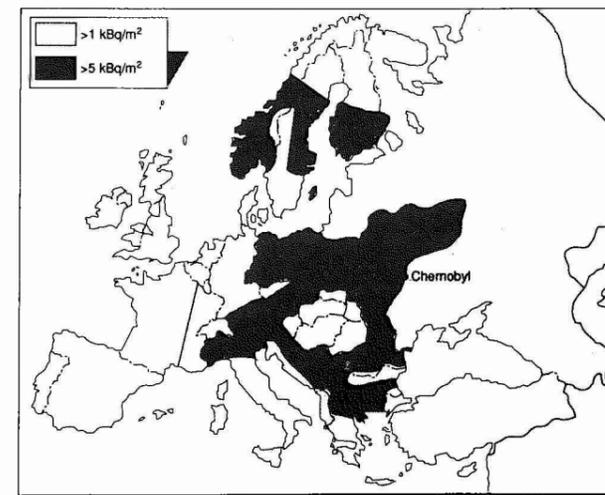
Zerfallsintensität, was die Bedeutung von  $\lambda$  noch einmal aus anderer Sicht erklärt.

Bezieht man die Zerfallsintensität auf ein Mol (also  $n = 6 \cdot 10^{23}$ ) und mißt die Halbwertszeit  $h$  sowie die Zeit  $x$  in Jahren (1 Jahr entspricht  $3.1536 \cdot 10^7$  sec), ergibt sich demnach

$$Z(x) \approx \frac{1.32 \cdot 10^{16}}{h 2^{x/h}} \text{ [Bq]}. \quad (11)$$

Für die Isotope  $^{131}\text{J}$  und  $^{137}\text{Cs}$  bedeutet dies, daß eine Ausgangsmenge von 131 g bzw. 137 g dieses Stoffes eine anfängliche Zerfallsintensität von ca.  $3.85 \cdot 10^{19}$  Bq bzw.  $4.37 \cdot 10^{14}$  Bq besitzt.

Die Größenordnung der anfänglichen Zerfallsintensität von  $^{131}\text{J}$  wird deutlich, wenn man sich vor Augen hält, daß durch atmosphärische Verdriftung eine annähernd kreisförmige Fläche von ca. 2000 km Radius um Tschernobyl mit mindestens 1000 Bq/m<sup>2</sup> kontaminiert wurde - das entspricht etwa 12.5 Millionen km<sup>2</sup>. Aufgrund zahlreicher Messungen von Bodenproben kann man ziemlich sicher davon ausgehen, daß ca. 95% der anfänglichen Kontamination in Westeuropa durch Jod (der Rest überwiegend durch Cäsium, in geringerem Umfang durch Strontium) verursacht wurde. Man erhält so mit dem unteren Grenzwert von 1000 Bq/m<sup>2</sup> rechnerisch eine anfängliche Zerfallsintensität für  $^{131}\text{J}$  in einer Größenordnung von etwa  $10^{16}$  Bq, was einer Ausgangsmenge im Grammbereich entspricht. Die Gesamtmenge des radioaktiven Fallouts in der Nahzone des Reaktors sowie den etwas entfernteren Gebieten betrug im Vergleich hierzu am 5.5.1986 etwa  $3 \cdot 10^7$  Ci (Curie) =  $1.11 \cdot 10^{18}$  Bq.



Kontamination nach dem Unfall von Tschernobyl

### Eine Modellstudie der Aktivitätsdauer

Eine wichtige Frage, die sich seit 1986 stellt, ist die nach der möglichen Dauer der durch die flächendeckende Kontamination verursachten radioaktiven Belastung bzw. der dadurch verursachten Wirkungen auf den menschlichen Körper. Das oben vorgestellte mathematische Modell erlaubt eine einfache stochastische Analyse dieses Problems z.B. im Rahmen der

*Extremwertstatistik*. In erster Näherung kann man sich dabei an der 'deterministischen' exponentiellen Abnahme der Aktivität orientieren, also an der Lösung der Gleichung

$$n_g = n \cdot e^{-\lambda x} \quad \text{oder} \quad x = -\frac{\log(n_g/n)}{\lambda} = h \frac{\log(n/n_g)}{\log 2}, \quad (12)$$

wobei wieder  $n$  die Anzahl der anfänglich vorhandenen Atome und  $n_g$  die vorgegebene Grenzmenge bezeichnet. Aufgrund des stochastischen Charakters des radioaktiven Zerfalls zeigt eine genauere Analyse jedoch, daß dieser so berechnete Zeitpunkt  $x$  selbst zufällig ist, also insbesondere eine Wahrscheinlichkeitsverteilung besitzt, deren Varianz mit dem Abnehmen von  $n_g$  wächst. Wir wollen hier speziell zwei Zeiträume nennen, die sich bezüglich der angesprochenen Verteilungsstruktur wesentlich voneinander unterscheiden:

1. die gesamte Aktivitätsdauer bis zum vollständigen Zerfall, d.h.  $n_g = 0$ ;
2. die Aktivitätsdauer bis zu einem festen positiven Grenzwert  $n_g$  kleiner als  $n$ .

Wenn wir wieder wie oben die - exponentialverteilten - Lebensdauern der einzelnen Atome mit  $X_1, \dots, X_n$  bezeichnen, wird die gesamte Aktivitätsdauer beschrieben durch die maximale Lebensdauer aller Teilchen, also die Zufallsgröße  $M_n := \max(X_1, \dots, X_n)$ . Aus der Unabhängigkeitsannahme (3) folgt dann für die Verteilung von  $M_n$  die Beziehung

$$P(M_n \leq x) = P\left(\bigcap_{i=1}^n \{X_i \leq x\}\right) = \prod_{i=1}^n P(X_i \leq x) = (1 - e^{-\lambda x})^n, \quad x \geq 0. \quad (13)$$

Durch Zentrieren erhält man aus (13) die Gleichung

$$P(\lambda(M_n - \log n) \leq x) = (1 - e^{-(x+\log n)})^n = \left(1 - \frac{e^{-x}}{n}\right)^n \rightarrow G(x) := e^{-e^{-x}}; \quad (14)$$

die sich so ergebende Grenzverteilung mit der Verteilungsfunktion  $G$  heißt sinngemäß *doppelte Exponentialverteilung*, Gumbelverteilung oder auch Extremwertverteilung vom Typ I. (Diese Verteilung spielt z.B. auch eine Rolle bei der Untersuchung der maximalen SO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft.) Die durch (14) beschriebene Verteilung besitzt den Erwartungswert  $\gamma = 0.5772\dots$  (sog. Euler'sche Konstante) sowie die Varianz  $\pi^2/6 = 1.6449\dots$ . Hieraus ergibt sich für die mittlere Aktivitätsdauer  $E(M_n)$  sowie deren Varianz bzw. Standardabweichung:

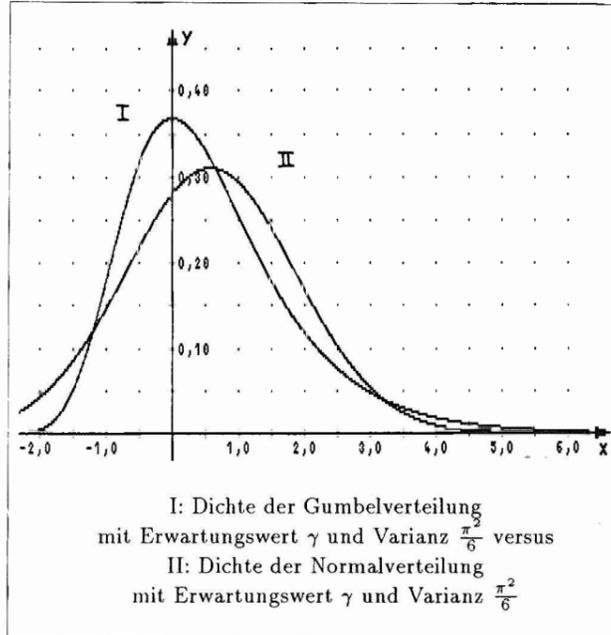
$$E(M_n) \approx \frac{\log n + \gamma}{\lambda} = h \frac{\log n + \gamma}{\log 2}, \quad (15)$$

$$\sigma_n^2 \approx \frac{\pi^2}{6\lambda^2} \quad \text{bzw.} \quad \sigma_n \approx h \frac{\pi}{\sqrt{6} \log 2} = 1.85 h.$$

Rechnet man mit einer bei dem Reaktorunfall insgesamt freigesetzten Menge Jod  $^{131}\text{J}$  in Höhe von 1 g (entsprechend

$n = 4.6 \cdot 10^{21}$ ), erhält man also für die gesamte mittlere Aktivitätsdauer dieser Jod-Atome zusammengefasst approximativ 1.6 Jahre mit einer Standardabweichung von 14.8 Tagen; der Einfluß von Jod ist damit inzwischen praktisch vollständig verschwunden.

Bei einer lokalen Betrachtung (z.B. bezogen auf  $1 \text{ m}^2$  Boden) ergibt sich analog für eine Menge Jod, die eine anfängliche Zerfallsintensität von  $5000 \text{ Bq}$  besitzt ( $n = 5 \cdot 10^9$ ): mittlere Aktivitätsdauer = 264.4 Tage, Standardabweichung = 14.8 Tage.



Allgemeiner zeigt die obige Rechnung, daß für ein radioaktives Isotop mit einer Halbwertszeit  $h$  (in Jahren) und einer anfänglichen Zerfallsintensität  $b$  [Bq] die Beziehung

$$E(M_n) \approx \frac{\log(hb) + 18.21}{\log 2} h, \quad \sigma_n \approx 1.85 h \quad (16)$$

mit  $n = 4.55 \cdot 10^7 \cdot h \cdot b$  und einer entsprechend zentrierten doppelten Exponentialverteilung als approximativer Verteilung gilt. Ähnlich wie in Beziehung (6) läßt sich auch hier zeigen, daß der entsprechende Approximationsfehler wie  $1/n$  mit wachsendem  $n$  (=Anzahl der Atome) abnimmt, also für die hier betrachteten konkreten Fälle hinreichend klein ist.

Messungen von 1990 in der nördlichen Ukraine haben ergeben, daß die durchschnittlichen Zerfallsintensitäten immer noch in der Größenordnung von  $10^8 \text{ Bq/m}^2$  liegen. Dies zeigt, daß nach dem Jod nunmehr die langlebigen Isotope  $^{137}\text{Cs}$  und  $^{90}\text{Sr}$  Hauptverursacher der noch bestehenden Kontamination sind. Wir wollen deshalb jetzt das Verteilungsverhalten der Aktivitätsdauer in der zweiten Situation für diese Stoffe untersuchen. Hierbei ist es zweckmäßig, die sogenannten Ordnungsstatistiken (order statistics) der Zerfallszeitpunkte  $X_1, \dots, X_n$  zu betrachten, d.h. die der Größe nach geordneten Werte  $\min(X_1, \dots, X_n) = X_{1:n}, \dots, X_{n:n} = \max(X_1, \dots, X_n)$ . Diese geben zugleich die natürliche Reihenfolge an, in der die Zerfallszeitpunkte der einzelnen Atome z.B. in einem physikalischen Meßgerät regi-

striert werden. Die Aktivitätsdauer bis zum Erreichen der Grenzmenge  $n_g$  bei anfänglich  $n$  Atomen ist dann gegeben durch die Ordnungsstatistik mit Index  $n - n_g + 1$ , welche wir hier mit  $Y_{n,g}$  abkürzen wollen. Es gilt für Erwartungswert und Varianz dieser Größe

$$E(Y_{n,g}) \approx h \frac{\log(n/n_g)}{\log 2}, \quad \text{Var}(Y_{n,g}) \approx \frac{h^2}{n_g \log^2 2} \quad (17)$$

falls  $n_g$  positiv, aber klein gegenüber  $n$  ist. Der Approximationsfehler bewegt sich auch hier wieder in Größenordnungen von  $1/n$ .

Bezieht man Erwartungswert und Standardabweichung nicht auf Absolutzahlen  $n$  und  $n_g$ , sondern auf die entsprechenden Zerfallsintensitäten  $b$  und  $g$ , ergibt sich entsprechend

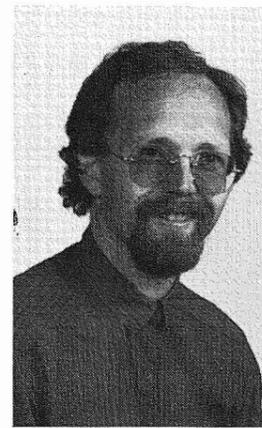
$$E(Y_{n,g}) \approx h \frac{\log(b/g)}{\log 2}, \quad \sigma_{n,g} \approx 2.14 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{\frac{h}{g}} \quad (18)$$

Für große Werte von  $n_g$  bzw.  $g$  stimmt also die mittlere Aktivitätsdauer ziemlich genau mit den in (12) angegebenen Werten überein, da die zugehörige Standardabweichung in den praktisch relevanten Situationen im allgemeinen sehr klein ausfällt. Im Gegensatz zur ersten Situation kann man hierfür die betrachteten Größenordnungen von  $n_g$  bzw.  $g$  die Aktivitätsdauer approximativ als normalverteilt mit den durch (18) gegebenen Parametern ansehen.

Für die in der Ukraine gemessenen Werte ergibt sich mit  $b=10^8$ ,  $g = 1000$  im Fall des Cäsiums der Erwartungswert 501.6 mit Standardabweichung 0.07. Wenn man eine längerfristige radioaktive Belastung über  $1000 \text{ Bq/m}^2$  für die Bevölkerung für unzumutbar hält, bleibt diese Gegend also notgedrungen für die nächsten 500 Jahre unbewohnbar...

Einige Informationen zu den physikalischen Aspekten der hier dargestellten Zusammenhänge hat freundlicherweise mein Kollege Wolfgang Ebenhöf beigebracht, wofür ich ihm an dieser Stelle besonders danken möchte.

### Der Autor



Prof. Dr. Dietmar Pfeifer (38) wurde 1987 auf die Professur für Mathematisierung der Wirtschaftswissenschaften berufen. Pfeifer studierte an der Technischen Hochschule Aachen Mathematik und Wirtschaftswissenschaften. Nach der Promotion 1980 und seiner Habilitation 1984 an der TH Aachen wurde er Gastprofessor an der University of North Carolina, Chapel Hill. Ein Heisenberg-Stipendium und eine weitere Gastprofessur an der University of California, Santa Barbara, waren Stationen seiner wissenschaftlichen Laufbahn, bevor er nach Oldenburg kam. Pfeifers Forschungsgebiet ist die Stochastik.

## „Reit Euch denn der Teufel ...?“

### Eine Gegendarstellung

von Jürgen May \*

Unbekannte Frauengestalten im Leben prominenter historischer Persönlichkeiten haben immer wieder die Neugier der Forschung geweckt. Im Falle Beethoven traf dies lange Zeit auf die „Unsterbliche Geliebte“ zu; nun hat Peter Schleuning eine neue Unbekannte entdeckt, die „Dame“ aus jenem Brief Beethovens an Franz Anton Hoffmeister, den der Autor des Artikels *Ludwig van Beethoven, die Dame und der Prinz* (Einblicke Nr. 12/Okt. 1990) seinen Ausführungen zugrunde legt. Schleuning möchte in dieser Person gern Rahel Levin sehen, die in der Beethoven-Biographie keine Unbekannte ist: Der Komponist pflegte 1811 in Teplitz freundschaftlichen Kontakt mit ihr, weswegen auch sie eine zeitlang als Unsterbliche Geliebte galt.

Wie nun kommt Schleuning zu der Vermutung, Rahel Levin könne eben jene Dame gewesen sein, auf deren Kompositionsauftrag Beethoven so vehement reagierte? Er leitet aus Text und Kontext des Briefes an Hoffmeister die Grundlagen seiner Hypothese ab, deren Gültigkeit ich nun anhand einiger Beispiele überprüfen möchte.

Wenig erhellend ist Schleunings Exkurs zum Begriff „Dame“. Wer sonst als eine „Dame“ im Sinne seiner Ausführungen käme überhaupt als Auftraggeberin einer Komposition in Frage? Und wie steht es mit dem Inkognito der betreffenden Person? Beethoven nennt ihren Namen nicht, aber war sie ihm deswegen unbekannt? Hoffmeister wußte ohnehin, um wen es sich handelte, ob Beethoven nun Name, Initial oder nichts von allem nannte. Bleibt von den Anhaltspunkten, die sich allein auf die fragliche Person beziehen, noch der, daß sie aus Norddeutschland stammen muß - ein weiterer Personenkreis, der sich damit auf tut.

Die übrigen Prämissen, die die fragliche Person erfüllen muß, berücksichtigen schon den sozio-kulturellen Hintergrund, auf den Schleuning in seinen Ausführungen so großen Wert legt. Sie verdienen also eine besonders genaue Prüfung. Sie hängen zusammen einerseits mit den formalen, programmatischen und ästhetischen Vorgaben, die die Auftraggeberin in der Sonate offenbar gemacht hatten. Auf der anderen Seite beziehen sie die Rezeption Beethovenscher Musik um 1802 mit ein.

Zu letzterem Punkt schreibt Schleuning: „Sie muß bereits 1802 eine starke Verehrung für Beethoven haben, was ... nur für einen kleinen, wenn auch wachsenden Kreis von Spezialisten galt.“ Sollte es dem Autor unbekannt sein, daß sich Beethoven um diese Zeit nicht nur als Pianist, sondern auch als Komponist bereits einen Namen gemacht hatte? So war es jedenfalls seit Jahren in der bedeutenden Leipziger *Allgemeinen Musikalischen Zeitung* (AMZ) zu lesen. „Es ist nicht zu leugnen, daß Hr. v. B(eethooven) ein Mann von Genie ist ... . Dazu sichert ihm seine nicht gewöhnliche Gründlichkeit in der höheren Schreibart und seine eigene außerordentliche Gewalt auf dem Instrumente ... unstreitig den Rang unter den besten Klavierkomponisten und Spielern unserer Zeit“, heißt es schon im Oktober 1799. Und im Dezember 1802: „... der Komponist (Beethoven) hat schon durch die ganze musikalische Welt sein ehrenwertes Publikum, so daß dem Anzeiger neuer Werke von ihm wenig übrig bleibt, als zu sagen, sie sind da.“ Ein Hinweis auf den überaus großen Erfolg der Balletmusik *Die Geschöpfe des Prometheus* - 23 Aufführungen in

den Jahren 1801 und 1802 - möge das Bild abrunden. Wie steht es nun mit den von der Dame gemachten ästhetischen Vorgaben, die Schleuning zu der Annahme veranlassen, sie müsse nicht nur „musikalisch hochspezialisiert und erfindungsreich“, sondern auch „politisch sehr fortschrittlich“ sein und „zu den wenigen emanzipierten Frauengestalten“ jener Zeit gehören? Zunächst einmal: wir kennen jene Vorgaben nicht. Wir kennen Beethovens Reaktion darauf und müssen versuchen, daraus unsere Schlüsse zu ziehen. Sofort springt ein eklatanter Bruch in Beethovens Antwortbrief ins Auge: Erst lehnt er den Kompositionsauftrag vehement ab, dann plötzlich macht er sehr detaillierte, überlegte Angebote dazu. Die Art und Weise, wie Beethoven auf den Kompositionsvorschlag eingeht - Modalitäten und Kosten, Widmungsangebot usw. - läßt nur den Schluß zu, daß Beethoven geneigt ist, den Auftrag anzunehmen. Das heißt doch aber, daß der erste Briefabschnitt, die massive Ablehnung, nicht ernst gemeint sein kann. Und das bestätigt auch der Tonfall dieser Textpassage: die aufgesetzte Empörung Beethovens gipfelt im theatralischen „hoho“ und im gereimten Schlußsatz: „da laßt mich aus - da wird nichts draus“. Beethoven macht sich über das angeblich Revolutionäre im Konzept der Sonate lustig. So „eindrucksvoll und ungewöhnlich“, wie Schleuning glaubt, kann der Vorschlag also nicht gewesen sein; umgeworfen hat er Beethoven jedenfalls nicht.

Ein letzter Punkt ist zu untersuchen: Die Bedeutung der Formulierung „... auch will ich in ästhetischer Hinsicht im allgemeinen ihren Plan befolgen - nur ohne die Tonarten zu befolgen“. Hier ist Schleuning einem Fehler der älteren deutschen Ausgaben der Briefe Beethovens aufgesessen, die „und“ statt „nur“ lesen. Die richtige Leseart der Textstelle läßt keinesfalls den Schluß zu, es sei Teil des ästhetischen Konzepts der Auftraggeberin, die konventionelle Harmonik des Sonatensatzes aufzugeben. Gemeint ist statt dessen: Beethoven will das ästhetische Konzept generell übernehmen, mit Ausnahme der Tonartvorgaben.

Dies alles, so mag man entgegenhalten, schließt aber nicht aus, daß Rahel Levin doch die ungenannte Dame ist - solange man keinen besseren Vorschlag zu machen hat. Und damit komme ich zu Schleunings fatalstem Irrtum, nämlich daß „über die Vor- und Nachgeschichte dieses Briefes ... noch nie gründlich nachgedacht worden“ sei.

1911 veröffentlichte Wilibald Nagel in den *Sammelbänden der internationalen Musikgesellschaft* unter dem Titel *Kleine Beethoveniana* einige kurze Beiträge zur Beethovenforschung. U.a. behandelte er die Frage der Identität der unbekannt Dame aus besagtem Brief an Hoffmeister. Er gibt das folgende Schriftstück, den Brief einer Gräfin von Kielmansegge an Hoffmeisters Kompagnon Ambrosius Kühnel, wieder:

Dessau, den 1ten May.

Sie werden lieber Herr Kühnel selbst einsehen, wie hoch H. Beethoven's, Forderungen gespannt und wie unbillig diesselben sind. - Ich denke Ihnen also auf das verbindlichste, mir diese Nachricht mitgeteilt zu haben, muß aber zugleich bitten Hr. Beethoven meinen Vorschlag völlig abzuschreiben.

In größter Eile

Gräfin von Kielmansegge.

Auf dem Rand des Briefes ist auch die Jahreszahl (1802) angegeben. Dem ist wohl nichts hinzuzufügen. Auch Nagel erwägt übrigens schon, daß Beethovens ablehnende Worte scherzhaft gemeint sein könnten, zieht dann aber eine andere Auflösung des Widerspruchs vor: Neben der Gräfin habe auch der Verlag Hoffmeisters eine Sonate in Auftrag geben wollen. Letzteren Auftrag, so Nagel, lehnte Beethoven ab, den der Gräfin dagegen gedachte er auszuführen.

Es ist demnach nicht die Schuld der angeblich so ignoranten Musikforschung und von ihr über bestimmte Themen verhängter „Denktabus“, daß sich Schleunings Hypothese nicht wird belegen lassen. Der Grund ist schlicht ein Mangel an Argumenten. Und es bedarf sehr überzeugender Argumente, um Schleunings Annahme gegen die bisherige Lösung des Problems der „Dame“ in Beethovens Brief zu verteidigen. Man fragt sich, was Schleuning zu einem solchen Aufsatz bewogen haben mag und möchte mit Beethoven ausrufen: „Reit Euch denn der Teufel ...?“

\* Dr. Jürgen May arbeitet nach einem Studium der Musikwissenschaft seit 1985 an der Beethoven-Briefausgabe im Beethoven-Archiv.

## Zur Replik von Jürgen May Eine Erwiderung

von Peter Schleuning\*

Was mich zu einem solchen Artikel bewogen haben mag? Neugier. Leider befinde ich mich dabei in schlechter Gesellschaft. Denn den Aufsatz von 1911 und damit den Brief der Gräfin von Kielmannsegg kennt gleich mir keiner der großen neuen Beethoven-Biografen, noch nicht einmal die sonst so genaue Herausgeberin der englischsprachigen Briefausgabe von 1961, Emily Anderson. Nicht einmal auf sie war also Verlaß! Da muß man ohne ein Archiv im Rücken, wie Herr May es in Gestalt des

Bonner Beethoven-Archives hat, zu eigenen Mitteln greifen. Und die waren nicht schlecht: Ohne Kenntnis des Briefes nur 90 km (Berlin) vom wahren Ursprungsort des Briefes (Dessau) zu landen, ist eine Leistung, die die Qualität meiner Methode glänzend bestätigt.

Der Punkt der Autorschaft des Sonatenauftrages ist allerdings nur ein Punkt unter anderen meines Aufsatzes. Da geht es noch um Beethovens Bekanntheitsgrad um 1802, um harmonische Probleme des Sonatenaufsatzes, um das Verhältnis Beethovens zur Französischen Revolution und zu Bonaparte und darum, was die Anfragende denn nun für ein revolutionäres Symbol verlangte, das Beethoven so erregte. All diese Fragen, auch wenn es nicht um Rahel Levin geht - eine Hypothese, wie ich betonte! - sind weit wichtiger als diejenige der Autorschaft und sind und bleiben genauso zu behandeln, wie ich es getan habe. Herr May geht auf die wichtigsten dieser Fragen nicht ein, was ich als Zustimmung werte.

Ich preise den baldigen Tag, an dem das Beethoven-Archiv, 164 Jahre nach Beethovens Tod, endlich eine Gesamtausgabe seiner Briefe in originaler Orthographie, mit Lesarten und Kommentaren herausbringt. Dann ist eine vertrauenswürdige Basis geschaffen für die Reflexion dessen, was an ihnen wirklich wichtig ist, nämlich ihr Inhalt. Zum Beispiel: Welches mag denn nun der Vorschlag gewesen sein, den die Gräfin an Beethoven herangetragen hatte?

Wie mein Vorredner schließe ich mit einem Zitat aus dem Brief vom 8. April 1802: „Jetzt behüt Euch Gott, Ihr Herren.“

\* Dr. Peter Schleuning, Autor des Artikels „Ludwig van Beethoven, die Dame und der Prinz“ in EINBLICKE Nr. 12, arbeitet seit 1979 als Akademischer Rat im Fach Musik an der Universität in Oldenburg. Seine Forschungsschwerpunkte sind u.a. die Frühgeschichte des öffentlichen Konzerts, Sozialgeschichte und Wertanalyse der Kunstmusik (1700-1850).

\* \* \* \* \*

EINBLICKE NR. 14  
7. Jahrgang, Heft 14, November 1991  
- ISSN 0930/8253  
EINBLICKE wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Das Forschungsmagazin der Universität Oldenburg EINBLICKE erscheint zweimal im Jahr und informiert eine breitere Öffentlichkeit über Forschungsprojekte und deren Ergebnisse. Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen nehmen dabei bewußt Vereinfachungen in der Darstellung ihrer Forschung in Kauf. Abdruck der Artikel nach Rücksprache mit der Redaktion und unter Nennung der Quelle möglich.

Herausgeber: Der Präsident der Universität Oldenburg  
Gerhard Harms (verantwortlich), Gudrun Pabst  
Redaktion und Layout: Pressestelle, Ammerländer Heerstraße 114-118,  
2900 Oldenburg, Tel.: 0441 798-2417,  
Telex: 25655 unol d. Telefax: 0441/798-2435  
Satz: Maria Lamping  
Fotos: dpa, Dombauarchiv Köln, Wilfried Golletz  
Immo Raether, Manfred Mahn  
Reprographie: Klaus Liebig (S-W) / KD-Repro (Farbe)  
Druck: Officina-Druck, Posthalterweg 1b,  
2900 Oldenburg, Tel.: 0441/77 60 60  
Anzeigen: aha-Werbung, Bismarckstr. 22, 2900 Oldenburg,  
Tel.: 0441/74408

# Kriegs- schauplatz Hunger.



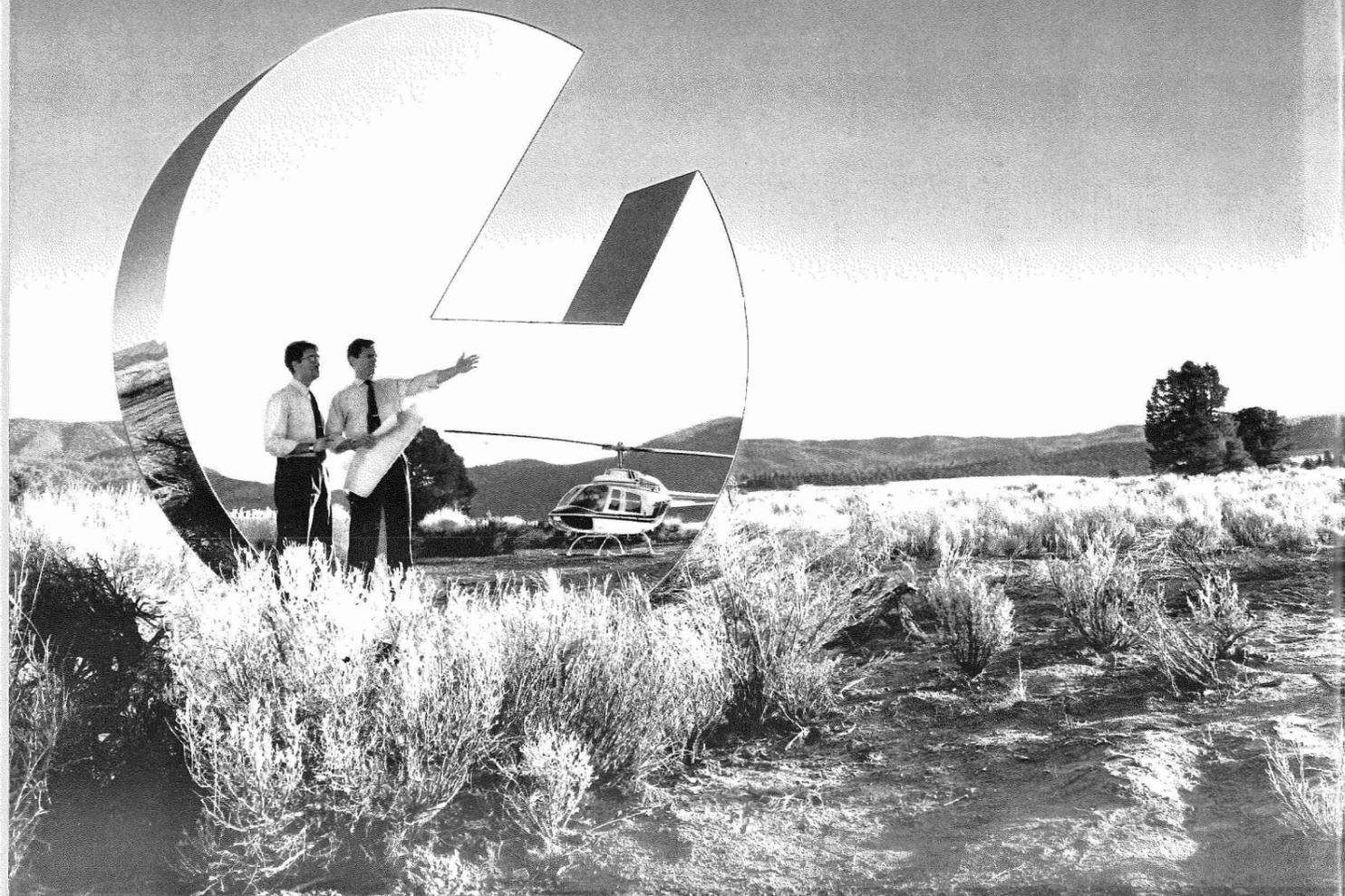
In der Dritten Welt sterben täglich mehr als 40.000 Menschen durch die Gewalt der Armut. Durch unsauberes Trinkwasser, fehlende medizinische Versorgung und viel zu wenig Nahrung. Hoffnungslosigkeit und Verzweiflung sind die Folge. Kriegsschauplatz Hunger: eine Bedrohung für den Weltfrieden.  **DEUTSCHE WELTHUNGERHILFE**  
Helfen Sie mit, Leben zu retten.  **Spendenkonto Sparkasse Bonn: 111**

Einzahlungen bei allen Banken, Sparkassen und Postämtern. Deutsche Welthungerhilfe · Adenauerallee 134 · 5300 Bonn 1 · Telefon: 02 28 / 22 88 0

Wir danken für den kostenlosen Abdruck dieser Anzeige.

# Wir geben Ihren Ideen Perspektive.

BSB Frankfurt



## Neue Wege zum Erfolg.

Das ist das genossenschaftliche Prinzip: die Ziele für Ihre geschäftliche Finanzplanung oder für Ihren privaten Vermögensaufbau in gemeinsamer Anstrengung zu verwirklichen.

Die norddeutschen Volksbanken und Raiffeisenbanken sind dabei Ihre kompetenten Partner: Durch ihr zentrales Institut, die DG BANK, sind sie mit den Finanzzentren in aller Welt

und mit hochspezialisierten Expertenteams direkt verbunden.

So können die norddeutschen Volksbanken und Raiffeisenbanken dem mittelständischen Unternehmer neue Exportmärkte öffnen, interessante Finanzierungsquellen erschließen und spezielle Wege zur Liquiditätsverbesserung zeigen. Dem privaten Kapitalanleger bieten sie

intelligente Möglichkeiten für eine Vermögensplanung nach Maß. Wir geben Ihren Ideen Perspektive.

DG BANK Niederlassung Oldenburg, Raiffeisenstraße 22/23, 2900 Oldenburg, Telefon (04 41) 22 26-0.



Im FinanzVerbund der Volksbanken Raiffeisenbanken.

**DG BANK**   
Deutsche Genossenschaftsbank  
Niederlassung Oldenburg