

# Einblicke

Forschung an der  
Universität Oldenburg



Nr. 5

## POIESIS 2

Peter Sloterdijk Poiesis • Otto von Simson, Gert Selle, Rudolf zur Lippe Fridhelm Klein • Fridhelm Klein Briefe und Notizen, Bilder und Photographien • Maria Hippus - Gräfin Dürckheim Entstehungsgeschichte des geführten Zeichnens • Birger P. Priddat Der Poet des Besitzes. Miszellen zur romantischen Ökonomie • Karl Josef Pazzini Der Ärger mit dem Rahmen • Jürgen Funke Wege der Bewegung • Ruth Walz Bewegungsstudien mit Schauspielern • Hartmut von Hentig Erkenntnis und Humanität

*ποιέω, f. ἴσω, machen, thun, von Hom. an allg. u. zwar 1) wie das deutsche machen, eine schaffende Tätigkeit, eine Wirkung und deren bleibendes in die Sinne fallendes Erzeugnis bezeichnend; dab. 1) ein Ding, eine Arbeit, ein Werk herstellen, verfertigen, zu Stande bringen, hervorbringen, zunächst von jeder äusserlichen Tätigkeit, die sich in Hervorbringung irgend eines in die Sinne fallenden Products kund gibt, von Handwerkern u. Künstlern, von Hom. an allg.*

*... Häuser, Wohnungen bauen ... eine Schrift abfassen... überhaupt hervorbringen ... es regnen lassen ... erdichten, ersinnen ... einen Zustand, ein Verhältnis bewirken, verursachen, erregen, bereiten, bewerkstelligen, veranstalten, zu Wege bringen ... handeln, verrichten, die subjective Wirksamkeit bezeichnend, daher auch den Begriff einer fortgesetzten Tätigkeit oder Handlung enthaltend... bewirken, daß etwas geschieht .. seine Bundesgenossen muthig machen ... einem Sterblichen eine Göttin zur Gattin geben ...*

*ποίησις, εως, ἡ, (ποιέω) das Machen, Hervorbringen, Bilden, Schaffen, Verfertigen*

erscheint in regelmäßiger Folge als Zeitschrift des Instituts für praktische Anthropologie e.V. (Cappenberg Westf.) herausgegeben und redigiert von Rudolf zur Lippe und Gert Selle.

Bestellungen über die Herausgeber  
Universität Oldenburg, Fachbereich 2, Postfach 2503,  
2900 Oldenburg

Praktisch-theoretische Wege ästhetischer Selbsterziehung

# Einblicke

## Forschung an der Universität Oldenburg

### Inhalt

Wolfgang E. Krumbein Denkmalpflege und Konservierung	4
Heinrich Schmidt Der Sachsenherzog Widukind - Wirklichkeit und Mythos	11
Walter Jansen/Anke Block/ Jürgen Knaack/Remmer Akkermann Saurer Regen - Auch im Oldenburger Raum	15
Ulrich Radek Schallausbreitung im Freien	20
Elke Haase Mikrovermehrung von Pflanzen und Regulation ökologischer Belastung durch Biotechniken	24
Ulrich Knauer Straßengüterfernverkehr oder die Rollende Landstraße	31
Peter Gottwald Die Frage nach Qualität als Suche nach einem neuen Bewußtsein	35

### Impressum

EINBLICKE erscheint zweimal im Jahr und will eine breitere Öffentlichkeit über Inhalte und Ergebnisse der Forschung an der Universität Oldenburg informieren. Hier unternehmen Wissenschaftler den Versuch, in einer auch für den interessierten Laien verständlichen Sprache zu schreiben und nehmen dabei bewußt Vereinfachungen ihrer Darstellungen in Kauf.

3. Jahrgang, Heft 5, März 1987

Herausgeber: Der Präsident der Universität Oldenburg  
Redaktion: Gerhard Harms (verantwortlich), Pressestelle, Ammerländer Heerstraße 114-118, 2900 Oldenburg, Tel.: (0441) 798-2417, Telex: 25655 unol d. Telefax: 0441/798-3000120120

Layout: Cord Labef  
Satz: Gisela Rodenberg  
Reprographie: Klaus Liebig  
Fotos: Remmer Akkermann, Wilfried Golletz, Ulrich Knauer, Wolfgang E. Krumbein, Immo Raether  
Druck: Officina-Druck, Posthalterweg 16, 2900 Oldenburg, Tel.: (0441) 776060  
Anzeigen: U-Plette-Werbung, Weidenstraße 286, 2900 Oldenburg, Tel.: (0441) 13396

ISSN 0930/8253

Abdruck der Artikel nach Rücksprache mit der Redaktion und Quellenangabe möglich.

### Autoren

Prof. Dr. Wolfgang E. Krumbein (Fachbereich 7 Biologie), Geomikrobiologie/Ökophysiologie

Prof. Dr. Heinrich Schmidt (Historisches Seminar/Fachbereich 3 Sozialwissenschaften), Sozialgeschichte des Mittelalters

Prof. Dr. Walter Jansen (Fachbereich 9 Chemie), Didaktik der Chemie, Anke Block und Jürgen Knaack, Lehramtsabsolventen im Fach Chemie, Dr. Remmer Akkermann (Universität Osnabrück, Abt. Vechta)

Dr. Ulrich Radek (Fachbereich 8 Physik), Angewandte Physik

Dipl.-Biologin Elke Haase (Fachbereich 7 Biologie) bis vor kurzem wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe „Angewandte Biologie“ und jetzt Inhaberin der Firma „Elke Haase Mikrovermehrungen“

Prof. Dr. Ulrich Knauer (Fachbereich 6 Mathematik), Algebraische Methoden

Prof. Dr. Dr. Peter Gottwald (Fachbereich 5 Psychologie), Psychotherapie

**Titelbild:** Die Erde kann als Bioid betrachtet werden, dessen gesamte Oberflächenschichten (Kruste, Hydrophäre, Atmosphäre) ein gigantisches lebendes System darstellen, das aus folgenden sich selbst gegenseitig stabilisierenden Komponenten besteht: (1) Biogene anorganische und organische Energiespeicher, (2) Lebende und fossile Biosphären; (3) Biologisch kontrollierter Energieeintrag (Sonne und Photosynthese), Energiespeicherung (fossile „Brennstoffe“) und Energieabfluß (Verwitterung, Abstrahlung). Das Bild stellt die 5 das Bioid umfassenden Reiche der Organismen dar (s. Seite 4 „Denkmalpflege und Konservierung“). Entwurf: D. Sagan, L. Margulis, copyright Freeman, San Francisco.

## Denkmalpflege und Konservierung

Eine natur- und kunsthistorische Betrachtung

Von Wolfgang E. Krumbein



Höhlenmalerei der „Vorzeitmenschen“ vor 13.000 Jahren, die durch Beleuchtung für den Tourismus von Algen, Moosen und Flechten zerstört werden: Fliessende Hirsche in der Höhle von Lascaux.

### Der Kreislauf der Gesteine: Ursache, Anamnese und Diagnose

Natursteine und natürlich anstehende Gesteine sowie Bausteine und Baumaterialien - unter ihnen besonders die klassischen Stoffe Naturstein, Klinker, Ziegel, Beton, Mörtel, Stuck, Mineralfarben, Glas, Holz, Metall sowie zunehmend verwendete Kunststoffe - unterliegen generell der Alterung und müssen gepflegt und schließlich oft ersetzt werden. Hierzu tragen in fast allen Fällen biologische Prozesse bei. Schon in der Bibel wurde beschrieben, daß nicht nur Mensch und Tier medizinisch gesehen durch Krankheitserreger befallen werden können und damit „unrein“ werden oder den „Aussatz“ bekommen. Im III. Buch Mose werden Textilien (Papier, Leder, Zellstoff, Baumwolle) und auch Steine als anfällig gegenüber „Krankheiten“ geschildert. In der Bibel heißt es dra-

stisch: „Wenn es dem Hausbesitzer scheint als habe er einen Infektionsherd an seinem Haus entdeckt und wenn der Priester bei der Inspektion grüne und rote Grübchen konstatiert (siehe Bilder), die tiefer als in die Oberfläche des Steins gehen, dann muß der kranke Stein herausgerissen werden und an einen unreinen Ort geworfen und durch neue Steine ersetzt werden“. Wenn wir den unreinen Ort heute bedeutsam mit „Schutthalde“ oder schlimmer „Deponie“ umschreiben, so wird deutlich, daß biologische Prozesse schon immer als gefährlich für den Menschen und seine Bauwerke erkannt wurden. Auch Herodot beschrieb schon vor 2500 Jahren nicht nur die Herkunft der Steine der Pyramiden, sondern auch, daß diese von aggressiven Salzen zerstört werden. Mit der Bau-

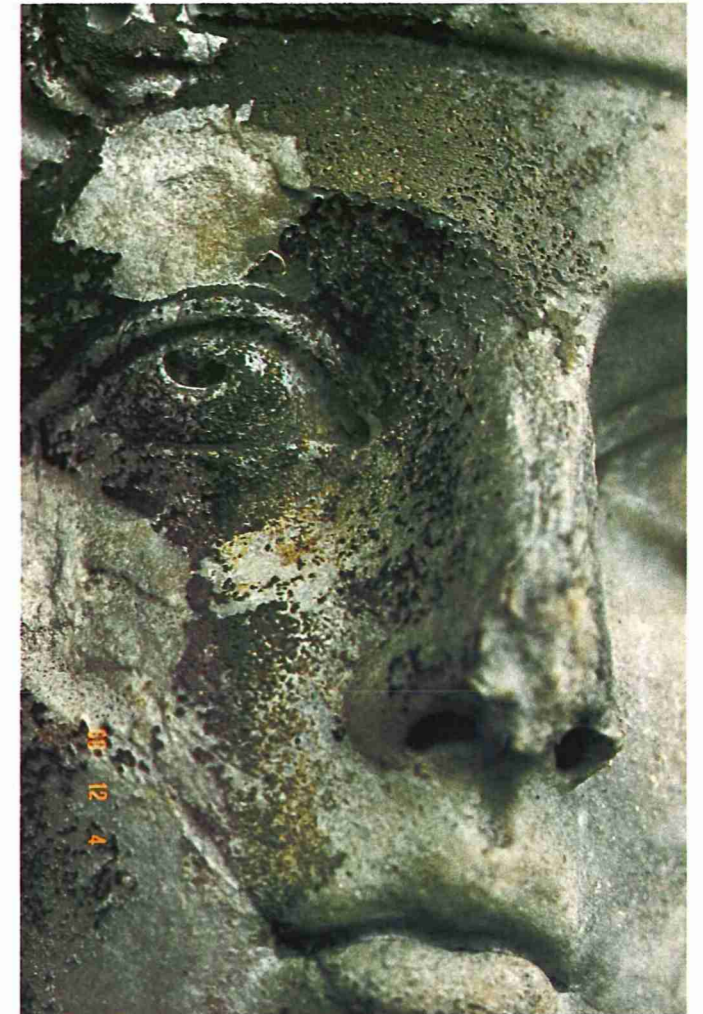
kunst wurden somit schon früh Bautenschutz und Bausanierung entwickelt. Bauschäden können wie folgt gereiht werden: (1) Zerstörung durch den Menschen selbst; (2) Zerstörungen durch Erdbeben, Feuer und Fluten; (3) Physikalisch-chemische und biologische Schäden. Letztere können bisher nicht quantitativ getrennt werden. Die Summe indirekter und direkter biologischer Angriffe auf Bauten ist jedoch besonders wichtig. Die Aggressivität der Atmosphäre wird durch biogeochemische Kreisläufe bewirkt. Diese erzeugen und regeln sowohl die oxidierende Tätigkeit des 20%igen Anteiles Sauerstoff als auch die Konzentration an biogener Kohlen-, Salpeter- und Schwefelsäure. Selbstverständlich lassen sich diese biogenen Einflüsse anschließend physikochemisch umschreiben. Es bleibt jedoch festzuhalten, daß Abbauprozesse an Gesteinen gleichzeitig den Keim der Neubildung beinhalten und daß Schutz und Stabilisierung von natürlichen Systemen - etwa jenes von Gestein und natürlicher Umwelt - nur innerhalb bestimmter oszillierender Grenzen denkbar sind.

Lange vor Herodot aber, durch mehr als 40000 Jahre der Menschheitsgeschichte hat man gewußt, wie Biologie und Geologie den Planeten bewegen, formen, gestalten. Man wußte wo und wann man sich festhalten konnte. Man nutzte nur, was dem Sinn der Dinge entsprach. Wir Heutigen haben viel vom Wissen unserer Vorväter verloren, interpretieren schön, aber falsch, sind eher stolz und dadurch blind.

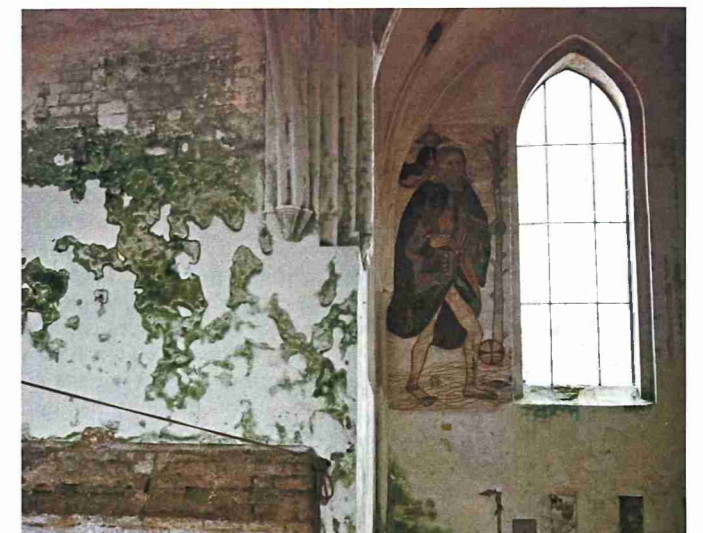
Dieser Planet ist ein lebender Planet, der sich vorwiegend durch Lebensprozesse erhält und nicht durch Geochemie und Geophysik. Ursache unseres Dünkels, daß wir die Geschehnisse des Planeten lenken könnten, ihn gewissermaßen „pflegen und hätscheln könnten“ ist die mechanistische Betrachtungsweise, die im Zeitalter der Technikgläubigkeit gewachsen war. Eine Naturwissenschaft setzte sich durch, die (in Abwandlung eines Wortes von Plinius) das Wesen der Natur nicht versteht, und eine Biologie, die das Wesen des lebenden Planeten nicht versteht. Die Erde ist nicht deswegen von den anderen Planeten des Sonnensystems verschieden, weil sie die besonderen physikalisch-chemischen Gegebenheiten für das Leben bereitstellt, sondern die Erde weist diese Besonderheiten auf, eben weil sie lebt. Die Erde ist ein „Bioplanet“ oder ein „Bioid“, dessen oberste Lagen (Gesteinskruste, Hydrosphäre und Atmosphäre) ein gigantisches lebendes System verkörpern, das selbst die geodynamischen Prozesse der Gebirgsbildung (biogene Gesteine) und deren Zerstörung (biologische Verwitterung und Bodenbildung) tiefgreifend beeinflusst. So kommt es, daß nicht das evolutionäre Modell der Selektion zufälliger genetischer Veränderungen durch mehr oder weniger zufällige Änderungen der Umwelt gilt, sondern eher das Modell des sich selbst stabilisierenden Bioplaneten, dessen Organismen das ihnen gemäße Milieu produzieren und dieses wiederum die Organismen reorganisiert. Seit sich vor mehr als drei Milliarden Jahren Mikroorganismen auf der Erde etablierten, haben sie mehr oder weniger unverändert ihre genetischen Möglichkeiten stabil gehalten und nur die Betriebsweise und die Umsatzmengen verändert. Die Arbeitsgruppe Geomikrobiologie an der Universität Oldenburg befaßt sich in diesem Zusammenhang bereits seit längerem mit der energetischen und der Massebilanz des Einflusses der Mikroben auf die Bildung, Stabilisierung und Dynamik der Atmosphäre, der Sedimentgesteine und auf die Frage der Biodynamik der Zerstörung der Gesteine. In diesem Beitrag ist allerdings vornehmlich von letzterer die Rede.

### Definition biogener Schäden an Gesteinen

Biokorrosion oder Biodeterioration (Verwitterung) ist ein Stoff- und Energieaustausch zwischen zwei offenen heterogenen Systemen: dem festen Substrat (Gestein) und der umgebenden Atmos-



Römisches Marmorbildwerk im Forum Romanum, das durch eine Kombination aus biologischem Befall und Rauchschäden schwer geschädigt wurde.



Verfärbt, zerätzt, in Teilen abgefallen: die durch Pilze und Algen angegriffene Wandmalerei in der Kirche von Berne (Niedersachsen).

phäre oder Hydrosphäre. Beide Systeme sind durch Masse, Volumen, Druck, chemische Zusammensetzung, biologische Anteile (biochemisch und biophysikalisch) und durch die diesen inwohnende und ständig zu- oder abgeführte Energie definiert.

Die wechselseitige Beeinflussung aller dieser Komponenten führt zu einer breiten Umwälzung des Ausgangsmaterials im Grenzbe- reich beider Systeme. Die natürliche Grenze des Geschehens ist durch die wirksame Eindringtiefe von physikalischen Gradienten, Gasen, Lösungen und Organismen in das Gesteinsmaterial bedingt.

Dieser (Bio-)Deteriorations- oder Zersetzungsprozess kann - wenn sich ein Gleichgewichtszustand zwischen beiden Systemen einstellt - verlangsamt werden oder zum Stillstand kommen. Er lebt jedoch sofort wieder auf, wenn sich nur eine der die Materialermüdung und Materialzerstörung beeinflussenden Komponenten erneut ändert.

Ohne näher auf die vielfältigen biologischen Einflüsse von Makroorganismen einzugehen, sei darauf hingewiesen, daß die Besiedlung von Baumaterialien an der Oberfläche im mikroskopischen Bild durchaus die Dimensionen eines tropischen Regenwaldes oder Dschungels annehmen kann. Wenn wir etwa die Oberfläche der Porta Nigra oder die Dachbalustrade der Würzburger Residenz und die Neue Pinakothek in München als Beispiel eines etwa 1000-jährigen, eines etwa 300-jährigen und eines etwa 10-jährigen Bauwerkes nehmen, so zeigen die Bilderfolgen drastisch das Ausmaß der Besiedlung. Mikrobenmatten, deren Bau und Ökologie mindestens ebenso kompliziert und vielfältig sind, wie die eines Waldes mitsamt seinem in den Boden hineinreichenden Wurzelwerk, überziehen vielschichtig und struktureich die Materialoberfläche und dringen tief in dasselbe ein. Darüber hinaus beweisen die Beispiele von den Marmorbildwerken des Forum Romanum und von Stein- oberflächen der Nabatäerstädte in der Negev-Wüste (ca. 3000 Jahre alt), daß auch ohne eine an die Atmosphäre dringende „Krautschicht“ im Inneren des Materials eine reiche Mikroflora leben kann, die endolithisch (im Gestein wohnend) genannt wird. Da es sich hier häufig um Flechten und Pilze handelt, sei der Vergleich mit einer Champignonfarm oder mit einem Kartoffel- oder Rüben- acker erlaubt, bei denen die „Ernte“ oder der wichtigste Teil der Biomasse mindestens zu bestimmten Jahreszeiten mehr oder weniger ausschließlich unter der Oberfläche anzufinden ist. Daher sind biogene Oberflächenzerstörungen oft schwer ansprechbar. Felsen werden oft von Flechten besiedelt. Der Teppich ist bunt und dicht wie eine Landkarte, wenn der Stein nur einigermaßen stabil und der Niederschlag mindestens 200 mm im Jahr erreicht. Sinkt aber der Niederschlag unter 150 mm ab, oder ist der Stein zu weich oder zu hart, so ändert sich die Situation sofort. Ein mittelharter Stein wird dann Gruben und Grübchen von in den Stein hinein wachsenden, sich verkriechenden Flechten aufweisen. Diese sind je nach Substrat und Feuchte grünlich oder rötlich gefärbt und gegen die Oberfläche vertieft. Sie gleichen Pockennarben, sind wie diese von mikroskopisch kleinen Lebewesen, einer Notgemeinschaft oder Zweckehe aus Pilz und Alge, zusammengesetzt. Die Alge versorgt das System mit der im Fluge eingefangenen Energie des Sonnenlichtes, der Pilz bohrt und gräbt sich ein in das Gestein, ätzt es mit Säure und transportiert in seinen weitverzweigten Fäden Nährstoffe an die Oberfläche. Die Mikroflora besorgt dies entgegen der Wirkung der ebenfalls in das Gestein eindringenden und wieder durch die Sonne heraus gesogenen Feuchtigkeit.

Die wandernden Beduinen, von denen sich die Stämme Israels ableiten, hatten offenbar (siehe Bibelzitat) die Biokorrosion mit ihren epi- und endolithischen Flechten, Pilzen und Algen sehr gut beobachtet und analysiert und beschlossen, ihre Inschriften und Wegzeichen, Spiele und später ihr Alpha und Bejt nur dort einzuritzen, wo harter, dauerhafter Felsen sich verriet durch eine all-

mählich gewachsene vielfache Lackschicht von Eisen und Manganoxid auf außerordentlich hartem Fels. Dieser Wüstenlack war aber nichts anderes als die Antwort der Mikroorganismen auf Klima- und Wetterwechsel, die sie ähnlich japanischer Lackmal- kunst zu vielschichtigen hauchdünnen und glänzend schwarzen Überzügen über hellem Stein verarbeiteten, da sie weder fortlaufen konnten noch mochten. Der Nomade aber las die Zeichen der Natur in seiner Umgebung, machte sich nötigenfalls auf die Wan- derschaft, hinterließ eingeritzte Zeichen nur im härtesten Gestein und zog mit den Klimawechseln hin und her. (Unsere Arbeitsgrup- pe untersucht gegenwärtig die Bildungsbedingungen von Wüsten- lack, indem wir neue Petroglyphen mit alten Steinwerkzeugen anlegen und deren biologische und chemische Entwicklung verfol- gen). Als man aber zu bauen begann, sich dem Wandern entzog, seßhaft wurde, begann das Schutzdenken übermächtig zu werden und mit ihm das Zerstörungdenken. Das Bauwesen und seine Folgen - die Bauschäden - überzog den Planeten. Die babylonische Verwirrung nahm ihren Anfang.

### Gliederung biogener Schäden im Bauwesen

Biogene Schäden an Bauwerken können wie folgt gegliedert werden:

- (1) durch Menschen verursacht (im weitesten Sinne biogen)
  - (a) Krieg
  - (b) Vandalismus
  - (c) Vernachlässigung
  - (d) anthropogene Luft- und Wasserinhaltsstoffe
- (2) durch Tiere und Pflanzen verursacht (makroskopische Schäden)
  - (a) Direkter Bewuchs und Besiedlung
  - (b) indirekte Einflüsse (Wurzeln, Beschattung, Laub, Kot etc.)
- (3) durch Mikroorganismen verursacht (mesoskopische Schäden; mm-nm)
  - (a) Flechten und Kleinmoose
  - (b) Algen
  - (c) Pilze
  - (d) Bakterien und Aktinomyzeten
  - (e) Stoffwechselprodukte
  - (f) mechanisch (festkörper-biophysikalisch)
- (4) biophysikalisch verursacht (mikroskopische, quantenmecha- nisch)
  - (a) Protomentransfer
  - (b) Elektronentransfer
  - (c) Hydrophilie-Hydrophobie
  - (d) Änderungen der van der Waals-Kräfte

Die Mikroorganismen müssen natürlich in der Lage sein, in einem anscheinend lebensfeindlichen Milieu zu gedeihen. Allein Begriffe wie lebensfeindlich, extrem, arm, unversorgt sind anthropozen- trisch und haben nichts mit den Bedürfnissen und Möglichkeiten von Mikroorganismen zu tun. Im Gegenteil: Alles spricht dafür, daß die Umwelt eines Natursteines die Umwelt ist, von der das Leben auf der Erde seinen Ausgang nahm. Felswüsten, Kaltwüsten



**Gaststätte – Saalbetrieb – Kegelbahnen  
Mittagstisch u. Abendkarte**  
Wir empfehlen unser Haus für  
**Familien- u. Betriebsfeste  
Kohlfahrt, Spargelessen usw.**

Oldenburger Straße 71 · 2903 Aschhauserfeld  
Telefon 0 44 03 / 22 20 oder 5 91 11

## Desktop Publishing. Von Apple.



Vergessen Sie Schere, Klebstoff und Ihre Schreib- maschine. Überzeugende Präsentationen, Memos, Berichte . . . erstellen Sie oder Ihre Sekretärin in Zukunft mit Desktop Publishing. Direkt an Ihrem Schreibtisch. Ohne Grafiker, Setzer oder Drucker. Aber ebenso perfekt.

Desktop Publishing von Apple. Die Revo- lution auf Ihrem Schreibtisch.

**syntax**


Syntax EDV-Beratung  
und Microcomputer  
Vertrieb GmbH  
Ofener Straße 29  
2900 Oldenburg  
Telefon (04 41) 7 20 59



Apple

**Microcomputer  
Software**

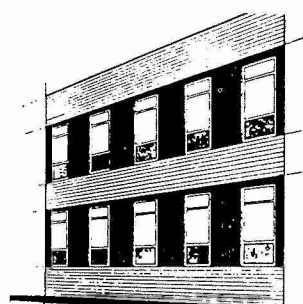
Software-Entwicklung  
Branchen-Software  
Microcomputer-Vertrieb



Haarenstraße 57/60  
Anzüge - Mantel - Hemden - U.-Wasche  
- Strickwaren - Hüte - Mützen -

**Modenhaus Bruns**

Für die modebewußte Dame  
Oldenburg, Haarenstraße 3




Haarenstraße 7 u. Gaststraße 30  
Hosen - Jacken - Leder - Jeans -  
Beruf - Kinder - Sport -

Unser kleinstes Lädchen

**TINA BRUNS**

tipp-topp in Mode und Preis  
Oldenburg, Haarenstraße 6

Immer herzlich willkommen bei



Das modische Fachgeschäft mit den großen Abteilungen  
**Oldenburg**

Ihr Partner:

*Hotel Metz - Garni*  
Hundsmühler Straße 16 - 18  
2900 Oldenburg - Eversten  
Telefon (04 41) 50 22 08 und 50 32 66

---

Ein- und Zweibett-Zimmer, auch Appartements  
mit Bad/WC, Du/WC, Dusche, Radio, TV, Telefon  
Parkplatz- und Garagen-Angebot  
Erdgeschoßzimmer für Gehbehinderte  
Autoservice zur Universität

Sie erreichen uns über die BAB 28, Ausfahrt Oldenburg-Eversten,  
bereits nach 100 m, in Richtung Bundesstraße 401 - Papenburg -

der Antarktis, heiße Quellen, Erzhalde, Bergwerke und stinkende Faultürme sind typische Standorte von Bakterien und anderen Mikroorganismen. Wir alle wissen, daß an den Wachstumsgrenzen der Wälder im hohen Norden oder in den Alpen die Flechten- und Algenflora der nackten Felsen erst augenfällig wird.

Im Vergleich hierzu sind die Gebäude in unseren Großstädten wahre Schlaffenländer für Mikroben. Selbst wenn wir davon ausgehen, daß es verschiedene „genügsame“ Stoffwechselformen gibt, die etwa auf und in Gesteinen bevorzugt sein könnten, wie solche Organismen, die nicht auf organisches Material angewiesen sind, so werden nicht nur diese als Dauerbewohner von Gesteinen angetroffen. Pilzarten, die nahe mit solchen verwandt sind, die auf unseren Marmeladegläsern wachsen, sind auf Gesteinen weit verbreitet und zahlreich, selbst Abwasserorganismen wurden nachgewiesen. Wir konnten zeigen, daß die Mikroflora eines Gesteins, wenn dieses als Baumaterial in eine Großstadt verbracht wird, innerhalb von sechs Monaten von 20000 pro Gramm Gesteinsmaterial auf zwei Millionen ansteigen kann, also eine Steigerung um den Faktor 100. Dies entspricht allerdings ziemlich genau dem Anstieg in der Besiedlungsdichte durch Menschen. Solche „medizinischen“ Anamnesen und Diagnosen müssen natürlich auch Auswirkungen auf die Therapieempfehlungen haben.

## Hinweise und Berichte zur Therapie von „Steinkrankheiten“

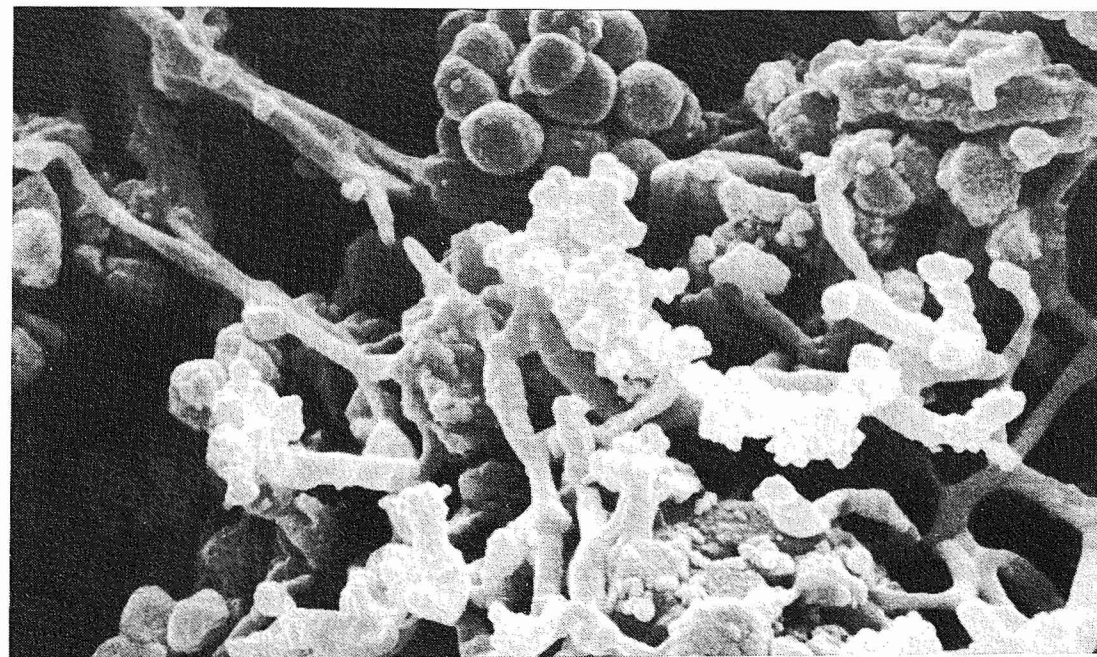
Am bekanntesten dürfte die Heilung eines der berühmtesten Patienten der Kulturgeschichte der Menschheit, nämlich der Höhlenmalerei von Lascaux sein. Der Befall durch die sogenannte „grüne“ und „weiße“ Krankheit (eine Variation der „grünen“ und „roten“ Krankheit der Bibel) wurde bereits 12 Jahre nach Öffnung der Grotte für den Tourismus festgestellt (1960). Bereits 1962 wurde eine Staatskommission einberufen und 1963 wurde die Grotte geschlossen. Die grüne Krankheit war leicht als Algenbefall erkennbar, während über die weiße Krankheit noch heute keine Einigkeit herrscht. Nach einer Behandlung mittels versprühter und pulverisierter Algicide und Bactericide sowie einer Ausbeulung

mittels Formaldehyd wurde die Grotte 1965 endgültig für den Publikumsverkehr geschlossen.

In vielen anderen Fällen und ganz besonders bei Freskomalereien, alten Handschriften und selbst bei Gemälden geht man nicht so sorgfältig vor. Andererseits sind wie bei der Grotte von Lascaux die Ausdünstungen der Besuchermassen derart massiv, daß sich Filme von organischem Material auf den Malereien absetzen und Bakterien und Pilze ein reichhaltiges Angebot an Nahrung vorfinden. Für die Behandlung wurden verschiedene Wege eingeschlagen und zum Teil auch wissenschaftlich begründet.

- (1) Es wurden regelmäßig Ersatzmaßnahmen vollzogen, d.h., Figuren und Wandmalereien, die der Biokorrosion oder dem Vandalismus zum Opfer gefallen waren, wurden wirklichkeitsgetreu kopiert.
- (2) Stellen, die verfleckt oder geschädigt waren, wurden nach einer Festigung des Malgrundes und der verbliebenen Reste einfach ergänzt.
- (3) Die Malereien oder Skulpturen wurden schlicht gefälscht oder „nachempfunden“.

Bei den Marmoren ist die Schwundrate geringer als bei Wandmalereien. In jedem Falle aber ist zwischen Befall und endgültiger Zerstörung mit 25 bis 250 Jahren bei Wandmalereien und mit 50 bis 500 bei Naturstein zu rechnen, wobei Ausnahmen bis zu 2500 Jahren zu verzeichnen sind. Andererseits weiß man aber bereits aus der Römerzeit (Vitruv), daß schlecht gewählte Steine innerhalb von 10 bis 20 Jahren zerfallen können. Angesichts dieser Zeiträume und bisher geübter Praktiken der „Restaurierung“ statt Erhaltung und Konservierung schienen medizinische Methoden bisher unangebracht. Jeder weiß aber, daß es fast nichts nutzt, sich gegen Grippe impfen zu lassen, weil im kommenden Winter spätestens eine neue Impfung fällig wird. Mancher wußte aber schon im Zeitalter der großen Pest, daß strenge Hygiene eine Vorbeugungsmaßnahme gegen die Pest war. Jeder weiß heute, daß die Regel, sich nach jeder Essenseinnahme (!!) die Zähne zu putzen, diese ganz erstaunlich gut erhalten würde. Nur - niemand käme darauf, eine Zahnbürste in die Mensa mitzunehmen und nur verschwin-



Wie Schimmel auf der Marmelade: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Pilze, die die weißen Flecken und Schäden einer Wandmalerei im Nonnenchor von Wienhausen (Bild links) verursacht haben.

dend wenige putzen sich die Zähne nach dem Mittagessen. Es scheint also unmöglich, dem biologischen „Zahn der Zeit“ schnell und ausdauernd zu begegnen. Operationssäle und chirurgische Bestecke werden in einem unsagbar mühsamen Verfahren vor und nach Operationen sterilisiert. Niemand aber käme darauf, absolut einmalige Kunstwerke wie etwa die Pferde des Uccello, die Wandmalereien von San Clemente, geschweige denn den „Fett- und Filz-Flügel“ von Beuys oder gar die Kapelle von Ronchamps allabendlich zu sterilisieren, obschon dies durchaus technisch möglich wäre. Goethe genoß es, sich die herrlichsten Gemälde Tizians, Raffaels und anderer wegen des „romantischen“ Lichteffektes abends im Schein von Hunderten von Pechfackeln anzusehen, obschon sein wissenschaftlicher Sachverstand weitgerühmt wird. Weder Louis Pasteur noch Robert Koch haben sich mehr als zweimal täglich die Zähne geputzt. Wie sollten wir dann darauf kommen, die 1800-jährige Trajanssäule oder gar das erst 100 Jahre alte „deutsche Nationalmonument“ des 19. Jahrhunderts („Kölner Dom“) allabendlich zu sterilisieren? Genau dies aber wäre die Forderung, die zu stellen wäre. Für letztere lassen sich zahlreiche Argumente heranzuführen.

Nach dieser etwas ironischen Abschweifung einige Fakten. In einigen unserer Forschungsprojekte wurden die mit Algen und Pilzen bewachsenen Wandmalereien in Berne und Bardewisch und des Klosters Wienhausen untersucht. An allen Orten wurde heftiger Pilz- und Algenbefall konstatiert. Die weißen Überzüge oder trüben Filme auf den Wandmalereien wie auch die häßlichen braunen Flecken ließen sich dabei auf die Mikroflora zurückführen. Wir haben eine Sterilisierungsmethode mit Hilfe eines MUVU (Mobiles UV-Unit) entwickelt und deren Erfolg in langen Testserien untersucht.

Durch Untersuchungen an Putzflächen der Kirche von Pilsam, einer der bedeutendsten friesischen Kirchen des 14. Jahrhunderts im Krummhörn haben wir festgestellt, daß ein nachhaltig mindernder Effekt auf die Algen- und Pilzflora durch 10-tägige Bestrahlung mit UV-Licht erzielbar war. Die Keimzahlen waren noch nach neun Monaten um mindestens drei Zehnergrößenordnungen geringer als vor der Behandlung. Das gleiche wurde mit Hilfe einer Bestrahlungs-Apparatur gegen Krebs an Wandmalereien des Kreml festgestellt. Andererseits ist es die feste Überzeugung einer mikrobiologischen Kollegin in Rom, daß die Wandmalereien der Basilika von San Clemente durch biocid Behandlung nicht zu retten sind, weil bereits drei Monate nach der Behandlung Neubefall konstatiert sei. Aus ästhetischen Gründen wird abgelehnt, eine „Konservendose“ (oder ein „Weckglas“) über wertvolle Monumente wie die Trajanssäule zu stülpen, obschon dies sowohl die Zerstörung durch Luftverschmutzung (seit 100 Jahren wirksam), wie durch Biokorrosion (nachweislich seit 1800 Jahren mit Verulstraten bis zu 1 cm wirksam) nachhaltig hemmen, wenn nicht gar unterbinden würde.

So kommen wir zu dem Schluß, daß medizinische oder der Seuchenhygiene vergleichbare Maßnahmen zwar bei Menschen (wiederholte Impfaktionen etc.) und in Ackerbau und Viehzucht (z.B. „Vitamin- und Antibiotikabehandlung von Hühnern und Kälbern, Versprühen von Pflanzenschutzmitteln und Insektiziden) mit höchstem Kostenaufwand betrieben werden, nicht aber bei Kunstwerken. Es scheint mir dem Wert der Objekte nicht angemessen, daß für Ereignisse des Sports, Konzerte und Theaterbesuche zwischen 20,- und 200 DM Eintritt erhoben wird und riesige Summen bezahlt werden, um Sportstars im Fernsehen sehen zu können, während man kostenlos in den Kölner Dom spazieren darf und das Fernsehen ihn ebenfalls kostenlos von allen Seiten darstellen darf. Hier ist ein grundsätzlicher gesellschaftlicher Wandel vonnöten. Das Evangelium der Welfen wurde für 30 Millionen DM eingekauft. Es müßte klar sein, daß eine „Besichtigung“ entsprechend teuer

gemacht werden muß. Die fast unglaublich hohen Besucherzahlen der Stadtzentren mit Domen und Schlössern und von großen Gemäldeausstellungen rechtfertigen derartige Vorschläge für Änderungen des gesellschaftlichen Verhaltens durchaus. Dann wären auch in vielen Fällen die notwendigen Maßnahmen leichter finanzierbar.

## Schlußwort

- (1) Biogene Schäden an Naturstein, Mörtel, Putz, Farbe und anderen Materialien lassen sich in den vielen untersuchten Fällen auf Mikroorganismen (und weniger Makroorganismen) zurückführen, die entweder photolithotroph, chemoorganotroph oder chemolithotroph mit Energie und Elektronen versorgt werden. Nährstoffe beziehen sie ohnehin in den meisten Fällen aus dem Substrat (d.h. dem Kunstwerk oder Monument oder schlechthin Bauwerk).
- (2) Die katalysierende und in vielen Fällen außerordentlich beschleunigende Wirkung von Krankheitserregern bei der Zerstörung von Materialien und Bauwerken ist nicht nur aus der Hygiene und Medizin, - insbesondere Zahnmedizin - ableitbar, sondern auch seit mindestens 3000 Jahren in der Literatur bekannt.
- (3) Methoden zur Verlangsamung, Hemmung, Beseitigung solcher Prozesse sind bekannt und anwendbar.
- (4) Diese werden aus Trägheit, Gleichgültigkeit, ästhetischen und konservatorischen sowie vor allem wohl auch aus finanziellen Erwägungen nicht eingesetzt.
- (5) Einleuchtendste Erklärungen oder Begründungen für das Ausbleiben wirklich wirkungsvoller Maßnahmen gegen den allmählichen oder rapiden biogenen und physikalisch-chemischen Verfall der wichtigsten Zeugnisse menschlicher Kultur und menschlichen Ausdrucks des Schönen sind zahlreich und wurden vorher vergleichend dargestellt.

Der Arbeitsgruppe Geomikrobiologie gehören neben dem Verfasser des Artikels folgende jüngere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an, ohne deren Forschungsarbeit der vorliegende Bericht nicht möglich gewesen wäre: Dipl.-Geol. Marianne Claes, Dipl.-Geol. Katharina Dunajtschik, Dr. Ulrich Fischer, Dr. Gisela Gerdes, Dipl.-Biol. Gabriele Grote, Dr. Dieter Giani, Dipl.-Biol. Heike Heyer, Dipl.-Biol. Joanna Kurochkin, Dr. Michael Öltling, Dr. Karin Petersen, Dr. Lucas Stal, Dipl.-Biol. Thomas Warscheid. Aus dem Fachbereich Chemie betreut Dr. habil. Werner Butte unsere chemischen Untersuchungen; im Fachbereich Physik arbeiten wir eng mit Prof. Hinsch und Dr. habil. Schellhuber zusammen. Ihnen und ihrer Duldsamkeit gilt mein Dank; auf ihrer Arbeit basiert auch die Anerkennung der Arbeit, die sich in den 13 Jahren des Bestehens der Universität und der Geomikrobiologie in Oldenburg in über 120 Veröffentlichungen, sieben Büchern, vier internationalen Tagungen, in der Mitherausgeberschaft von 5 internationalen Zeitschriften und der Mitgliedschaft in mehreren wichtigen Gremien der Denkmalpflege (z.B. International Council of Monuments and Sites, ICOMOS oder VDI-Kommission zur Reinhaltung der Luft) sowie in der leitenden Planung und Teilnahme an einem EUREKA-Projekt in der Denkmalpflege (European Project on Conservation and Restoration = EUROCARE) niedergeschlagen hat. Die AG Geomikrobiologie wurde und wird durch Forschungsbeihilfen der DFG, der VW-Stiftung und des BMFT gefördert, wobei Fragen der Biodynamik des Planeten und mikrobiologische Einflüsse auf (1) die Zusammensetzung und Bildung der Gesteine, (2) die Zerstörung der Gesteine und (3) die Biometamorphose des Meerwassers und der Atmosphäre sowie deren biologische Dynamik im Vordergrund stehen.

Wir besorgen Ihnen  
aus allen Ländern

**Lose-Blatt-  
Werke**

**Monographien**

**Serien**

**Zeitschriften**

kunst und wissen erich bieber ohg  
Wilhelmstrasse 4 · Postfach 46  
7000 Stuttgart 1 · West Germany  
Tel. 07 11/241152 · Telex 721929

## Geschichte

### Der Sachsenherzog Widukind Wirklichkeit und Mythos

Von Heinrich Schmidt

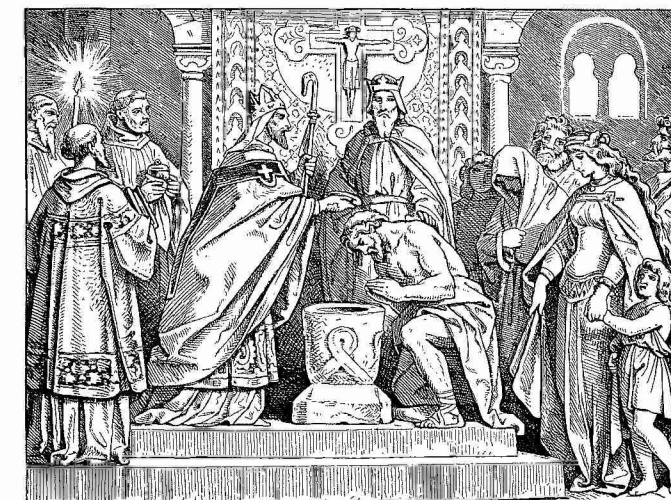
Widukind: der Name dieses sächsischen Zeitgenossen und Gegenspielers Karls des Großen behauptet noch immer, 1200 Jahre nach der blutigen Eroberung und Christianisierung des frühmittelalterlichen Sachsens durch die Franken, einen Platz im allgemeineren historischen Bewußtsein. Mit ihm verbinden sich mehr oder weniger deutliche Vorstellungen von einem zäh und hartnäckig an überlieferten Werten festhaltenden, niedersächsisch-westfälischen Stammescharakter, von stammesbezogener, religiöser und politischer Selbstbestimmung, von immer wieder erneuerten, tapferen Versuchen ihrer Verteidigung gegen gewaltige und am Ende erdrückende Übermacht. Besonders intensiv hält sich die Widukind-Erinnerung in bestimmten Gegenden Westfalens und des nordwestlichen Niedersachsens, in denen sich gewisse, tatsächliche oder vermeintliche Spuren widukindischer Existenz durch die Jahrhunderte bewahrt haben und auf das lokale, das regionale Geschichtsbewußtsein wirken - so auch im weiteren Umkreis von Oldenburg, in Wildeshausen. Hier läßt sich ein Adelshof als Besitz und regionales Machtzentrum Widukinds erschließen und hier hat um die Mitte und in der zweiten Hälfte des 9. Jahrhunderts der Widukind-Enkel Waltbert sich bemüht, durch den Erwerb der Reliquien des heiligen Alexander und die Stiftung des Kollegiatstiftes St. Alexandri eine weit in das sächsische Land wirkende Stätte christlicher Ausstrahlung zu begründen: sicher auch in dem Bestreben, den auf seinem Hause liegenden Makel prominenten großväterlichen Heidentums durch eine bedeutende christliche Heilstat zu überglänzen. Entsprechend könnte man die Gründung der Wildeshauser Alexanderkirche und den mit ihr verbundenen Wunsch einer gerade von den Nachkommen Widukinds, der „stirps Widukindi“ ausgehenden, tiefer dringenden Christianisierung Sachsens als eine Art von sippeneigener „Vergangenheitsbewältigung“ interpretieren. Jedenfalls spiegelt sie auf ihre Weise das - im Urteil des Enkels noch christlich-negativ eingefärbte - Ansehen, das sich einst Widukind mit seinem Widerstand gegen Karl den Großen hatte erwerben können.

Mit der Zeit, angefangen schon im 9. Jahrhundert, traten auch in der schriftlichen Überlieferung die negativen Züge seines Nachruhms zurück; mehr und mehr wurde der Sachsenführer zu einem Inbegriff positiver, exemplarisch leuchtender Tugenden. Ihn zu einem adligen, stammesstolzen, freiheitlichen Vorbild hochzustilisieren war um so eher möglich, je weniger konkretes Wissen sie damit verbundenen Bewußtseinsvorgänge störte. Tatsächlich steht die Vielfalt der Vorstellungen, der Bilder, die man sich im Laufe der Geschichte und zumal in den neueren Jahrhunderten von Widukind gemacht hat, in einem krassen Gegensatz zur quantitativen und inhaltlichen Dürftigkeit der Mitteilungen, die wir aus den Quellen der Karolingerzeit über ihn haben. Im Jahre 772 hatten die Sachsenkriege Karls des Großen begonnen; aber erst zum Jahre 777 - Karl hatte sich inzwischen entschlossen, Sachsen zu christianisieren und seiner Herrschaft zu unterwerfen - taucht der Name Widukinds in der fränkischen Annalistik auf. Er wird als „einer von den Vornehmen“ aus dem sächsischen Teilstamm der Westfalen bezeichnet, gilt also noch nicht als der herausragende Anführer der heidnischen Sachsen, war den Franken bisher jedenfalls noch nicht entsprechend aufgefallen, tut sich jetzt allerdings

777, als Ausnahmeerscheinung hervor: er beharrt in heidnischer Resistenz, während sich die überwiegende Mehrheit des sächsischen Adels - durchaus zu ihrem materiellen Vorteil - in Christentum und fränkische Königsherrschaft über Sachsen fügt.

In der Folgezeit, so namentlich 778 und 782, erscheint Widukind dann als der eigentliche Anstifter und Anführer des immer wieder aufflammenden, vor allem von der bäuerlichen Bevölkerung getragenen, heidnisch-sächsischen Widerstandes gegen die christlich-fränkische Okkupation; er ist, in fränkischer Sicht, die Symbolgestalt des Bösen in Sachsen. Freilich verwenden die Annalen auch jetzt nur wenige Worte an ihn. Der Ruhm des fränkischen Königs und des fränkischen Namens steht ihnen weit höher; entsprechend haben sie keinen Anlaß, die Taten eines widerspenstigen Sachsenführers zu feiern. Den Sachsen selbst aber, da noch ohne christliche Tradition und Bildung, fehlt es im 8. Jahrhundert an der Schriftlichkeit, welche die Aktivitäten Widukinds in sächsischer Perspektive und Bewertung hätte festhalten und überliefern können. So hören wir nur von christlich-fränkischen Zeitgenossen der Sachsenkriege und in der Sache enttäuschend wenig über Existenz und Wirken und schon gar nichts über die Motive dieses westfälischen - vielleicht an der Hunte beheimateten - Adligen, der für ein paar Jahre dem übermächtigen Karl zu widerstehen wagte.

Er identifizierte sich mit der Unabhängigkeit, der Selbstbestimmung des Stammes, zu dessen adliger Führungsschicht er gehörte, der „gens Saxonum“; er dachte, wie wir heute sagen, in den Begriffen eines „gentilen“ Selbstverständnisses. Dabei gingen - wie in der alten, der mittelalterlichen, der vorrationalen Welt allgemein und natürlich auch auf der christlichen Seite - politische und religiöse Vorstellungen in der elementarsten, fraglosesten Weise ineinander über. So begriffen die heidnischen Sachsen ihren politischen Stammeszusammenhang ganz unbefangen als einen auch religiösen, von den Göttern gewollten, sakral legitimierten Wert; sie holten ihre Gottheiten gewissermaßen in die Horizonte, die sozialen und poli-



Jede Epoche mit einem anderen Widukind-Bild: Darstellung seiner Taufe aus dem 19. Jahrhundert von Schwind.

tischen Strukturen ihrer Stammeswelt hinein, sahen den Willen der Götter in der politischen Eigenständigkeit ihrer „gens“ bestätigt und verteidigten demnach mit ihrer politischen Autonomie auch die überkommene Religion gegen den Herrschaftsanspruch des fränkischen Königs und seines christlichen Allmacht-Gottes. Widukinds Widerstand gegen Karl motivierte sich also von den Orientierungswerten einer gentilen Religiosität her - wobei durchaus auch egoistische Selbstbestätigungstendenzen, das Streben nach Machtbereicherung im Spiele gewesen sein dürften. Die alte sächsische Stammesverfassung, getragen vor allem von den Teilstämmen der Westfalen, der Engern, der Ostfalen, war offensichtlich schon bald nach 772 als Organisationsgrundlage des Stammesverhaltens weitgehend außer Funktion geraten. Widukind konnte eine Bewegungsfreiheit nutzen, wie sie Ausnahmesituationen unternehmenden Geistern anbieten; so griffen seine Aktivitäten in der Aufstachelung und Organisation des Widerstandes weit über den Teilraum Westfalen und selbst über die sächsischen Stammesgrenzen hinaus: er suchte auch die Friesen zwischen Vlie und Weser in seinen Kampf gegen die Franken hineinzuziehen. Er steigerte sich in kurzer Frist in eine Führungsposition hinein, die weitaus eher in den außergewöhnlichen Gegebenheiten der Aufstandsjahre als in überkommenen sächsischen Stammestradiationen begründet war und die ihm zumindest vorübergehend einen bedeutenden Zuwachs an Ansehen und Autorität bei seinen heidnisch-gentil orientierten Stammesgenossen und wohl auch bei den friesischen Nachbarn verschaffte.

Er stand freilich gegen eine Übermacht an Menschen und Ressourcen und zugleich gegen die überlegene Ausstrahlung, die von der Gestalt, der Willenskraft, der Herrschaftsautorität Karls des Großen auf das politische und religiöse Bewußtsein des Zeitalters - jedenfalls auf der adligen Bewußtseinssebene - ausging. Karl stützte sich zwar vor allem auf den großen fränkischen Traditionszusammenhang, aber die karolingische Herrschaft war doch längst über fränkische Stammeshorizonte hinausgewachsen; sie bezog andere „gentes“, seit 774 auch das Königreich der Langobarden in Italien in ihren Autoritätskreis ein und war gewissermaßen auf dem Wege zu römisch-christlicher Universalität. Wenn man das christliche Byzanz außer acht ließ, so mochte es scheinen, als sei der universale Geist des Christentums im Begriffe, seine politische Identität im Reiche Karls des Großen zu finden. Im Zuge solcher Entwicklung der Verhältnisse ins Großräumig-Universale mußten gentile, stammesbezogene Bewußtseinswerte im Ausstrahlungsbereich des karolingischen Königtums zurücktreten und verblassen und geradezu rückständig wirken - und um so eher, je deutlicher sich die gentile Grenzen überschreitende und relativierende Allmacht des christlichen Gottes in der Überlegenheit der Waffen Karls des Großen manifestierte.

In der Sphäre des hohen Adels begann sich im Karolingerreiche während der letzten Jahrzehnte des 8. Jahrhunderts ein „reichsadliges“ Selbstverständnis auszubilden, das sich nicht mehr primär auf gentile Zugehörigkeiten berief, sondern seine Bestätigungen in den übergreifenden Zusammenhängen des karolingischen Königsdienstes suchte. Spätestens nach den ersten, erfolgreichen Sachsenfeldzügen Karls erfaßte diese Bewußtseinstendenz auch Teile des sächsischen Adels; sie schworen Christengott und Frankenkönig Treue und konnten in eigenen Besitz- und Machtbereicherungen bewiesen finden, daß sie richtig gehandelt hatten. Widukind - und wer sonst aus dem sächsischen Adel zunächst noch in heidnisch-gentilen Denk- und Verhaltensweisen verharrte - suchte sich gleichsam gegen den Wind beherrschenderer Orientierungswerte zu behaupten; aber es wäre zumindest fragwürdig, wollte man ihn schon deswegen als den edleren, reineren, vorbildlicheren Charakter preisen, weil er in einer Zeit der Bewegung und Veränderung politisch-religiöser Orientierungen an tradierten, stammesbezoge-



Das Widukind-Grab in der Stiftskirche von Enger. Inzwischen gibt es allerdings Zweifel, ob es wirklich seine Ruhestätte ist.

nen Wertvorstellungen festhielt. Ob es sein Handeln beeinflusste, daß er damit den Überzeugungen, Hoffnungen, Bedürfnissen der - in engeren Lebens- und Vorstellungshorizonten befangenen - bäuerlichen Bevölkerung Sachsens entgegenkam, steht dahin. Die sächsischen Bauern waren durch eigene Interessen und Gewohnheiten an die alten Götter gebunden, sie fühlten sich schon durch die christlichen Zehntforderungen in ihren Freiheiten beeinträchtigt, verteidigten vielfach wohl auch ihre günstigeren Besitzrechte gegen die schärferen Formen von Adels- und Grundherrschaft, die mit der fränkischen Okkupation ins Land kamen, und natürlich mußten von solcher Voraussetzung her adlige Herren, die immer wieder zum Kampf gegen Christus und Karl aufriefen, ihr besonderes Vertrauen gewinnen. Noch sein Nachleben in der Sage reflektiert Widukinds Popularität in der bäuerlichen Schicht Sachsens. Freilich hat auch er nach einigen Jahren des stets erneuerten Widerstandes die größere Macht Karls und seines Gottes - den eine problematische „Schwertmission“ ins sächsische Bewußtsein zu hämmern strebte - resignierend anerkennen müssen. Die Franken begriffen seine Taufe 785 als endgültige Unterwerfung Sachsens: so eindeutig hatte sich ihnen inzwischen die sächsische Widerborstigkeit in Widukind personifiziert. Die Nachwelt blieb bei diesem Urteil. Zwar flackerten die Sachsenkriege seit 792 und für mehr als ein Jahrzehnt, bis 804, auch ohne Widukind immer wieder auf; doch schon im späteren 9. Jahrhundert sah man den gesamten sächsischen Kampf gegen die Franken im Bannkreis seines Ruhms. Widukind von Corvey, der bedeutende sächsische Geschichtsschreiber im 10. Jahrhundert, weiß von dem „großen Herzog Widukind“, daß er fast 30 Jahre lang einen gewaltigen Krieg gegen den großen Karl geführt habe. Er war hier schon ganz und gar die Symbolgestalt sächsischer Identität. Sicher haben bereits seine fränkisch-christlichen Gegner und vermutlich auch seine heidnisch-sächsischen Anhänger ein - im negativen wie im positiven Sinne - übersteigertes Bild von ihm gehabt. Aber der Nachruhm hat seinen Namen dann erst recht verklärt, aus den Realitäten, den Bedingtheiten seiner Zeit heraus gelöst, in eine mythische Dimension historischer Existenz übertragen; er hat ihn dabei mit Inhalten verbunden, die den Interessen, Identifizierungsbedürfnissen, Geschichtsvorstellungen derer gemäß waren, die jeweils mit ihm umgingen. Nachleben in der Geschichte hat stets seine eigenen, vom Urbild abgehobenen Wirklichkeiten.

Je selbstverständlicher es seit dem 9. Jahrhundert wurde, daß Sachsen - zumindest in seiner Oberschicht - christlich sei, um so unbefangener konnte man sich hier in positiver und kaum noch durch sein Heidentum irritierter Weise an Widukind erinnern. Dabei wirkte sich auch, in Wechselbeziehung zum Zerfall einer das karolingische Gesamtreich durchdringenden und zusammenhaltenden, zentralen Herrscherautorität bei den Nachkommen Karls des Großen, eine Erneuerung gentiler, stammesbezogener Zugehörigkeitsgefühle aus. Man zeigte schon im mittleren 9. Jahrhundert wieder adligen Stolz auf die vortrefflichen Eigenschaften der Sachsen und ließ ihnen die ebenfalls herausragenden Tugenden Widukinds entsprechen. So blieb es fortan: Widukind galt als ein Muster adliger Qualitäten, und ihn unter seinen Vorfahren zu wissen erhöhte das eigene Ansehen. In solchem Zusammenhang mochte frommes Bedürfnis, sein Heidentum auszugleichen, im 10. Jahrhundert dahin führen, daß man ihm für die Zeit nach seiner Taufe reiche christliche Aktivitäten zuschrieb - wie er denn gar im späten Mittelalter, jedenfalls im Umkreis von Enger, seinem angeblichen Begräbnisort, als Heiliger verehrt wurde. Aber vor allem erinnerte man ihn als Verkörperung bester Adelseigenschaften: einem adligen Wertesystem gemäß, das vom Christentum nur begrenzt hatte modifiziert werden können. Auf die Dauer überstrahlten die adligen Tugenden Widukinds, sein Ruhm als umsichtiger, ratkluger, tapferer Gegner des gewaltigen Karl, den Makel seines Heiden-

tums, und noch der im 17. Jahrhundert regierende Graf Anton Günther von Oldenburg - um nur eines von vielen möglichen Exempeln zu nennen - legte großen Wert darauf, von dem „Weltberühmten Könige und Herzogen der Sachsen Widekindo“ abzustammen.

Bis in die frühe Neuzeit hinein fand das Nachleben Widukinds - soweit es sich in schriftlichen Zeugnissen bekundet - seinen Raum vor allem in der Sphäre adliger Existenz- und Urteilswerte. Mit aufkommender Neuzeit zogen sich allgemeinere Bewertungskriterien in das Bild des adligen Helden ein; da stand er dann etwa, seit der Wende zum 16. Jahrhundert und weiterhin, als ein Vorkämpfer nationaler deutscher Abgrenzung gegen das mit Karl dem Großen identifizierte, welsche Frankreich, als ein zweiter Arminius oder auch als „deutscher Herkules“ vor Augen. Das aufsteigende bürgerliche Selbstgefühl entdeckte ihn als Symbolgestalt, auf die sich, den jeweiligen Urteils Voraussetzungen gemäß, teils protestantisch-konfessionell orientierte, zugleich auch und immer intensiver vom nationalen Bewußtsein beherrschte, auch schon, in der Aufklärung, von Kirchenkritik durchzogene, dann wieder von romantischer Volkstumsiebe eingefärbte Empfindungen projizieren ließen - bis sich endlich, seit dem späteren 19. Jahrhundert, das außerwissenschaftliche Widukindbild zusehends deutlicher mit Elementen von Zivilisationskritik, Rassenhochmut, Kirchenfeindschaft auflud. In Reaktion auf eine einseitig fortschrittsfrohe, überkommene soziale und kulturelle Strukturen auflösende, dynamische Industrialisierung stilisierte eine irrationale Gegenideologie Widukind zum Heiligen einer völkischen Religion von Blut und Boden und der Heilmacht rassischer Reinheit hoch - mit dem Höhepunkt dieser Entwicklung in den ersten Jahren des nationalsozialistischen „Dritten Reiches“.

Das unsägliche - 1933 entstandene - „Niedersachsenlied“ von „Herzog Widukind's Stamm“ wird auch heute noch gelegentlich von Forscher Blasmusik zu Gehör gebracht; aber um Widukind selbst ist es, verglichen mit seiner Hochkonjunktur vor 50 Jahren, wesentlich ruhiger geworden. Dies als Anzeichen eines allgemein zu größerer Sachlichkeit gediehenen Verhältnisses zur Vergangenheit zu sehen, wäre wohl voreilig; das Bedürfnis, eigene politische, soziale, kulturelle Ideen, Überzeugungen, Wünsche mit historischen Gestalten, Namen, Begriffen zu signalisieren und zu rechtfertigen, wirkt noch immer. Es wechselt nur eben, den zeitgeschichtlichen Bewegungen gemäß, seine Symbole. Auch aus diesem Grunde bleibt die wissenschaftliche Bemühung um eine Erscheinung wie Widukind weiterhin sinnvoll: um den wirklichen Widukind der Karolingerzeit, so wenig unsere Quellen über ihn hergeben mögen, wie um den weitaus reicher bezeugten Widukind der sich wandelnden Vorstellungen von ihm in den zwölf Jahrhunderten seither. Gerade die derzeitige Gefühlsdistanz zu ihm macht das Widukindthema zu einem geeigneten Stoff für die Frage nach dem Charakter, den Bedingtheiten, den zeitlichen und strukturellen Abhängigkeiten jeweiliger Auffassungen von der Geschichte. Wir können sie - bezogen auf Widukind - heute unbefangener, vorurteilsfreier als in der Zeit des ideologischen Widukindkultes im ersten Drittel unseres Jahrhunderts stellen, ohne doch von uns selbst absehen zu müssen: wenn wir nämlich bereit sind, aus unseren Einsichten in die Relativitäten eines jeweiligen Umgangs mit der Geschichte auf unsere eigenen Jeweiligkeiten, Bedingtheiten, Begrenzungen zu schließen. Die Bereitschaft zur Selbstkritik und das Verständnis für andere Menschen und Gruppen, Gesinnungen und Kulturen ergänzen einander; sie - und die Konsequenz eines ihnen entsprechenden Urteilens und Handelns - auf ihre sachliche Weise fördern zu helfen, bleibt eine aktuelle, politische Aufgabe von Geschichtswissenschaft.



Seit 1800



BUCHHANDLUNG  
ANNA THYE

Inhaber: Gottfried Sieler

Tel. (04 41) 2 52 88/9

Schloßplatz 21/22

2900 Oldenburg

# Chemie

## Saurer Regen - auch im Oldenburger Raum

Von Walter Jansen, Anke Block, Jürgen Knaack und Remmer Akkermann



1976 wurden in ganz Europa Kronenschäden festgestellt

Das großflächige Waldsterben und der Saure Regen sind in den letzten Jahren verstärkt in das Bewußtsein einer gegenüber Problemen unserer Umwelt sensibleren Öffentlichkeit getreten. Unsere Untersuchungen beziehen sich zum einen auf die Erfassung der Schädigungen heimischer Wälder und Gehölze, zum anderen auf die Entwicklung einfacher, aber dennoch genauer Methoden der Untersuchung von Regenwasser, so daß auch interessierte Lehrer und Schüler diese mit vertretbaren Kosten übernehmen können.

### Zur Geschichte des Sauren Regens

Die Geschichte des Sauren Regens, der Luftverschmutzung und ihrer Folgen reicht schon über 130 Jahre zurück. Der Begriff 'Saurer Regen' wurde unseres Wissens erstmals 1842 von Poggen-dorff, dem Herausgeber einer der damals bekanntesten naturwis-

senschaftlichen Zeitschrift, den 'Annalen der Physik und Chemie', geprägt. Bereits 1857 trat eine großflächige Zerstörung der Vegetation im Stolberger Industriegebiet (bei Aachen) auf. Ursache dafür war das bei der Verhüttung von Zink- und Bleierzen entstehende Schwefeldioxid und der daraus resultierende Saure Regen.

Die Rauchplage, der schwarze und braune Rauch aus Kraftwerken, Eisenhütten, Walzwerken und Industriebetrieben, wuchs sprunghaft mit dem Wachsen der Industrie Ende des letzten Jahrhunderts. Bereits 1883 beschrieben der Chemiker Dr. Julius Schröder und der Oberförster von Goslar, Carl Reuß, in einem dickleibigen, bebilderten Buch „Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch und die Oberharzer Hüttenrauchschäden“ die Einwirkung von Rauchgasen auf die Wälder. 1907 erkannte der Chemiker Erich Kaiser die Ursache der schnell fortschreitenden Verwitterung der Sandsteine mittelalterlicher Bauten. Er erbrachte den „sicheren Beweis, daß die Schwefelsäure von außen zu dem Gestein hineintritt, indem die in den Rauchgasen enthaltenen Gase Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid unter dem Einfluß der Luft und atmosphärischer Feuchtigkeit wie Regen, Nebel und Schnee in Schwefelsäure übergehen und diese die Bausteine angreift und zerfrißt.“ 1927 war das Waldsterben im Ruhrgebiet so weit fortgeschritten, daß eine Kommission „in letzter Stunde“ Maßnahmen zur Rettung der Vegetation erarbeiten sollte. Das bedauerliche Ergebnis war, daß es bei dem damaligen Stand der Technik keine Möglichkeit gab, das den Pflanzen und Bauwerken so schädliche Schwefeldioxid aus den Rauchgasen zu entfernen.

Der schwarze oder braune Rauch ist über dem Ruhrgebiet wie auch über den anderen deutschen Industriegebieten verschwunden. Geblieben sind die unsichtbaren Bestandteile, das Schwefeldioxid und die Stickstoffoxide, geblieben und inzwischen über ganz Europa verbreitet ist auch der Saure Regen.

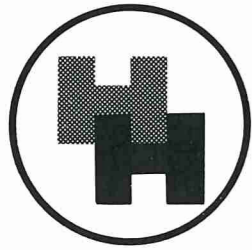
Die Schäden an Kunstgütern und Denkmälern mit kulturhistorischem Wert haben in den letzten Jahrzehnten weiter alarmierend zugenommen. Die ausgeprägten Verfallserscheinungen an mittelalterlichen Glasfenstern und alten Natursteinbauten geben Anlaß zu der Befürchtung, daß eine Vielzahl der Objekte noch vor dem Ende des Jahrhunderts zerstört sein wird, wenn es nicht gelingt, mittels effektiver Gegenmaßnahmen dieser fortschreitenden Zerstörung entgegenzuwirken.

Die Sandsteine, mit denen im Mittelalter Sakral- und Profanbauten errichtet wurden, enthalten oft Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) als Bindemittel. Diese calciumcarbonathaltigen Sandsteine sind sehr fest. Das Calciumcarbonat im Stein wird jedoch durch die im Regen enthaltene Schwefelsäure angegriffen und allmählich in Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ) umgewandelt. Gips wirkt aufgrund seines größeren Volumens gefügesprengend. Im übrigen ist es im Wasser leichter löslich als Calciumcarbonat. Auch an weniger empfindlichen modernen Industriebauten, an Betonbrücken u.ä. sind Schäden durch Luftverunreinigungen festzustellen.

### Neuartige Waldschäden

Saurer Regen und Luftverunreinigungen sind mit großer Sicher-





# HEINRICH HECKER

## Bauunternehmen

Joh.-Justus-Weg 147  
2900 Oldenburg  
Fernruf (04 41) 34 07-0

Allgemeiner Hochbau, Brückenbau, Ingenieurbau, Rohrleitungsbau, Schlüsselfertiges Bauen, Spezialtiefbau, Wasserbau

### JÜRGENS

#### Bremen

### H. JÜRGENS & CO.

— GmbH & Co. —  
Langenstr. 76-80 JURCO-Haus  
2800 BREMEN 1  
Telefon 0421/ 149 67-69

#### LABORATORIUMSBEDARF ALLER GEBIETE

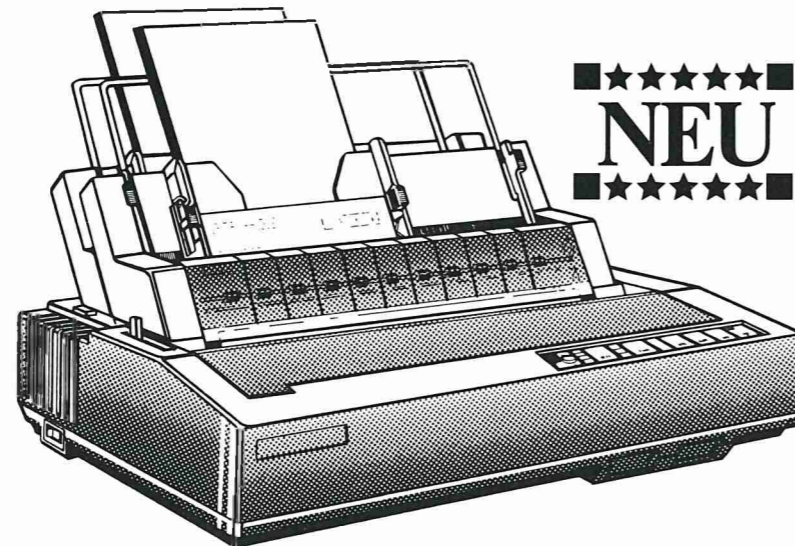
Komplette Einrichtungen  
und Ergänzungen

APPARATE • GERÄTE •  
LABORBAU • CHEMIKALIEN



STÄNDIGE AUSSTELLUNG  
KUNDENDIENST  
GLASBLASEREI  
REICHHALTIGES LAGER

## Keiner schreibt feiner! — Star NB 24-15



★★★★★  
**NEU**  
★★★★★

Endlich ist er da, der absolute Star unter den 24-Nadel-Druckern. Testen Sie ihn bei uns. Sie werden begeistert sein, mit welchem Ausdruck der neue NB 24-15 Eindruck macht.

**star**  
der ComputerDrucker

**COMTEXT**  
K  
G

Staulinie 18  
2900 Oldenburg  
Telefon 0441/277 83 - 84  
— Vertragshändler —

heit Hauptverursacher der als 'Waldsterben' bekannten, flächenhaft auftretenden neuartigen Waldschäden. Begonnen hatte es in den 70er Jahren mit einer starken Erkrankung der Weißtanne in Nordost- und Ostbayern sowie im Schwarzwald.

Heute ist in nicht wenigen Gebieten der Bundesrepublik Deutschland über die Hälfte des Waldes krank. Besonders geschädigt sind Bäume an Waldrändern, an Südwesthängen oder in Kammlagen. Die stärksten Schädigungen werden in sog. Reinluftgebieten in Höhenlagen über 800 Metern beobachtet. 1976 wurden in ganz Europa Kronenschäden festgestellt. 1983 hatte sich das Waldsterben schlagartig ausgedehnt. Dies weist auf die besondere Bedeutung warm-trockener Jahre hin. Nach der offiziellen Waldschadenserhebung 1984 sind gut 50 Prozent der Waldflächen der Bundesrepublik geschädigt. 1983 waren es noch 34 Prozent und 1985 sind es 52 Prozent. Die früher besonders betroffenen Gebiete (z.B. Ruhrgebiet) liegen heute nicht mehr an der Spitze der Waldschäden. Die Schadensflächen haben sich durch die Politik der hohen Schornsteine in industrieferne Gebiete verlagert. Untersuchungen (R. Akkermann) an 22 Waldgebieten in Ostfriesland haben ein ähnlich bedenkliches Bild ergeben, wie man es bereits seit einigen Jahren aus Baden-Württemberg kennt. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe von Color-Infrarot-Luftbildern und vom Boden aus vorgenommen. Die erste Methode erlaubt es, durch Fehlfarben-Infrarot-Fotografie - gesunde Bäume erscheinen dunkelrot, geschädigte rosa-weiß-grün - vom Flugzeug aus einen Überblick über die Waldschäden zu gewinnen.



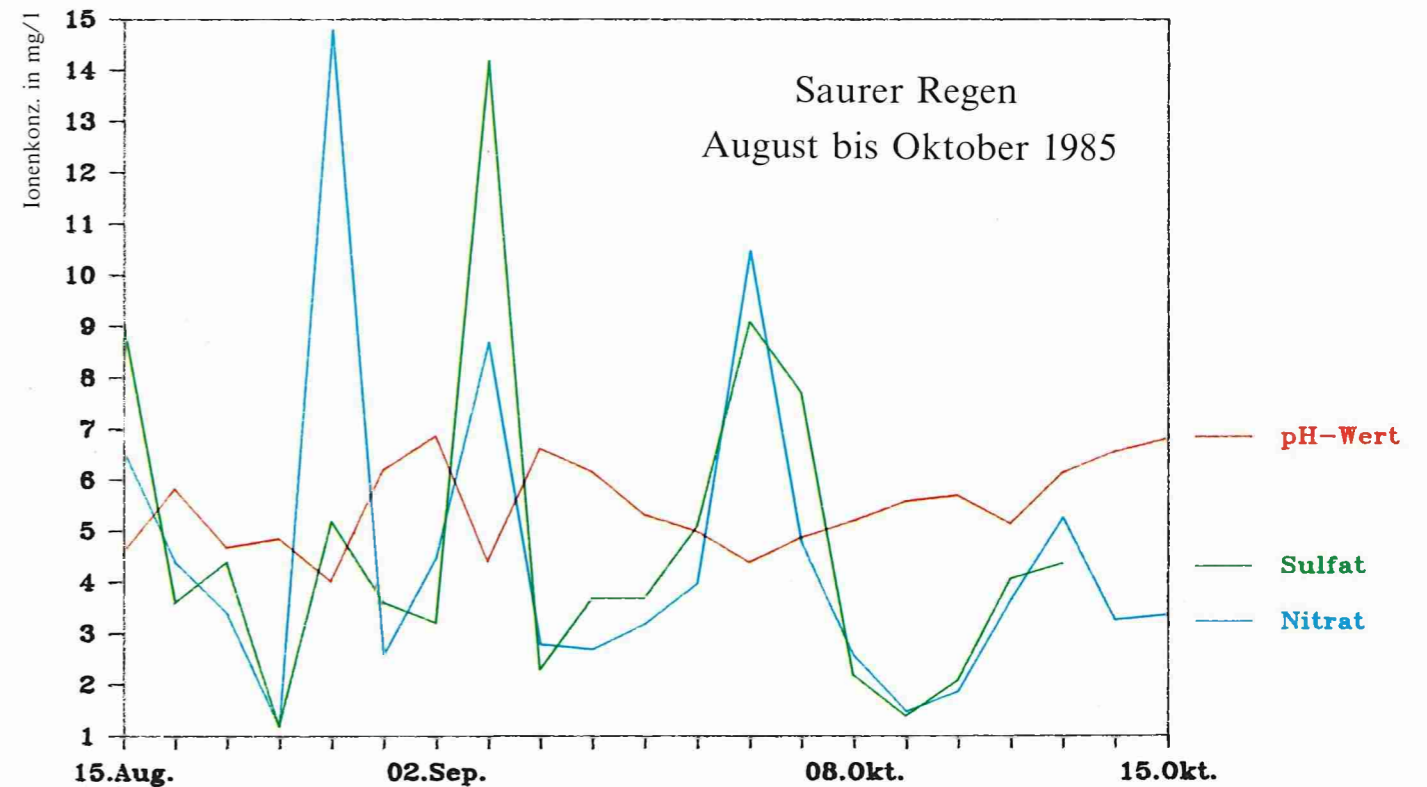
Infrarotaufnahme von geschädigtem Wald: die Blau-grün- bis Schwarzfärbung (höchste Stufe) zeigt den Grad der Schädigungen an. Die Rotfärbung bedeutet: die Bäume sind gesund.

gewissen Schadensfortgang, so sind immer noch 45 bis 50 Prozent der Gehölze als geschädigt zu bezeichnen.

Die Schadstufen 2 bis 4 lassen sich übrigens relativ leicht erkennen: Nadelhölzer werfen ältere Nadeljahrgänge frühzeitig ab, die Kronen erscheinen lichter. Die Nadeln können braun gefärbt sein. Die Zweige hängen in typischer Weise herab (Lamettasyndrom). Es bilden sich 'Wasserreiser' (bei der Tanne) und 'Angsttriebe' (bei der Fichte) aus. Typisch ist auch die 'Storchennestbildung', d.h. eine krankhafte Abflachung der Krone.

Laubbäume zeigen die Schädigungen ebenfalls durch Lichterwerden der Krone. Bereits im Juni werden die noch grünen

Man unterteilt die Schädigungen in vier Schadstufen: Schadstufe 1 (kränkelnd), Schadstufe 2 (krank), Schadstufe 3 (sehr krank bis sterbend), Schadstufe 4 (tot). Legt man für die Schadstufe 1 sehr strenge Maßstäbe an, so müssen Schädigungen in den untersuchten Gehölzen von 87 - 100 Prozent angenommen werden. Registriert man aber in der Schadensstufe 1 Schädigungen erst nach einem



Probenstellen Zeitraum		elektr. Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$ bei 25 °C	pH-Wert	Sulfat $\text{mg SO}_4^{2-}/\text{l}$	Nitrat $\text{mg NO}_3^-/\text{l}$	Ammonium $\text{mg NH}_4^+/\text{l}$	Chlorid $\text{mg Cl}^-/\text{l}$
Norderney (Stadt) 03.09.1984 bis 17.12.1984	$\beta$ -Werte	63	6,0	5,1	2,7	0,9	12,4
	Min.-Werte	46	4,9	2,8	1,8	0,4	9,9
	Max.-Werte	96	7,4	10,8	2,6	2,6	15,5
Emden-Knock 14.02.1984 bis 12.12.1984	$\beta$ -Werte	52	5,4	6,7	4,0	2,1	6,1
	Min.-Werte	40	4,2	3,8	0,9	0,5	1,0
	Max.-Werte	90	7,4	13,0	7,1	4,5	16,5
Friedeburg 28.12.1983 bis 12.12.1984	$\beta$ -Werte	44	5,5	6,5	4,0	2,6	4,6
	Min.-Werte	26	4,3	2,2	0,9	0,4	1,0
	Max.-Werte	68	7,4	30,0	8,9	10,3	13,4
Osnabrück (Zentrum) 29.12.1983 bis 14.12.1984	$\beta$ -Werte	40	5,1	6,6	4,0	1,4	2,3
	Min.-Werte	25	4,2	2,8	1,8	0,5	1,0
	Max.-Werte	56	6,9	12,4	7,1	3,2	6,8
<b>Meßstation Oldenburg</b> (von uns durchgeführte Untersuchungen)							
Oldenburg (Wechloy) 13.06.1985 bis 31.12.1985	$\beta$ -Werte	49	5,1	5,8	4,2	2,4	7,3
	Min.-Werte	7	3,3	0,7	0,4	0,5	1,1
	Max.-Werte	178	6,8	41,2	14,8	11,2	29,5

Tabelle 1: Ergebnisse der Regenwasseruntersuchung (Meßstationen des niedersächsischen Landesamtes)

Blätter abgeworfen. Die Blätter sind häufig weiß gesprenkelt oder das Blattgewebe stirbt vom Rande her ab, d.h. die Blattränder sind charakteristisch braun gefärbt. Auch Laubbäume versuchen, durch Bildung von 'Wasserreißern' den Blattverlust auszugleichen. Für das großflächige Waldsterben gibt es verschiedene Theorien. In einer ersten Theorie führte man es auf den Sauren Regen zurück. Vom Sauren Regen spricht man erst, wenn der pH-Wert unter 5,6 fällt, denn durch den natürlichen Kohlenstoffdioxidgehalt der Luft hat der saubere Regen einen pH-Wert von 5,6. Den sauren Charakter bekommt der Regen durch die Gase Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) und Stickstoffoxide ( $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ), die aus der Luft ausgewaschen und zu Schwefel- und Salpetersäure umgesetzt werden. Der Saure Regen kann direkt und indirekt auf Bäume einwirken. Die direkte Einwirkung erfolgt über die Blätter, die daraufhin vergilben. Die indirekte Einwirkung erfolgt über den Boden. B. Ulrich geht davon aus, daß der Säureeintrag im Laufe der Zeit die Böden von oben nach unten fortschreitend immer weiter versauert. Es kann so zu Nährstoffverlusten und zur Bildung löslicher, für die Pflanze giftiger Metallverbindungen im Boden kommen. Inzwischen wird nicht nur der Saure Regen für das Waldsterben verantwortlich gemacht. Auch andere Stoffe, die mittlerweile in höheren Konzentrationen in der Atmosphäre vorhanden sind, werden als Ursache für das Waldsterben genannt. Zu diesen Schadstoffen gehören z.B. Ozon, das unter Lichteinwirkung aus den Stickstoffoxiden entsteht, Triethylblei, ein Abbauprodukt des als Antiklopfmittel dem Benzin zugesetzten Bleitetraethyls, und auch die Abbauprodukte von Chlorkohlenwasserstoffen. Wahrscheinlich ist, daß die meisten der genannten Faktoren zusammenwirken und gemeinsam im konzentrischen Angriff die neuartigen Waldschäden hervorrufen. Ursachen sind auf jeden Fall die vielfältigen Luftverunreinigungen, insbesondere die von den Kohlekraftwerken emittierten Schadgase Schwefeldioxid und Stickstoffoxide sowie die bei der Verbrennung des Benzins in Automotoren in großen Mengen gebildeten Stickstoffoxide. Heute gibt es aber die Möglichkeit, Schwefeldioxid wie auch Stickstoffoxide aus der Abluft der Kraftwerke zu entfernen, Katalysatoren für Autos könnten insbesondere den Stickstoffoxidgehalt der Abgase wirksam verringern.

## Sammlung und Untersuchung des Regens

Bei unseren Untersuchungen wandten wir uns zunächst der Niederschlagsanalytik und der Entwicklung einfacher, aber dennoch

genauer Untersuchungsmethoden zu. Für die Sammlung des Regens fertigten wir ein Auffanggefäß an, bei dem Trichter und Sammelflasche aus PVC oder Polypropylen bestehen. Der Trichter ist in dem Deckel der Auffangflasche befestigt, so daß bei Probenentnahme lediglich die Flasche ausgetauscht wird. Gleichzeitig mit dem Regensammler muß ein Vogel- und Insektenschutz angebracht werden. Das Gefäß ist so an einen Pfahl anzubringen, daß sich die Auffangflasche 1,50 m über dem Erdboden befindet. An der Meßstation sollte sich eine Vorrichtung befinden, mit der Windrichtung, Windstärke und Temperatur bestimmt werden können. Preisgünstige Geräte aus Kunststoff sind hierfür geeignet.

Unsere Regensammelgefäße befinden sich in Oldenburg-Wechloy am Westrand der Stadt auf dem Gelände der naturwissenschaftlichen Universitätsneubauten. Die Probenentnahme sollte mindestens einmal täglich, wenn möglich gleich nach dem Regenereignis, stattfinden. Bei anhaltenden, heftigen Niederschlägen können auch Zwischenuntersuchungen durchgeführt werden. Bei den uns bekannten offiziellen Untersuchungen (z.B. Niedersächsisches Landesamt für Wasserwirtschaft in Hildesheim) wird die Regenprobe über 3 1/2 Wochen gesammelt und dann untersucht. Diese Untersuchungen können nur Durchschnittswerte liefern. Belastungsspitzen und auch -tiefen des Regenwassers werden so nicht erkannt.

Wegen der geringen Konzentrationen an Inhaltsstoffen im Regen müssen besonders empfindliche Nachweismethoden angewandt werden. Über die von uns entwickelten bzw. weiterentwickelten einfachen Methoden zur Regenwasseranalytik (insbesondere für Nitrat, Sulfat und Chlorid) kann an dieser Stelle nicht berichtet werden. Folgende Untersuchungen wurden bei uns nach jedem Regenereignis durchgeführt:

- Messung der *elektrischen Leitfähigkeit*. Sie gibt Aufschluß, wieviele Salze und Säuren insgesamt im Regenwasser gelöst sind. Man mißt die Leitfähigkeit in  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Bis 15  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ist die Leitfähigkeit im Regenwasser unbedeutend, über 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ist sie sehr stark erhöht.
- Messung des *pH-Wertes*. Der pH-Wert gibt an, wie sauer oder alkalisch das Wasser ist. Eine neutrale Lösung hat den pH-Wert 7. Bei kleineren pH-Werten reagiert die Lösung sauer. 'Natürliches' Regenwasser hat wegen des Kohlensäuregehaltes den pH-

Ort	pH-Wert	Sulfat $\text{mg SO}_4^{2-}/\text{l}$	Nitrat $\text{mg NO}_3^-/\text{l}$	Ammonium $\text{mg NH}_4^+/\text{l}$	Chlorid $\text{mg Cl}^-/\text{l}$
Svratouch/CSSR	4,3	7,1	3,41	1,69	1,65
Chopok/CSSR	4,2	8,4	3,14	1,56	0,85
Neuglossen/DDR	4,0	11,5	2,79	1,22	0,57
Brotjackenriegel/BRD	4,2	4,6	3,76	1,05	0,57
Keckskemét/Ungarn	5,1	8,5	4,12	2,13	1,33
Monte Cimone/Italien	5,1	1,3	2,35	0,21	2,20
Birkens/Norwegen	4,1	4,2	2,97	0,81	1,75
Novopjatigorsk/UdSSR	6,4	2,34	0,66	0,48	0,51

Tabelle 2: Durchschnittsergebnisse von Regenwasseruntersuchungen einiger europäischer Orte

Wert 5,6. Ammoniak - aus natürlichen Lebensvorgängen, aber auch aus Jauche und Gülle - erhöht den pH-Wert, Schwefelsäure und Salpetersäure - aus Luftverunreinigungen - erniedrigen ihn. pH-Werte zwischen 6 und 5 bezeichnet man bei Regen als normal, liegen sie unterhalb von 4, so sind sie stark erniedrigt.

- Messung des *Nitrit- und Nitratgehaltes*. Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) sind die Säurereste der Salpetersäure und ihrer Salze. Man gibt den Nitratgehalt in  $\text{mg NO}_3^-/\text{l}$  an. Werte von 1  $\text{mg}/\text{l}$  und weniger sind als geringe Gehalte einzustufen, Werte über 5  $\text{mg}/\text{l}$  sind als hoch zu bezeichnen.
- Messung des *Sulfatgehaltes*. Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) sind die Säurereste der Schwefelsäure und ihrer Salze. Man gibt den Sulfatgehalt in  $\text{mg SO}_4^{2-}/\text{l}$  an. Werte unter 2  $\text{mg}/\text{l}$  sind als gering, Werte über 10  $\text{mg}/\text{l}$  als hoch zu bezeichnen.
- Messung des *Ammoniumgehaltes*. Ammoniumionen ( $\text{NH}_4^+$ ) bilden sich aus Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), das bei der Verwesung aller organischer Substanzen entsteht. Man gibt den Ammoniumgehalt in  $\text{mg NH}_4^+/\text{l}$  an. Werte unter 0,5  $\text{mg}/\text{l}$  sind als gering, Werte über 3  $\text{mg}/\text{l}$  als hoch einzustufen.
- Messung des *Chloridgehaltes*. Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) ist der Säurerest der Salzsäure und ihrer Salze. Es kommt insbesondere in Form des Natriumchlorids ( $\text{NaCl}$ ) im Regenwasser vor.

Regelmäßig bestimmten wir im Regenwasser noch die Härte (Calcium- und Magnesiumgehalt) sowie den Natrium- und Kaliumgehalt.

## Ergebnisse und ihre Bewertung

Die Intensität der Regenschauer spielt für die Konzentration der Inhaltsstoffe eine große Rolle. So kann man häufig bei sehr geringer Niederschlagsmenge erkennen, daß die Leitfähigkeit des Regenwassers hoch ist. Dies bedeutet, daß mit einer hohen Konzentration an Inhaltsstoffen zu rechnen ist. Ihre Konzentration ist bei geringen Niederschlagsmengen nach langen Trockenperioden besonders hoch. Ist die Niederschlagsmenge groß, so sinken diese Konzentrationen. Bei langen Regenschauern ist der erste Niederschlag oft reicher an Inhaltsstoffen als der folgende. Man kann daraus schließen, daß der Regen die Schadstoffe aus der Luft auswäscht. Nach lange anhaltenden Niederschlägen sind deshalb weniger Verunreinigungen in der Luft, so daß der später aufgefangene Regen sauberer als der erste ist. Weiterhin kann man feststel-

len, daß niedrige pH-Werte immer auch von relativ hohen Konzentrationen an Sulfat- und Nitrationen begleitet sind. Daraus läßt sich schließen, daß freie Schwefel- und Salpetersäure im Regenwasser vorliegen. Regenereignisse mit niedrigem pH-Wert und hohen Sulfat- bzw. Nitrationenkonzentrationen treten in Oldenburg vorzugsweise bei südlichen Winden auf. Hieraus kann man folgern, daß die Schadgase Schwefeldioxid und Stickstoffoxide aus dem Süden, z.B. aus rheinisch-westfälischen Industriegebieten oder noch weiter südlich herangeführt werden. Regenwasser mit hohem Natriumchloridgehalt konnten wir insbesondere bei Nord- und Nordwestwinden feststellen. Feinste Gischttröpfchen des Meeres werden mit dem Wind über mehr als 100 km bis in den Oldenburger Raum getragen.

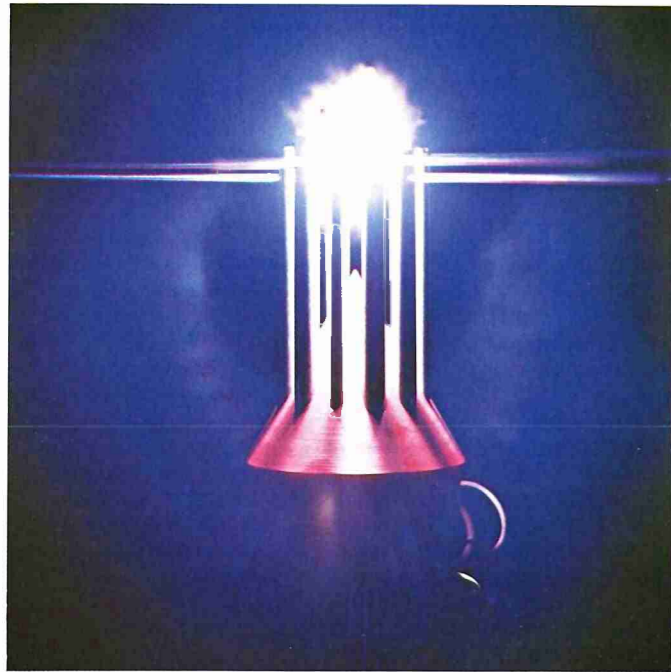
Vergleicht man nun die von uns ermittelten Werte mit denen des Niedersächsischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, so stellt man fest, daß die Oldenburger Durchschnittswerte im Bereich der Durchschnittswerte anderer Untersuchungen liegen. Bei den Minimal- und Maximalwerten sind z.B. gegenüber den Untersuchungen des Landesamtes teilweise erhebliche Unterschiede festzustellen (s. Tab. 1). Die Analysen werden - wie erwähnt - im Gegensatz zu unseren nicht täglich, sondern im 3 1/2-Wochenrhythmus durchgeführt. Während in einem Zeitraum von mehreren Wochen die Durchschnittswerte nicht besorgniserregend scheinen, sind es die Maximalwerte eines Regenereignisses in diesem Zeitraum sehr wohl (s. Tab. 1). Saures Regenwasser mit pH-Werten deutlich unter 4 - der niedrigste, den wir gemessen haben, betrug sogar 2,8 - führt zu direkten Schädigungen von Blättern und Nadeln und ist Ursache für ein schnelles Verwittern von Sandsteinen und Beton. Insgesamt gesehen entsprechen die Oldenburger Meßergebnisse mit geringfügigen, erklärbaren Unterschieden denen in anderen europäischen Ländern (Tab. 2).

## Schluß

Ein Ziel unserer Arbeit ist es, mit Hilfe eines Netzes von Meßstellen im Regierungsbezirk Weser-Ems weitere Zusammenhänge zu erkennen, um insbesondere auf die Herkunft von Luftverunreinigungen schließen zu können. Die von uns entwickelten und verbesserten Methoden können auch von interessierten Chemielehrern mit Erfolg angewandt werden. Wer Näheres darüber erfahren will, kann dies in einem demnächst erscheinenden Buch im Metzler Verlag finden.

## Schallausbreitung im Freien - Entwicklung von leistungsstarken Impulsschallquellen

Von Ulrich Radek



Test im Labor: Funkenüberschlag bei einer Vierfach-Versuchsschallquelle

Lärm ist allgegenwärtig. In der Stadt und auf dem Land. Überall finden wir Verkehrslärm, Fluglärm, Hubschraubergeräusche. Zwar wird versucht, durch entsprechende Flächennutzungspläne Gewerbelärm aus den Wohngebieten zu verdrängen, jedoch bringt diese Trennung von Arbeiten und Wohnen zusätzlichen Verkehrslärm mit sich. Auch in den Wohngebieten wird über Lärm geklagt: Rasenmäher, elektrische Heckenscheren, Hundegebell, quakende Frösche und spielende Kinder sind Grund für nachbarschaftliche Auseinandersetzungen. Selbst der Lärm von und in Freizeitanlagen ist mittlerweile zum Problem geworden. Aber nicht nur das wachsende Umweltbewußtsein aufgrund minderer Lebensqualität hat zur Sensibilisierung der Menschen geführt: *Lärm kann einer von vielen physischen und psychischen Streßfaktoren sein und ist unmittelbar gesundheitsschädlich.*

Seit 1961, nach Anerkennung der Lärmschwerhörigkeit als Berufskrankheit, stiegen Anzeigen und Entschädigungen schnell. Auf ihrem Höchststand 1977 wurden etwa 20000 Fälle von Lärmschwerhörigkeit angezeigt und etwa 3500 Fälle erstmals entschädigt. Lärmschwerhörigkeit ist auch heute noch die am meisten gemeldete und wegen einer Erwerbsminderung von mehr als 20 Prozent durch Rente oder Abfindung am häufigsten entschädigte Berufskrankheit. Die Unfallversicherungsträger zahlten 1986 an 25000 betroffene Personen etwa 85 Millionen Mark. Knapp 30 Milliarden Mark pro Jahr betragen in der BRD allein die straßen-

lärmbedingten Wertminderungen von Wohnungen, Häusern und Grundstücken. *Lärm ist also auch ein ökonomisches Problem.* Ursache für Lärmschwerhörigkeit ist nicht nur der Lärm am Arbeitsplatz. Das Ohr ist zwar in gewissem Maße in der Lage, sich nach Lärmbelastungen zu erholen. Dies kann aber nur in einer entsprechend ruhigen Umgebung und hinreichend langer Lärmpause geschehen. Insofern ist es für die Betroffenen notwendig, außerhalb der Arbeitszeit in ruhiger Umgebung zu leben und Geräuschbelastungen zu meiden. Bei der Bekämpfung von Lärm treffen sehr unterschiedliche Interessen aufeinander. Wünschenswert wäre ein maximaler Lärmschutz (Erhaltung von Gesundheit und Lebensqualität, Entlastung der Versicherungen). Die Folgen wären aber Auflagen für den Lärmschutz in den unterschiedlichsten Bereichen. Dies brächte einerseits Impulse für Entwicklung und Produktion neuer Erzeugnisse, insbesondere für die Bau- und Maschinenindustrie, führt aber auf der anderen Seite zur Verteuerung von Gütern und Dienstleistungen. Für wirksame Schallschutzaufgaben sind aufgrund harter Konkurrenz und möglicher Wettbewerbsverzerrungen einfache, klare und notwendigerweise internationale Bestimmungen zu vereinbaren. Optimaler Lärmschutz heißt dennoch aber nur, die gesellschaftlichen Gesamtaufwendungen zu minimieren.

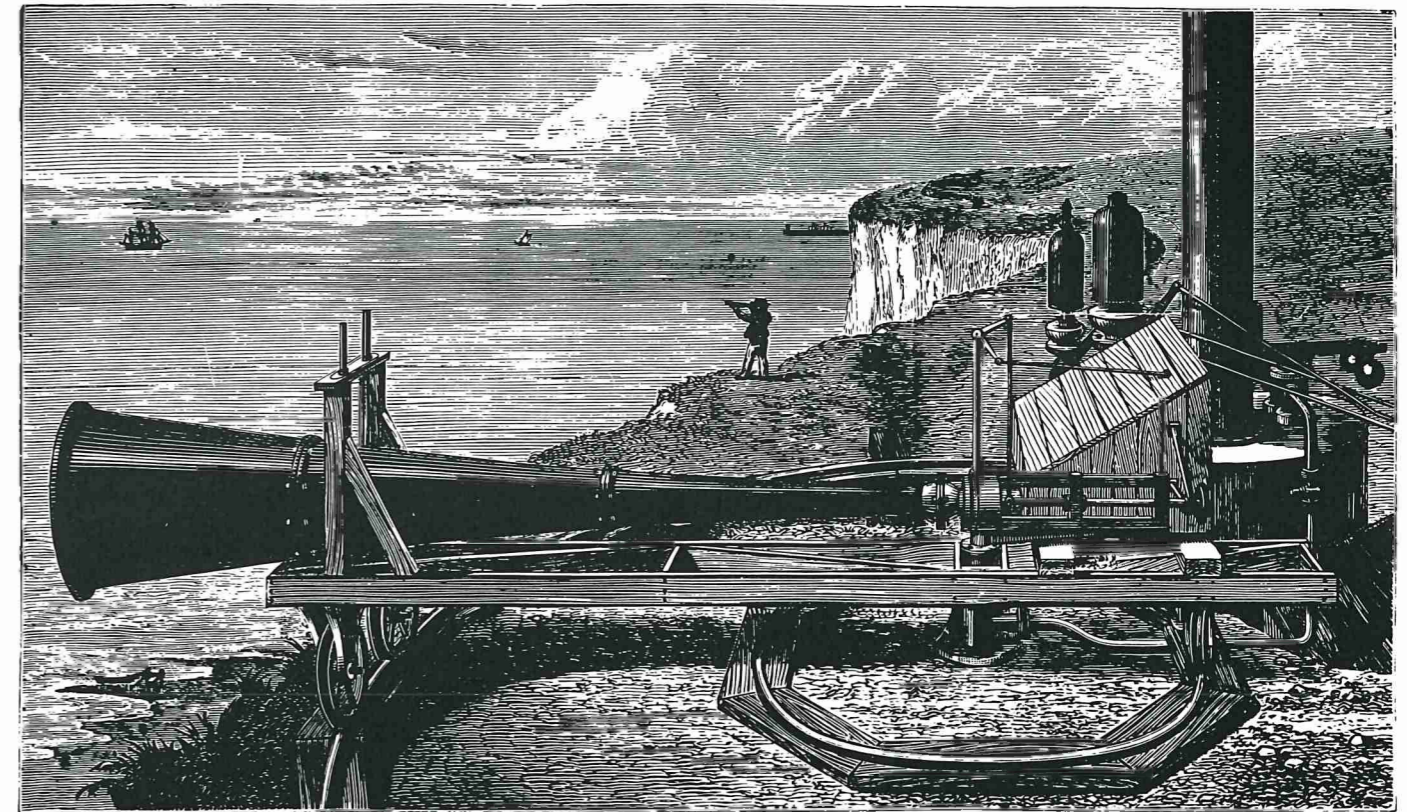
### Was ist Lärm?

„Lärm ist Schall, der Nachbarn oder Dritte stört“ so steht es - hier etwas verkürzt - als scheinbar einfache und klare Definition in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen den Lärm (TA Lärm). Zwar ist der Physiker in der Lage, objektive Messungen von Schall durchzuführen, ein objektives Meßverfahren für die tatsächliche individuelle, subjektive Lärmbelastung existiert jedoch nicht. Der sogenannte A - bewertete Schalldruckpegel wird nur deswegen zur Charakterisierung von Lärm herangezogen, weil diese akustische Meßgröße in vielen Fällen der Lautstärkewahrnehmung des Menschen nahekommt, und die Lautstärkewahrnehmung die Hauptkomponente für die Lästigkeitsempfindung von Lärm ist. Subjektive Faktoren bei der Wahrnehmung von Lärm als Belästigung sind z.B.

- individuelle Empfindlichkeit gegenüber Lärm,
- Vorbelastung (auch durch andere Streßfaktoren) im Umfeld,
- Umweltbewußtsein,
- innere Einstellung gegenüber den Verursachern,
- subjektive Bedrohung der Gesundheit durch Lärm usw.

### Probleme in der Lärmprognose

Ein typischer Untersuchungsgegenstand für die Schallausbreitung im Freien ist die Fragestellung: Wie groß ist die Geräuschbelastung (Immission) eines Wohngebietes durch eine in der Nähe anzuliegende Industrieanlage? Nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz sind genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, daß schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefah-

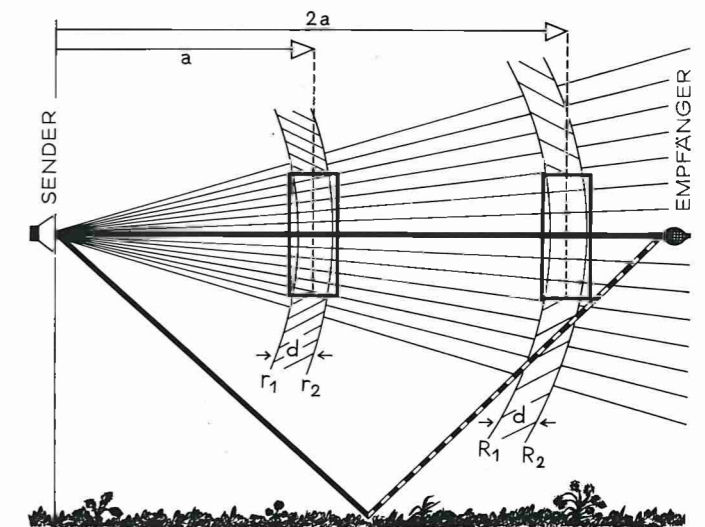


Dampfsirene bei South Foreland (nahe bei Dover), mit der ab 1873 Versuche zur Schallausbreitung über Wasser durchgeführt wurden.

ren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können. Vor Errichtung der Anlage muß also sichergestellt sein, daß schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche nicht hervorgerufen werden können. Dazu benötigt die Genehmigungsbehörde eine Vorhersage über die zu erwartende Lärmbelastung des Wohngebietes durch die Schallausbreitung der neuen Anlage (Emission). Sind die Art und das Ausmaß der Emission aller Anlagenbestandteile sowie deren Lage und Abmessungen bekannt, so kann die Immission für einen bestimmten Punkt des Wohngebietes mehr oder weniger exakt abgeschätzt werden. Voraussetzung für eine Genehmigung ist dann, daß die Immissionsrichtwerte, die in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) aufgestellt sind, nicht überschritten werden. Die komplizierte gesamtrechtliche Problematik solcher Prognosen und deren Verwendung im Genehmigungsverfahren kann und soll hier nicht erörtert werden.

Im allgemeinen wird für Immissionsvorhersagen die VDI-Richtlinie 2714 „Schallausbreitung im Freien“ herangezogen. Der erste Entwurf dieser Richtlinie stammt aus dem Jahre 1976, der zweite Entwurf aus dem Jahre 1986! Ziel dieser Richtlinie ist es, ein auf alle Schallquellen anwendbares, einheitliches Verfahren auch für die Berechnung der Schallausbreitung über größere Entfernungen anzugeben und einheitliche Annahmen für die Berücksichtigung der Witterungseinflüsse bei Schallimmissionsprognosen zu vereinbaren“. Schon über geringe Entfernungen (bis 200 m) wird mit Fehlern der Prognose bis zu 5 dB (A) gerechnet (gemäß VDI-Richtlinie 2571 „Schallabstrahlung von Industriebauten“). Bei Schallausbreitung über größere Entfernungen verstärken Boden- und Meteorologieeinfluß diese Unsicherheiten noch. Die Frage ist

dann, ob die Prognose noch zuverlässig genug ist, um die begründete Möglichkeit auszuschließen, daß die Anlage schädliche Umwelteinwirkungen hervorruft.



Graphik 1: Veranschaulichung der „geometrischen“ Abschwächung des Schalls bei der Ausbreitung. Weitere Erläuterungen im Text.

## Einflußgrößen auf die Schallausbreitung

Das einfachste Modell für die Schallausbreitung im Freien erhält man, indem - ähnlich wie in der Optik - Schallstrahlen betrachtet werden. Den Empfänger erreichen der direkte und der am Boden reflektierte Schallstrahl (Graph. 1, dick ausgezogene Linien). Wird zunächst einmal der reflektierte Schallstrahl und die Schallabsorption in Luft außer acht gelassen, so wird jeder Teilton (Frequenz) mit gleicher Stärke (Amplitude) übertragen. Die sogenannte Übertragungskurve ist konstant (Graph. 2, waagerechte Linie). Je größer die Entfernung, umso stärker wird der Schall abgeschwächt. Die Schallenergie, die zwischen den beiden kleineren „Kugeln“ mit Radius  $r_1$  und  $r_2$  enthalten ist, verteilt sich mit Fortschreiten der Schallwellen auf den Zwischenraum der größeren „Kugeln“ mit Radius  $R_1$  und  $R_2$  (Graph. 1 schraffierte Bereiche). Die Dicke  $r_2 - r_1 = d = R_2 - R_1$  bleibt konstant. Der gesuchte Schalldruck ist proportional der Wurzel aus der jeweiligen Energiedichte. Man errechnet leicht: Eine Verdopplung des Abstandes  $a$  bewirkt eine Abschwächung des Schalldrucks um die Hälfte bzw. eine Schalldruckpegelminderung um 6 dB. Qualitativ erkennt man diesen Effekt daran, daß die Schallstrahlen auseinanderlaufen. Wenn keine Interferenzen auftreten, ist die Strahlendichte (Graph. 1, Anzahl der Strahlen in den jeweiligen Rechtecken) ein Maß für den dort herrschenden Schalldruck.

## Überlagerung zweier Schallsignale

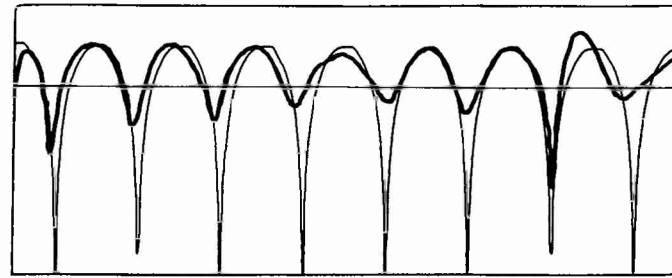
Die Überlagerung (Interferenz) des direkten Schallstrahls mit dem reflektierten wirkt sich drastisch aus. Die Teiltöne (Frequenzen) werden nicht mehr gleich übertragen: Für bestimmte Tonbereiche ergibt sich eine „konstruktive“ Überlagerung. Die Amplitude kann sich bis auf das Doppelte erhöhen. Für andere Frequenzen kann die Überlagerung zur vollständigen Auslöschung führen, die resultierende Übertragungsfunktion heißt Kammfilter (Graph. 2, schwache Linie).

## Bodeneinfluß

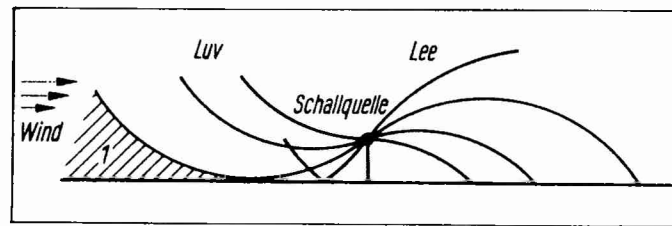
Im allgemeinen entspricht das reflektierte Schallsignal nicht dem vom Sender ausgesandten. Die zu beobachtenden Veränderungen sind charakteristisch für den jeweiligen Boden. Durch sie können die akustischen Eigenschaften von Böden bestimmt werden. Solche Untersuchungen, die auch zusätzliche Einflüsse wie Bewuchs des Bodens, mögliche Temperaturschichtungen am Boden und andere Witterungseinflüsse (Tau, Schnee usw.) zu berücksichtigen versuchen, werden von der Arbeitsgruppe Akustik des Fachbereichs Physik ebenfalls im Rahmen der Schallausbreitungsuntersuchungen durchgeführt. Graph. 2, starke Kurve, zeigt die Meßkurve eines Kammfiltermusters für Grasboden.

## Wind- und Temperatureinfluß

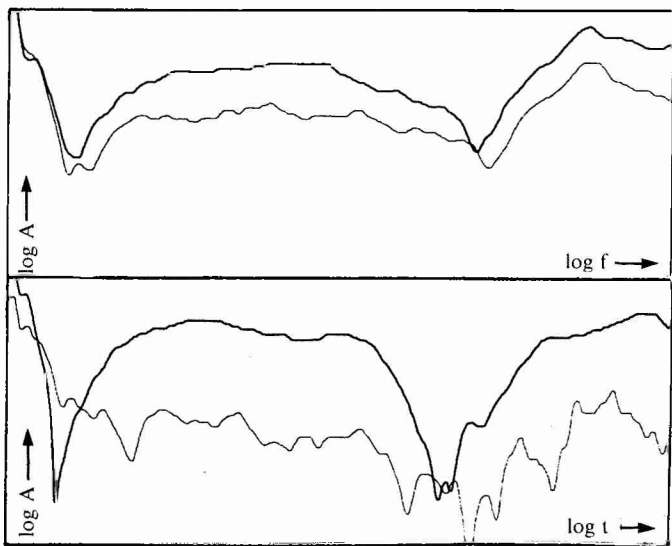
In Graph. 3 ist in einem Beispiel der Einfluß des Windes auf die Schallausbreitung veranschaulicht. Wind- und Schallgeschwindigkeit addieren sich richtungsabhängig. Daher erfolgt die Schallausbreitung mit dem Wind schneller, gegen den Wind langsamer. Die Schallstrahlen verlaufen nun krummlinig. Dabei können sich Schattenzonen bilden (Abb. 3, schraffierte Fläche). Ähnliche Schattenzonen erhält man auch durch Temperaturschichtungen, bei der die Temperatur mit zunehmender Höhe fällt. Steigt die Temperatur mit der Höhe (Inversionsschicht), treten - ähnlich wie auf der Leeseite bei einwirkendem Wind (Graph. 3) - Schalldruckhöhen auf. An Wintermorgen nach sehr kalter Nacht kann man zum Beispiel den Einfluß solcher Bodeninversion auf die



Graphik 2: Übertragungsfunktionen von Schall: waagerechte Linie: nur direkter Schallstrahl, schwache Kurve: ideales Interferenzmuster, erzeugt durch direkten und indirekten Schallstrahl („Kammfilter“) Starke Kurve: gemessenes Interferenzmuster für Grasboden.



Graphik 3: Geometrische Schallausbreitung in einer Atmosphäre mit horizontaler Schichtung infolge konstanter Abnahme der Windgeschwindigkeit zum Boden hin.



Graphik 4: Schallübertragungsfunktion für die Schallausbreitung im Freien über Grasboden. Schallquelle und Mikrofon befinden sich 1,50 m über dem Boden und 80 m voneinander entfernt.

- a) Beim Übergang von bedecktem Himmel und Windstille (starke Linie) zu klarem sonnigem Himmel und aufkommendem Gegenwind (schwache Linie) können sich auch die Übertragungsfunktionen innerhalb kurzer Zeit ändern (Schallpegelverminderung um 5-10 dB).
- b) Noch deutlicher fallen die Pegelunterschiede beim Vergleich der Schallausbreitung mit (starke Linie) und gegen (schwache Linie) den Wind aus. Schon bei einer niedrigen Windgeschwindigkeit von ca. 1,5 m/s ergeben sich in diesem Beispiel Pegelunterschiede bis zu 20 dB.
- Die Messungen wurden mit einer von der Oldenburger Arbeitsgruppe Akustik entwickelten Impulsschallquelle vorgenommen.

Schallausbreitung gut wahrnehmen. Man hört plötzlich Geräusche einer entfernten Auto- oder Eisenbahn, die normalerweise nicht wahrgenommen werden können. In Graph. 4 sind Meßergebnisse für die oben beschriebenen Einflüsse dargestellt.

Windgeschwindigkeit und Temperatur ändern sich im allgemeinen mit dem Ort und der Zeit. Diese Einflüsse, die durch einen akustischen Brechungsindex gekennzeichnet werden, führen zu starken örtlichen und zeitlichen Schwankungen des Schalldrucks (hauptsächlich in größeren Entfernungen von Schallquellen geringerer Ausdehnung).

Auch diese meteorologischen Einflüsse auf die Schallausbreitung werden in den Prognosevorschriften berücksichtigt, allerdings nur durch pauschale Dämpfungszuschläge bzw. durch eine Einteilung in bestimmte „Witterungsklassen“ mit entsprechend grobunterteilten Zuschlägen. Dabei werden Art und Eigenschaften auftretender turbulenter Windstrukturen nicht umfassend berücksichtigt. Aber gerade bestimmte Turbulenzen (kohärente Strukturen) können zu einer erheblichen Pegelerhöhung führen.

## Das Oldenburger Forschungsprogramm

Die wesentliche wissenschaftliche Fragestellung hinter diesem Problem ist: Wie hängen Temperatur- und Windschwankungen in einem Ausbreitungskanal mit den auftretenden Pegelschwankungen am Immissionsort zusammen?

Die bei der Lärmprognose wichtigen mittleren Schalldruckpegel sowie die Statistik ihrer Abweichungen sollen auf entsprechende Verteilungen des akustischen Brechungsindex zurückgeführt werden. Es wird unter anderem angestrebt, nach einer Quantifizierung dieses Zusammenhangs praxisnahe Meßvorschriften für die Lärmprognose zu entwickeln, welche die empirischen Vorschriften wissenschaftlich absichern, erweitern und präzisieren. Man kann umgekehrt sogar daran gehen, die angeführte Meßmethode als eine berührungslose „Sonde“ zur Messung mittlerer Bewegungszustände und Temperaturverteilungen für bestimmte meteorologische Zustände heranzuziehen.

## Laboruntersuchungen

In der Arbeitsgruppe Akustik wird die Lösung der Probleme auf zwei Wegen gesucht. Da im Freifeld die Ausbreitungsbedingungen nicht zu beeinflussen sind, wurde begonnen, im Labor die Wechselwirkung zwischen Schall und künstlich erzeugten wohl definierten turbulenten akustischen Brechungsindexfeldern zu studieren. Es geht bei den Labormessungen nicht um skalierte Simulation der Freifeldbedingungen, sondern um das Studium der komplizierten Wechselwirkung Schall - turbulentes Feld im Hinblick auf die theoretische Beschreibung der akustischen Brechungsindexstruktur. Bei der Lösung des Problems arbeiten die Oldenburger Akustiker eng mit den hiesigen theoretischen Physikern zusammen.

## Freifeldmessungen

Für die Durchführung der Messung im Freien werden leistungsstarke Schallquellen benötigt. In der Arbeitsgruppe ist dazu ein Korrelationsmeßverfahren entwickelt worden: Über einen Lautsprecher wird ein breitbandiges deterministisches Schallsignal (Pseudoräuschen) abgestrahlt und am Immissionsort mit einem Mikrofon aufgenommen. Durch Mitteilung über eine gewisse Zeit gelingt es, über Entfernungen bis zu 1000 m die Übertragungsfunktion zu bestimmen. Solche Messungen sind deshalb schwierig, weil das Schallsignal auf Grund des großen Laufweges sehr stark abge-

schwächt ist und durch Fremdgeräusche überlagert wird. Dieses Verfahren erlaubt nicht nur, akustische Bodeneigenschaften zu bestimmen, sondern lieferte zudem bereits erste wichtige Erkenntnisse über den Zusammenhang von Wind- und Schallfluktuationen.

Zur Zeit wird ein zweites komplementäres System entwickelt, das eine an sich längst bekannte Schallquellenart benutzt. Durch eine Kondensatorentladung wird ein intensiver Schallimpuls erzeugt. Das Spektrum solcher Quellen steigt im Bereich „tiefer“ Frequenzen bis zu einem Maximum (z.B. 1 kHz) und fällt dann für höhere Frequenzen mit dem Kehrwert der Frequenz ab. Der nutzbare Frequenzbereich ist daher, wenn man über größere Entfernungen messen möchte, auf den Frequenzbereich um das Maximum eingeschränkt. Die Erweiterung des Spektrums zu hohen Frequenzen wurde dadurch erreicht, daß eine relativ große elektrische Energie (ca. 300 Ws) in sehr kurzer Zeit in Schallenergie umgesetzt wird. Der sofortige Abfall des Spektrums bei hohen Frequenzen wird vermieden, das Spektrum bleibt bis zu einigen kHz in etwa konstant und bricht dann scharf ab. Zusätzlich verschiebt sich auch das Maximum zu tieferen Frequenzen hin.

Die technischen Probleme nehmen bei der Verwendung immer größerer Energiemengen zu (hohe elektrische Ströme und Spannungen, schneller Abbrand der Elektroden). Außerdem reicht die Erweiterung des Spektrums bei hohen Frequenzen bis zu einigen kHz aus, da noch höhere Frequenzen aufgrund der dort auftretenden starken Luftabsorption nicht zur Lärmimmission beitragen. Der für Ausbreitungsmessungen interessante Bereich „tiefer“ Frequenzen wurde dadurch „angehoben“, daß zwei Funkenüberschläge zugleich und dicht beieinander erzeugt werden (Doppel- oder Mehrfachfunkenstrecke). Die beiden Schallimpulse überlagern sich. Das resultierende Spektrum zeigt Interferenzeinbrüche, wie sie in ähnlicher Weise in Graph. 2, schwache Kurve, zu finden sind.

Es gelingt jedoch, den ersten Interferenzeinbruch zu höheren, nicht mehr interessierenden Frequenzen zu verschieben, indem die beiden Funkenstrecken hinreichend nahe beieinander plaziert werden. Für den in Frage stehenden unteren Frequenzbereich bedeutet dies, daß man bei Verdopplung der Anzahl der Quellen sogar eine Vervielfachung der Schallenergie erreicht (Eine scheinbare Verletzung des Energieerhaltungssatzes).

Diese Überlegung führte zur erfolgreichen Entwicklung von „Mehrfachfunkenstrecken“. Die in der Arbeitsgruppe Akustik, in Zusammenarbeit mit den Zentralen Werkstätten (ZEW), bisher entwickelten Impulsschallquellen zeichnen sich durch eine sehr hohe Reproduzierbarkeit aus, die den Einsatz für standardisierte Untersuchungen ermöglicht. Solche Untersuchungen könnten dazu beitragen, die in den Richtlinien vorgenommene hilfweise Einteilung in grobe Witterungsklassen, durch praxisnähere, realistischere Schallausbreitungsmodelle zu ersetzen.

Die Impulsschallquellen reproduzieren die mit dem oben erwähnten Korrelationsmeßverfahren erzielten Ergebnisse. Die beiden Verfahren ergänzen sich: Mit dem Pseudoräuschen können kontinuierlich über längere Zeit Mittelwerte, mit einem Schallimpuls kann jedoch der Übertragungskanal im „eingefrorenen“ Zustand, gemessen werden.

Die Benutzung kurzer Impulse bringt noch einen weiteren Vorteil. Die erhaltenen Mikrofonsignale bestehen aus dem auf dem direkten Wege zum Mikrofon gelangten Schallimpuls und möglicherweise mehreren Reflexionen (z.B. der Bodenreflexion). Diese Impulse können elektronisch getrennt und einzeln untersucht werden. Damit lassen sich mit wenigen Messungen verschiedene Einflüsse auf die Schallausbreitung getrennt untersuchen.

## Mikrovermehrung von Pflanzen und Regulation ökologischer Belastung durch Biotechniken

Von Elke Haase



Mikrovermehrte Rhododendren im Brutraum



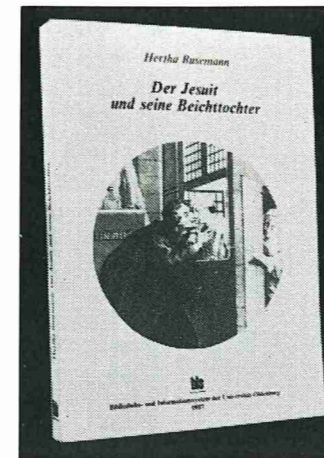
Mikrovermehrter Rhododendron (Nova-Zembla) kurz vor der Aklimatisation

Im Weser-Ems-Gebiet stellt die Landwirtschaft einen der wichtigsten Wirtschaftszweige dar. Die Tierveredelung hat sich auf den Süddoldenburgischen Bereich konzentriert. Im Weser-Ems-Gebiet gehört nach einer Reduktion der Milchproduktion der Pflanzenanbau zu den für die Zukunft wichtigeren Bereichen. Mit Hilfe der Pflanzenzellzucht wird in der Arbeitsgruppe 'Angewandte Biologie' (Leitung Prof. Dr. Roland Megnet) an Forschungsgebieten gearbeitet, die für die Agrarwirtschaft der nahen Zukunft ein neues und wirtschaftliches Betätigungsfeld sein können. Hierzu gehört die Möglichkeit, ökologische Belastungen regulieren zu können (hier: schwermetallakkumulierende Pflanzen), neue Pflanzen als regenerierbare Rohstoffe zu selektieren (hier: Faserpflanzen) und die benötigten Pflanzen kurzfristig in großer Stückzahl zur Verfügung stellen zu können (hier: Mikrovermehrung von Zierpflanzen). Um das Potential der verwendeten Techniken besser einschätzen zu können, sollen zunächst die Methoden und Möglichkeiten dargestellt werden (siehe Graphik S. 28), dann die Schwerpunkte der Arbeitsgruppe 'Angewandte Biologie' im Bereich der Pflanzenzellzucht.

### Die totipotente Zelle

Zellkulturtechniken sind bei jedem lebenden Organismus einsetzbar: einzelne Bakterien oder Pilzzellen kann man auf Nährböden zu Kolonien heranwachsen lassen, tierische und menschliche

Gewebeteile sind in geeigneten Medien vermehrbar und gleiches gilt auch für Pflanzen. Jedes Gewebeteil einer Pflanze kann nach entsprechender Oberflächensterilisation auf einem geeigneten Medium, sei es fest oder flüssig, in Kultur genommen werden. Hier haben Pflanzen gegenüber anderen Organismen noch den Vorteil, daß sie totipotent sind. In diesem Zusammenhang bedeutet Totipotenz die Fähigkeit jeder einzelnen auch schon differenzierten Zelle, wieder zur ganzen Pflanze heranzuwachsen. Diese Totipotenz pflanzlicher Organismen macht man sich zu Nutze, um die in Kultur genommenen Explantate über Regulatoren, die Phytohormone so zu steuern, daß die Entwicklung zu einer undifferenzierten Zellmasse (Kallus), einem definierten Gewebetyp oder der ganzen Pflanze genau reproduzierbar ist. Bei den eingesetzten Hormonen handelt es sich um Auxine und Cytokinine. Die Auxine gehören zu einer Gruppe, deren Wirkung durch eine Zellstreckung sowie eine verstärkte Wurzelbildung sichtbar wird. Die Cytokinine sind eine zu den Auxinen ergänzend oder konträr wirkende Substanzklasse, welche die Zellteilung induziert. Um eine reproduzierbare Entwicklung der Gewebeteile zu ermöglichen, sind neben diesen Phytohormonen andere, klar definierbare Medienbestandteile notwendig. Hierzu gehören in erster Linie die Makroelemente mit den wichtigsten anorganischen Salzverbindungen von Stickstoff, Magnesium, Kalium, Phosphor, Schwefel und auch geringen Mengen an Salzen der Spurenelemente, sowie verschiedene Vitamine und eine Zuckerquelle.



**Hertha Busemann**  
**Der Jesuit und seine Beichttochter**  
Die Faszination e. Sittenskandals in drei Jahrhunderten  
Mit e. Vorwort von Ernst Hinrichs  
ISBN 3-8142-0205-8  
239 S., 18 Abb., DM 10,00



**Hans-Dieter von Frieling, Jürgen Strassel**  
(Hrsg.)  
**Stadtentwicklung, Weltmarkt, nationales Wirtschaftswachstum**  
Studien zum Prozess der Stadtentwicklung in europäischen Zentrums- und Peripherieländern  
BAND 1 - ISBN 3-8142-0202-3  
312 S., DM 12,00  
BAND 2 - ISBN 3-8142-0203-1  
260 S., DM 12,00

In der südfranzösischen Hafenstadt Toulon entwickelt sich ein Beichtverhältnis allmählich zu einem Liebesverhältnis; der Beichtvater ist ein berühmter Jesuit, die Beichttochter eine junge Frau aus einer Kaufmannsfamilie. Daraus wird ein Sittenskandal, der um 1730 ganz Europa bewegt. Es kommt zu einem langwierigen Prozeß, in dessen Verlauf beide in Gefahr stehen, zum Tode verurteilt zu werden - der Jesuit wegen „Hexerei“, die junge Frau wegen „Mißbrauchs der Religion“. Die Affäre hat im Laufe von drei Jahrhunderten immer wieder Menschen fasziniert. Aus rund 50 Darstellungen - wissenschaftlichen, literarischen, pornographischen - werden 15 untersucht.

Die ökonomische und damit auch städtische Entwicklung in den Peripherieländern gerät in ein immer enger werdendes Geflecht von Beziehungen mit derjenigen in den Zentrumsländern. Die durch diese Internationalisierungsprozesse veränderten Determinanten gegenwärtiger Stadtentwicklung, deren Kenntnis für die Einschätzung zukünftiger Wachstumsdynamik notwendig ist, sollen in einer international vergleichenden Studie an Beispielen aus Westeuropa, wo sich die ökonomische Integration in Form der Europäischen Gemeinschaft in ganz besonderem Maß auf die Städte auswirkt, untersucht werden.

Bestellungen an: Bibliotheks- und Informationssystem der Universität Oldenburg, Uhlhornsweg 49-55, 2900 Oldenburg (Versandkosten: 3,00 DM)

# Gezeiten

## Archiv regionaler Lebenswelten

Vierteljahreszeitschrift mit insbesondere regionsorientierten, landsociologischen und historisch-volkscundlichen Beiträgen.

## Heft 8 erscheint im März 1987

Milchbauern in der Wesermarsch · Geschichten und Identität · Historisch-volkscundliche Forschung · Museumsinitiativen · Sicherheitspolitik und Deutschlandpolitik · Geschichtsprojekt

Preis: DM 9,--; Jahresabonnement: DM 30,--

Verlag Grundlagen  
und Praxis, 2950 Leer

## Flüssig- und Kalluskultur

Von der folgenden Kulturform hängt es ab, ob das Gelierungsmittel Agar-Agar zugegeben wird. Im flüssigen Medium werden einzelne Zellen oder kleine Zellverbände vermehrt, man spricht hier von der Suspensionskultur. Diese Form der Vermehrung ist geeignet, um Stoffwechselprodukte zu gewinnen, die eine pharmakologisch interessante Aktivität aufweisen. Ein anderer wichtiger Bereich dieser Kulturform ist die hormonelle Induktion von Embryoiden und Embryonen, die mit einer entsprechenden Ummantelung als künstliche Samen ausgesät werden können. Diese Technik bietet den großen Vorteil einer geringeren genetischen Variabilität als es das Saatgut hätte, da alle Embryonen von nur einer Elitepflanze mit den gewünschten Eigenschaften abstammen. Nutznießer wäre die Forstwirtschaft, denn für Aufforstungen werden aus Saatgut gezogene Jungpflanzen verwendet, die nicht alle den Zuchtzielen entsprechen, wie Frosthärte oder hohe Holzzuwachsrate.

Eine andere Kulturform findet auf einer festen Matrix statt, das Medium geliert durch die Zugabe von Agar. Die darauf ausgebrachten, oberflächensterilisierten Pflanzenteile wachsen je nach Medienzusammensetzung zu einem Kallus heran oder sie beginnen sich zu differenzieren. Die Kalluskultur besteht zunächst aus einer Ansammlung undifferenzierter Zellen, die dann bei entsprechender hormoneller Beeinflussung zu bestimmten Gewebeteilen differenzieren können: Leitbündel werden gebildet, vermehrte Auxingaben induzieren eine Wurzelkultur, an denen zum Beispiel Probleme der Stickstofffixierung untersucht werden können, höhere Cytokiningaben fördern eine Sproßbildung und durch eine geeignete Kombination werden Embryonen gebildet.

## Meristem- und Organkultur

Je nach Herkunft der Explantate spricht man von Meristemkultur oder von Gewebe-/Organkultur. Für die Meristemkultur werden kleinste Gewebeteile aus dem Apikalmeristem entnommen, es handelt sich also um undifferenzierte Zellen mit einer hohen Teilungsrate aus dem Bildungsgewebe der Sproßspitze. Unter Organkultur versteht man die Vermehrung spezialisierter Pflanzenteile, also Sproß, Wurzel, aber auch die Antheren- und Ovulakultur. Die Antheren- und Ovulakultur spielen in der Züchtungsforschung eine besondere Rolle: da es sich um Gameten, also Zellen zur sexuellen Reproduktion handelt, haben sie nur einen einfachen Chromosomensatz, sie sind also haploid. So können aus dem Pollen einer einzelnen Anthere (Staubbeutel) tausende von Pflanzen gewonnen werden, die nur einen einfachen Chromosomensatz haben. Dies bedeutet, daß der Phänotyp gleich dem Genotyp ist. Eventuelle durch genetische Manipulation entstandene Sorten sind sofort erkennbar, da die neu errungene Eigenschaft nicht durch einen zweiten Chromosomensatz überdeckt werden kann. Ist das Zuchtziel erreicht, wird diese Pflanze durch eine Behandlung mit dem Mitosehemmer Colchizin vom haploiden in den diploiden Zustand gebracht und ist somit wieder sexuell vermehrungsfähig.

## Protoplasten - mehr als nur Seifenblasen

Zur Vervollständigung dieser Liste der Techniken, die in der Pflanzenzellzucht eingesetzt werden, um vermehrt anwendungsorientierte Ziele zu realisieren, muß zum einen die Protoplastenschmelzung erklärt werden: Protoplasten sind Zellen, die durch

Einwirkung verschiedener Enzyme (Cellulasen und Pektinasen) von ihrer starren Zellwand befreit worden sind. In ihrer Empfindlichkeit sind sie jetzt Seifenblasen vergleichbar, die - bei entsprechender Behandlung - miteinander verschmelzen können. Nimmt man für eine solche Fusion nun Zellprotoplasten zweier verschiedener Pflanzenarten, so kann ein Kreuzungsprodukt entstehen, das über klassische Züchtungsmethoden bislang nicht realisierbar war. Die fusionierte Zelle wird zur Zellwandbildung angeregt, sie wächst zu einem Kallus heran und über die bereits beschriebenen Wege ist es möglich, ganze Pflanzen zu regenerieren und eine neu gewonnene Sorte zur Überprüfung ihrer Eigenschaften zu klonieren. Der Vorteil dieser Technik besteht in der Möglichkeit, neue Kreuzungen durchzuführen; gezeigt wurde dies erstmalig bei dem fast schon klassischen Kreuzungsexperiment über Protoplastenfusion von Tomate und Kartoffel, der sogenannten Tomoffel.



*Rhododendron Alfred - entstanden aus einem Kallus*

Ein anderer, für die zukünftige Entwicklung wichtiger Bereich ist der der gentechnischen Veränderung pflanzlichen Erbguts. Hier werden im Reagenzglas - in vitro - Vorgänge nachgeahmt, wie sie in



**ZOLLER-DATENSYSTEME**  
Olivetti-Fachhändler · EDV-Zubehör

# Btx-Systeme

## Büroorganisationssoftware

### individuelle Schulung und Beratung

Haselriege 38 · 2900 Oldenburg · Telefon 04 41/30 10 61

# KLÖCKNER GAS

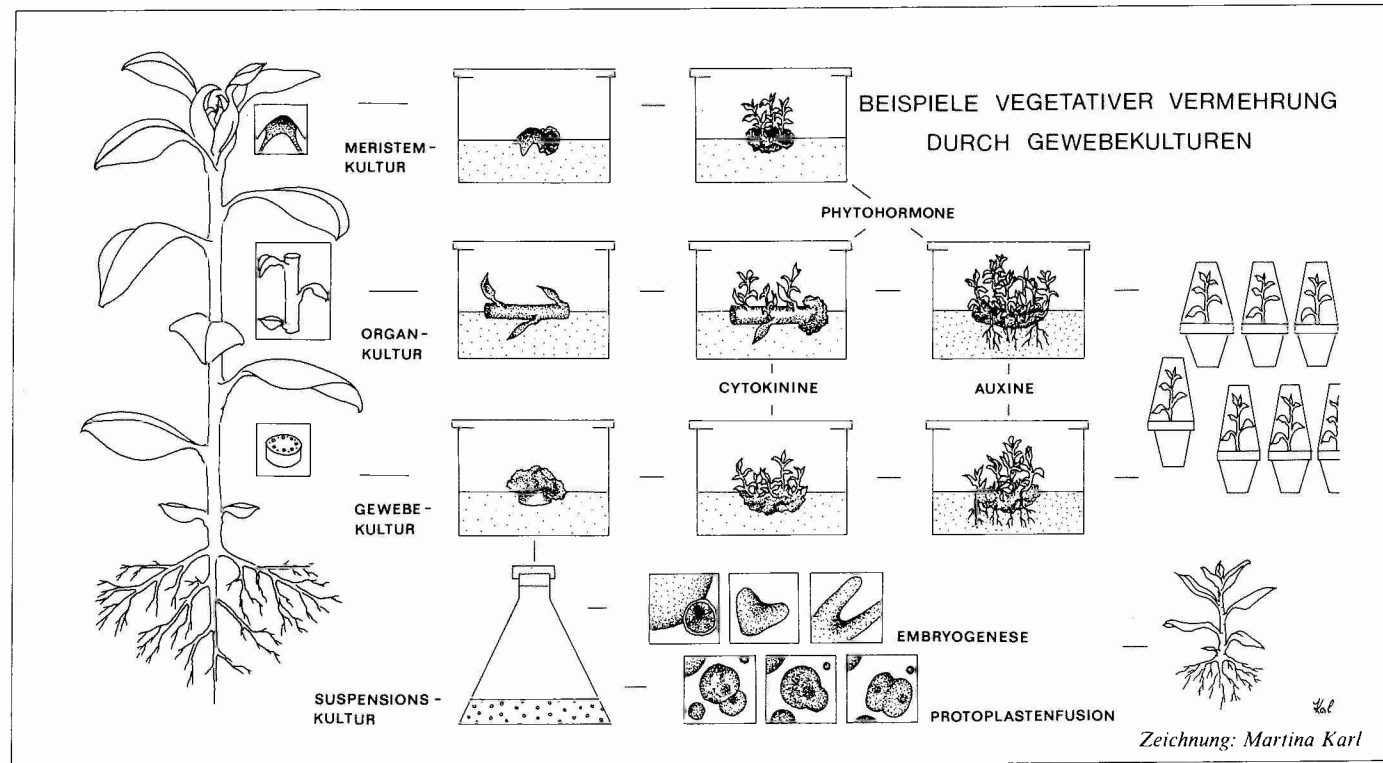
- Wir versorgen Sie: mit Flüssiggas (LPG) – Propan, Butan, Gemischen – aus inländischer und ausländischer Produktion.
- Wir decken Ihren Bedarf: für Industrie, Landwirtschaft, Gewerbe, Haushalt und Freizeit. Wir liefern LPG als Chemierohstoff und Autogas.
- Wir transportieren LPG: in der Flasche, im Tankwagen, im Kesselwagen, im Schiff.
- Wir bieten Ihnen: technische Beratung, Aufstellung und Wartung von Tankanlagen, eigene Lager, Füllstellen und Vertriebsstützpunkte, eigenen Fuhrpark.
- Wir arbeiten international: Wir importieren, exportieren und schließen Transitgeschäfte ab.



**KLÖCKNER & CO**  
KOMMANDITGESELLSCHAFT AUF AKTIEN

Geschäftsbereich Gas  
Telefon (0203) 18-1

Duisburg · Bamberg · Bad Harzburg · Hamburg · Krefeld · Köln · Leer · Marburg  
Oldenburg · Osnabrück



der Natur auch geschehen: die Einschleusung von bakteriellem Erbgut, in diesem Fall das von Agrobakterien, in die pflanzliche Zelle. In der Natur veranlassen diese Bakterien die Pflanzenzellen zum Ablesen des bakteriellen Erbguts und damit zur Produktion einer seltenen Aminosäure, auf welche die Agrobakterien angewiesen sind. Dieser Gentransfer kann dahingehend ergänzt werden, daß man dem bakteriellen Erbgut eine weitere Information hinzufügt. So wird das Erbgut der Pflanze um ein neues Gen ergänzt, das für eine Eigenschaft kodiert, die für diese Pflanze wünschenswert sein kann. Paradebeispiel hierfür ist die von belgischen Forschern gezüchtete Tabakpflanze, die ein Gen für ein biologisches Insektizid bekommen hat und so sein eigenes, abbaubares Pestizid produziert. Der Nutzen in der Anwendung liegt auf der Hand: es muß nicht mehr gegen Insekten gespritzt werden. Die hier beschriebenen Methoden sind geeignet, um ökologische Probleme zu lösen und neue Zuchtziele im Nutz- und Zierpflanzenbereich zu verwirklichen. Mit den gleichen Methoden sind diese selektierten Pflanzen sehr schnell vermehrbar.

### Die Entfernung von Schwermetallen

Ein Beispiel für die Lösung ökologischer Probleme ist der Einsatz von *Polygonum cuspidatum*. (Knöterichgewächs). Von dieser Pflanze wurden in der Oldenburger Arbeitsgruppe verschiedene Gewebetypen sterilisiert und bei gleichzeitiger Optimierung des Mediums zur Kallusbildung angeregt. In der folgenden Suspensionskultur konnten durch entsprechenden Selektionsdruck Zelllinien isoliert werden, die in hohem Maße Cadmium und Blei akkumulieren und die so das sie umgebende Medium von den Schwermetallen befreien. Die anschließende Arbeit zum Regenerationsverhalten der Zelllinien führt direkt zu den noch in Planung befindlichen Feldversuchen. Da zahlreiche Ackerböden durch Klärschlammdeponierung mit hohen Schwermetallkonzentrationen belastet sind, hat man sie für Zwecke der Nahrungsmittelproduk-

tion gesperrt. Klonierte Zelllinien von *Polygonum cuspidatum* könnten auf solchen Feldern für eine Vegetationsperiode angebaut und abgeerntet werden. Die Böden sind entgiftet, die belasteten Pflanzen werden eingeeignet und als Sondermüll behandelt.

### Verzahnfachung pro Monat

Ein Schwerpunkt der Arbeitsgruppe liegt in der Mikrovermehrung von Nutz- und Zierpflanzen, orientiert an den Bedürfnissen dieser Region. Der Massenvermehrung von Holzgewächsen durch diese Methode steht die konventionelle Art gegenüber, die nicht nur sehr langwierig ist, sondern auch Schwierigkeiten und hohe Ausfälle aufweist:

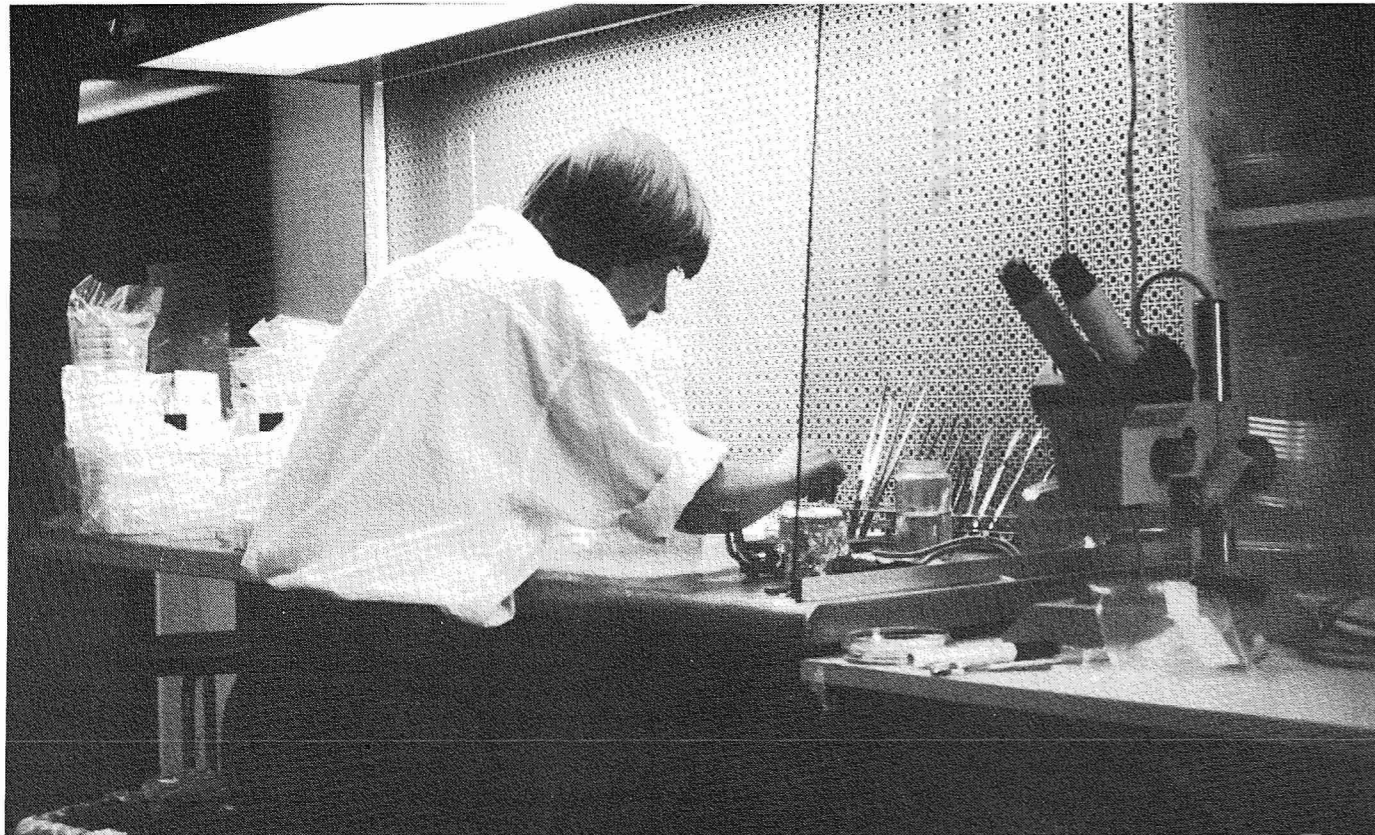
1. Viele Hybridsorten produzieren keinen 'blühechten' Samen mehr, die Varianz innerhalb einer Charge an Samen ist außerordentlich hoch, sowohl in Bezug auf Wuchseigenschaften, als auch in unterschiedlicher Frostresistenz, wodurch es z.B. bei Wiederaufforstungen zu unkalkulierbaren und hohen Ausfällen kommen kann.
2. Die Alternative einer Stecklingsvermehrung (d.h. Lagerung der Sprosse im Kühlraum und im Frühjahr Bewurzelung in Beeten) gewährleistet zwar ein genetisch einheitlicheres Ausgangsmaterial, doch gibt es Probleme mit der schlechteren Ausbildung des Wurzelballens, bei einigen Hybridsorten ist die Wurzelbildung nicht mehr induzierbar.
3. Das Veredeln (also das Aufpfropfen des Edelreises auf einen fremden, getrennt herangezogenen Wurzelballen) stellt zwar eine Aufzuchtmethode für schwer zu bewurzelnde Sorten dar, ist aber sehr arbeitsintensiv und oft mit hohen Ausfällen verbunden. Beim Stecken und Veredeln ist es nötig, große und gesunde Mutterpflanzenquartiere zu halten, in denen man im Herbst die Edelreiser schneiden kann.

Diese Vermehrungsmethode ist mit ein Grund, weshalb neue Sorten bis zur Markteinführung 10 bis 20 Jahre benötigen.

Seit über 100 Jahren ein Begriff für Literatur in Oldenburg. Wir führen ein großes Sortiment an Fachbüchern für Ihr Studium.

**BÜLTMANN & GERRIETS**  
 Buchhandlung  
 Lange Straße 57  
 2900 Oldenburg  
 Tel. 26601

BEILSTE



Für den Mikrovermehrungsprozeß ist keimfreies Arbeiten an der Sterilbank erforderlich

Eine Alternative zu den klassischen Methoden bietet die Mikrovermehrung: oberflächensterilisierte Knospen werden im Wachstum angeregt, das Nährstoffangebot, speziell die Hormonkombination, muß für jede Spezies in der optimalen Form ermittelt werden. Nach ca. 4 bis 6 Wochen wird der Sproß nach Entfernung des Spitzenmeristems in neues Medium transferiert und bildet dann an den Blattachsen zahlreiche Adventivsprosse, die auf gleiche Weise transferiert werden. So erreicht man pro Monat ungefähr eine Verzehnfachung der Pflanzen, d.h. bei einem optimierten Medium ist es möglich, innerhalb von 4 Monaten 10.000 Pflanzen zu produzieren, die aber nur aus Sprossen bestehen. Zum Bewurzeln kommen diese Pflanzen in ein Torfsubstrat, die Akklimatisierung findet unter Folie statt. Um die Wurzelbildung zu fördern, wird sie durch Agrobakterien angeregt, dadurch können fast alle Sorten leichter und besser bewurzelt werden; mit einer sehr positiven Auswirkung auf den Gesamtzustand der Pflanze. Zur Zeit werden diese Techniken für Rhododendren ausgearbeitet, ein für die Weser-Ems-Region sehr wichtiger Wirtschaftsfaktor. Die hier angesiedelten Baumschulen produzieren 85 Prozent der deutschen Rhododendren: durchschnittlich 6 bis 7 Millionen Stück im Jahr. Hinzu kommen andere Holzgewächse des Nutz- und Zierpflanzenbereichs mit über 50 Millionen Stück. Von zunehmender Bedeutung ist dabei auch der Export. Produktionsengpässe, die durch die konventionelle Methode bedingt sind, können durch die Mikrovermehrung umgangen werden.

## Faserpflanzen

Ein weiterer Schwerpunkt in der 'Angewandten Biologie' liegt für den Bereich der Pflanzenzellzucht in Screening, also 'Such'-verfahren

ren für verbesserte Pflanzensorten, die Produzenten regenerierbarer Rohstoffe sind. Im Bereich der Faserpflanzen wäre Hanf am interessantesten, da er eine der besten natürlichen Fasern bildet, sein Anbau ist jedoch aufgrund des Betäubungsmittelgesetzes verboten. Die Fasern wären jedoch für hochreißfeste Papiere - wie Dünndruckpapier - geeignet. Deshalb wird an Alternativen gearbeitet: Zum einen an der Züchtung einer verwandten Art von Brennessel, deren Vorteil in der leichteren Anbaubarkeit liegt, auch auf überdüngten Böden, zum anderen an *Brunsonetia papyrifera* (Papiermaulbeerbaum), eine Pflanze mit sehr langen Fasern, die für die Herstellung von Notenpapier und anderen Papieren geeignet sind. Hier ist es wichtig, Varietäten zu züchten, die weniger kälteempfindlich sind und einen reduzierten Ligninanteil haben. Ein weiterer Schwerpunkt liegt im Aufbau eines Arbeitskreises für regenerierbare Rohstoffe. Dort plant die Arbeitsgruppe Projekte für den Anbau von hochwertigen Pflanzen auf Marschböden, also solchen, die unter die 'Milchquotenregelung' fallen. Ein Hauptinteresse liegt hier bei Heil- und Gewürzkräutern für anmoorige Böden und der Planung einer Infrastruktur für die Aufarbeitung der Pflanzen.

Die Zahl weiterer, möglicher Anwendungsgebiete für die Pflanzenzellzucht wäre unermesslich. Das Hauptaugenmerk liegt jedoch in der Anwendungsmöglichkeit für diese Region. Man spricht einerseits von der Verarmung dieser Region aufgrund der landwirtschaftlichen Ausrichtung, gleichzeitig aber ist bekannt, daß allein das Marktpotential für neu gezüchtetes pflanzliches Vermehrungsmaterial weltweit bei 50 Milliarden Dollar pro Jahr liegt.

Warum also nicht die Not zur Tugend machen und diese sauberen Technologien vermehrt anbieten?

Mitglieder der Arbeitsgruppe: Frank Kaczyna, Jutta Kalthoff, Song Yae-Young, Karin Wörner, Elisabeth Zöll

# Mathematik

## Straßengüterfernverkehr oder die Rollende Landstraße

Von Ulrich Knauer

Immer wieder wird in der Öffentlichkeit kontrovers über die Verlagerung von Güterverkehr auf die Bundesbahn diskutiert. Die Befürworter des Straßentransports führen insbesondere Schnelligkeit, Disponibilität und Sicherung von Arbeitsplätzen an. Die Befürworter des Schienentransportes stellen dem gegenüber Sicherheit und Schonung der Umwelt im weitesten Sinne. Kürzlich erhielt diese Diskussion weiteren Antrieb durch die Erhöhung der Gesamtgewichte der Lkw von 38 t auf 40 t. Laut ACE (Automobilclub von Europa) werden dadurch Brückenum- und -neubauten allein im Bereich der Bundesfernstraßen mit einem Kostenaufwand von mindestens 300 Millionen DM pro Jahr erforderlich. Ein neues zusätzliches Argument trat dadurch auf, daß die angebliche Unschädlichkeit von Diesellabgasen, insbesondere Ruß, in Zweifel gezogen wurde.

Ziel dieser Untersuchung war es, die Argumente zu analysieren und zu objektivieren. Auf diese Weise sollten die Kosten des Straßengüterfernverkehrs den Kosten des Transports für die gleichen Gütermengen (einschließlich der Lkw) bei Einbeziehung der „Rollenden Landstraße“ der Deutschen Bundesbahn gegenübergestellt werden.

### Modellannahmen

Die Modellannahme besteht darin, daß jede der betrachteten Lkw-Fahrten auf die Rollende Landstraße der Deutschen Bundesbahn verlagert wird, d.h. der Lkw wird in einem Verladebahnhof auf einen Tiefladewagen gefahren und der Fahrer begleitet den Transport im Reisezugwagen/Liegewagen. Dies Modell ist für die Speditoren lohnkostenneutral, gefährdet nicht die Arbeitsplätze der Lkw-Fahrer und greift nicht in die Auftragslage und Auftragsstruktur des Speditionsunternehmens ein. Darüber hinaus erfüllt dieses Modell, was Komfort und Schnelligkeit der Transporte angeht, im wesentlichen die gleichen Anforderungen wie der reine Lkw-Transport. Außerdem läßt sich dieses Konzept verhältnismäßig leicht in die Praxis umsetzen. Die bisher im Bereich der Deutschen Bundesbahn existierenden sechs Relationen der „Rollenden Landstraße“ lassen sich schrittweise erweitern und die Frequenzen der Zugumläufe entsprechend erhöhen.

Die genannten Vorteile der „Rollenden Landstraße“ begründen auch, daß ihr hier gegenüber den anderen üblichen Methoden des kombinierten Verkehrs, etwa Verladung von Sattelanhängern, Wechselbehältern, Containern oder noch kleineren Ladungseinheiten der Vorrang eingeräumt wurde.

### Kostenfaktoren

Zur Bestimmung der Kosten der verglichenen Transportarten wird der Verbrauch an folgenden Ressourcen bewertet:

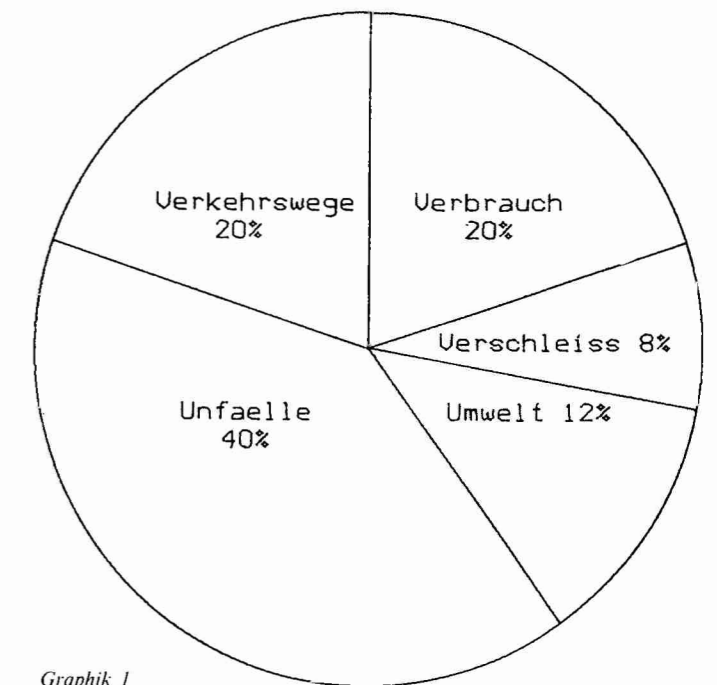
- Verbrauchte Energie, d.h. Treibstoffe, elektrische Energie etc. und Verschleißmaterial
- Abnutzung an den Transportmitteln
- Abnutzung an den Verkehrswegen sowie Ersatz- und Neubaukosten

- Beschädigungen von Personen und Material durch Verkehrsunfälle und Unfallfolgen
- Beschädigungen von Personen und Material durch Umweltbelastungen.

Über die letzten beiden Bereiche liegen nur relativ wenige, unvollständige und zum Teil auch unzuverlässige Daten vor. In Zweifelsfällen wurden die für die Schiene ungünstigeren Werte angesetzt. Deshalb ist bei realistischer Einschätzung davon auszugehen, daß die Schädigungen bei reinem Straßentransport bzw. Einsparungen bei Verlagerung auf die Schiene noch erheblich höher sein werden. Um einen Vergleich der gesamtgesellschaftlich direkt und indirekt anfallenden Kosten im Straßengüterfernverkehr zu ermöglichen, ist in Graphik 1 eine Aufteilung nach den einbezogenen fünf Faktoren angegeben, wie sie aus dem ausgewerteten Datenmaterial folgt. Dabei konnten aufgrund der Datenlage folgende Faktoren nicht berücksichtigt werden

- Stauungskosten, die durch „Produktivitätsausfall“ bei den in Staus verwickelten Verkehrsteilnehmern entstehen
- Kostenerhöhung durch Lkw-Beteiligung bei Verkehrsunfällen, die nicht durch Lkw verursacht sind
- Kosten durch Beschädigung von Ladungen der Lkw und Folgekosten davon, die durch die Versicherer der getrennt versicherten Ladung getragen werden
- Beeinträchtigungen von Lebensqualität durch Streß, Ärger usw. bei allen Verkehrsteilnehmern.

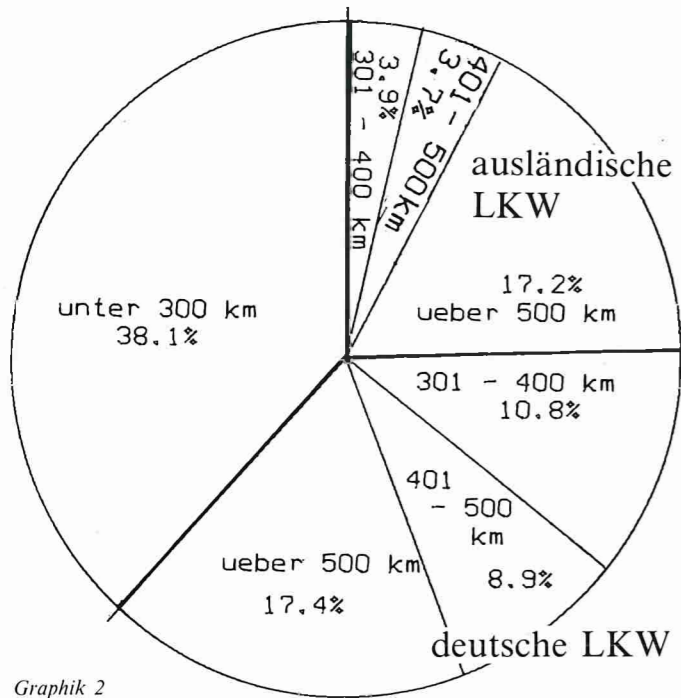
### Prozentuale Aufteilung der Transportkosten



Graphik 1



Verkehrsleistungen nach Entfernungsstufen



Graphik 2

Untersuchtes Transportvolumen

Es wurden Fahrten deutscher Lastkraftwagen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland und Transitfahrten ausländischer Lkw berücksichtigt. Das Modell geht davon aus, daß die Fahrstrecke jedes Lkw in voller Länge durch die Deutsche Bundesbahn übernommen wird und zusätzlich zwischen 50 und 100 km Fahrt auf Straßen für An- und Abfahrt zum Verladebahnhof angesetzt werden (für deutsche Lkw im Binnenverkehr innerhalb der BRD, je nach dem, ob der Transport auf der „Rollenden Landstraße“ eine Entfernung von 301 bis 400 km, von 401 bis 500 km oder über 500 km beträgt). Dadurch kann der Tatsache Rechnung getragen werden, daß auch bei einem endgültigen Ausbau der „Rollenden Landstraße“ nicht zwei beliebige Orte durch entsprechende Züge verbunden werden können.

Es ist bemerkenswert, daß fast 50 Prozent des Straßengüterfernverkehrs bei Transporten ab 500 km Entfernung auf ausländische Spediteure im Transitverkehr durch die BRD entfällt (siehe Graphik 2). Insgesamt werden bei Entfernungen über 500 km Verkehrsleistungen von 29,5 Milliarden tkm pro Jahr erbracht; 10,7 Milliarden tkm pro Jahr zwischen 401 und 500 km; 12,5 Milliarden tkm pro Jahr zwischen 301 und 400 km. Betrachtet man nur die deutschen Lkw im Binnenverkehr der BRD handelt es sich dabei um

- 1,60 Millionen Fahrten über 500 km;
- 1,16 Millionen Fahrten von 401 bis 500 km;
- 1,81 Millionen Fahrten von 301 bis 400 km.

Ergebnisse

Unter diesen Annahmen werden die Kosten des Straßengüterfernverkehrs für Transporte von über 500 km, über 400 km und über 300 km Entfernung berechnet und in Form einer Ressourcen-Bilanz mit den Kosten bei Benutzung der „Rollenden Landstraße“ verglichen. Entsprechend den betrachteten Entfernungsstufen lie-

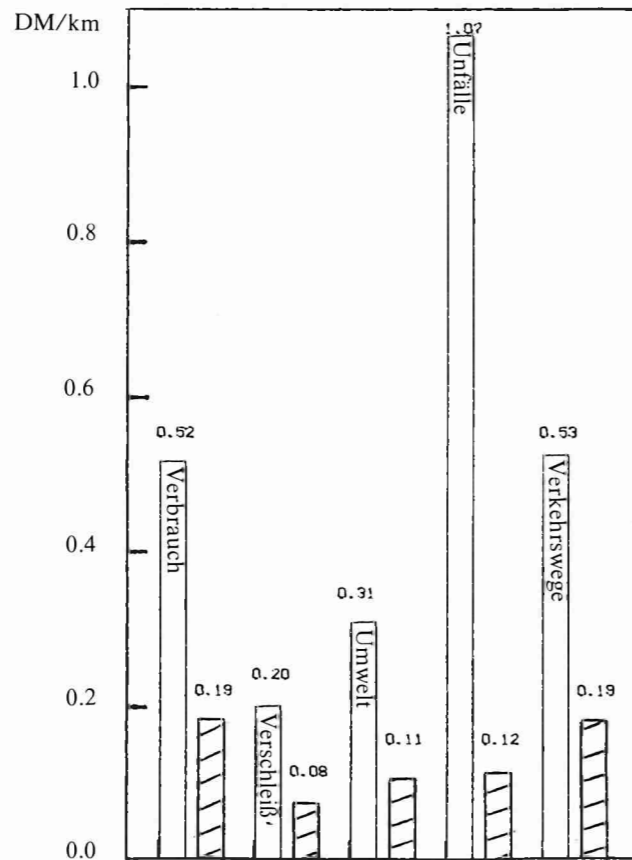
fern die eingeführten Bewertungen Einsparungsmöglichkeiten von mehr als drei Milliarden DM im ersten Fall bis fast sieben Milliarden DM im dritten Fall jeweils pro Jahr.

Um einen Vergleich der Größenordnungen zu ermöglichen: im Bundesverkehrswegeplan 1985 sind für die Bundesbahn Investitionszuschüsse von 34 Mrd. DM für den Zeitraum von 1985 bis 1995 vorgesehen, d.h. 3,4 Mrd. DM jährlich bei linearer Aufteilung. Es ergibt sich also, daß dieser Ansatz verdoppelt oder sogar verdreifacht werden könnte, wenn das dargestellte Modell realisiert und die Ressourceneinsparung mit der gewählten Bewertung dem Etat der Bundesbahn zur Verfügung gestellt würde.

Für die Bestimmung der Kosten unter Einbeziehung der „Rollenden Landstraße“ mußten einige weitere Annahmen gemacht werden, da die Deutsche Bundesbahn derzeit fast keine zweckdienlichen Daten über effektive Kosten, Folgekosten etc. zur Verfügung stellt.

Deshalb wurde grundsätzlich der Ansatz gewählt, für den Anteil des Schienentransports die Kosten im Verhältnis zum Energieverbrauch zu modifizieren. Ausnahme sind hier nur die Unfallkosten, über die etwas bessere Angaben zur Verfügung stehen, zumindest was den Schienenverkehr insgesamt angeht. Um die auftretenden Verhältnisse zu verdeutlichen, werden die Anteile der fünf untersuchten Kostenarten an den Gesamtkosten angegeben, hier bezogen auf 1 km Transportentfernung. Für Lkw wurde von einer durchschnittlichen Beladung von 14,5 t ausgegangen (vergleiche Graphik 3). Entsprechend den Grundannahmen betragen die Ge-

Vergleich der Transportkosten



Graphik 3: Gesamtkosten bei reinem Straßenverkehr (□): 2,63 DM/km, bei Einbeziehung der Rollenden Landstraße (▨): 0,71 DM/km.

samtkosten 2,63 DM pro km bei reinem Straßentransport und sinken auf 0,71 DM pro km bei Einbeziehung der „Rollenden Landstraße“ in der Entfernungsstufe ab 500 km.

Eigenschaften des Modells

Mathematisch gesehen wird ein 5-dimensionales Vektormodell untersucht. Der Ressourcenvektor wird mit dem Standardskalarprodukt über einem Evaluationsvektor ausgewertet. Für den Schienentransport wird noch eine komponentenweise Multiplikation mit einem Reduktionsvektor dazwischen geschaltet. Durch die feine Aufgliederung der Einzelkomponenten lassen sich Veränderungen sowohl was die Grunddaten betrifft, wie insbesondere was Kenntnisse über bisher nicht direkt zu bestimmende Kosten betrifft, in das Modell aufnehmen. Damit sind vor allem genauere Aussagen über Folgekosten durch Umweltschäden, Verkehrsunfälle und Straßenbau gemeint. Dafür sind jedoch Detailuntersuchungen erforderlich, die hier nicht geleistet werden konnten. Weiterhin erlaubt die Struktur des Modells Sensitivitätsanalysen der verwendeten Daten durchzuführen und Einflüsse einzelner Modellkomponenten darzustellen. Für Planungszwecke erlaubt das Modell auch die stufenweise Verlagerung des Straßengüterfernverkehrs auf die Eisenbahn (Rollende Landstraße) zu simulieren, z.B. als erster Schritt 20 Prozent Verlagerung des Straßengüterfernverkehrs über 500 km je Fahrt (linearer Ansatz).

Diskussion des Modells und mögliche Folgewirkungen

Nach Angaben der Deutschen Bundesbahn (DB) ist die Transportwegekazität der DB ausreichend für eine erhebliche Steigerung des Verkehrs der Rollenden Landstraße, jedenfalls nach Fertigstellung der Neubaustrecken. Gewisse Engpässe (etwa durch nicht ausreichende Tunnelhöhen) müßten beseitigt werden. Ebenso wäre der Bestand an Lokomotiven vorerst ausreichend, geeignetes Wagenmaterial (Tieflader) müßte beschafft werden, da das vorhandene Material bereits jetzt voll ausgelastet ist. Eine solche Maßnahme könnte zu einer weiteren Verbesserung der Ertragslage der DB führen. Die Frage der Zuschußverteilung Straßentransport-Schienenverkehr hängt damit allerdings eng zusammen. Darüber hinaus könnte diese Maßnahme auch zum Ausbau und zur Erneuerung und Verdichtung von Gleisanlagen beitragen, was den Dienstleistungsaufgaben der DB insgesamt zugute käme. Positive Auswirkungen auf andere Leistungen der Bahn (etwa zusätzliche Pkw-Reisezugverbindungen, zusätzliche Schlafwagenverbindungen) könnten diskutiert werden.

Allerdings müßte der Komfort für die Lkw-Fahrer gegenüber dem Istand der Rollenden Landstraße erheblich gesteigert werden. Das betrifft die Infrastruktur der Verladebahnhöfe (Aufenthalts- und Ruheräume, Duschen und Sanitäranlagen, Restauration) und auch den Komfort der Liege- bzw. Schlafwagen. Hier wären Aufenthaltsräume, Restauration oder Kochgelegenheit, Duschen und zumutbare Schlafkabinen nötig. Erhebliche Anstrengungen müßte auf die Gestaltung der Fahrpläne verwandt werden, um zu vermeiden, daß durch ungünstige Verkehrszeiten die Vorteile für die Fahrer wieder aufgehoben werden.

Die Realisierung einer solchen Maßnahme ist natürlich nur in Einklang mit der Verkehrspolitik der Bundesregierung möglich. Aus anderen Ländern liegen Erfahrungen für eine solche Politik vor. So wird seit vielen Jahren in der Schweiz das Ziel der Verlagerung des Lkw-Verkehrs auf die Schiene verfolgt, z.T. mit sehr rigiden Maßnahmen, z.B. durch Gewichtsbeschränkungen auf 28 t, die praktisch Anhänger für Lkw unmöglich machen u.ä. Seit einiger Zeit geht auch Österreich einen ähnlichen Weg.



Nicht nur umweltschonender und sicherer, sondern auch billiger, ohne daß Spediteure um ihre Existenz fürchten müßten: die Rollende Landstraße.

Warum beschäftigen sich ausgerechnet Mathematiker mit einem derartigen Problem?

Die hier beschriebene Untersuchung wurde im Jahre 1985 in einer Arbeitsgemeinschaft an der Oldenburger Universität durchgeführt. Die Mitarbeiter waren angehende Diplom-Mathematiker, die unter dem Rahmenthema „Mathematische Modellierung“ dieses Ressourcen-Bilanz-Modell des Güterfernverkehrs aufstellten. Der Beruf des Mathematikers ist universell. Diplommathematikerinnen und -mathematiker findet man in praktisch allen Wirtschaftszweigen und größeren Betrieben. Ihre Aufgabe wird meistens grob mit „Mathematischer Modellierung“ beschrieben. Dahinter verbirgt sich: Versuch, ein praktisches Problem, egal welcher Art, mit Hilfe mathematischer Methoden zu lösen oder doch wenigstens einer Lösung näher zu bringen. Deshalb ist obiges Problem typisch für die Berufstätigkeit von Mathematikern. Das Problem hat nichts mit Mathematik zu tun, die damit befaßten Mathematiker haben keinerlei Vorkenntnisse, die das Problem betreffen, eine mögliche Lösung hat auch nichts mit Mathematik zu tun, aber es besteht die Möglichkeit, daß für den Lösungsweg Mathematik benutzt wird.

Der Sinn eines solchen Projektes innerhalb der Ausbildung von Mathematikern besteht also darin, konkrete Berufsvorbereitung in der Form simulierter Vorwegnahme von Praxisituationen zu ermöglichen. Die zeitliche Belastung der studentischen Teilnehmer bestand in diesem Falle in einem 1-semesterigen 2-stündigen Seminar mit der entsprechenden Vor- und Nacharbeit.

Perspektiven

Für die weitere Arbeit bestehen zwei Zielrichtungen:  
 - Aufstellen eines direkten Ressourcenmodells für den Güterfernverkehr unter Einbeziehung der „Rollenden Landstraße“ und erneuter Vergleich mit dem Ressourcenmodell des Güterfernverkehrs nur auf der Straße.  
 - Konkretisierung einer korrespondierenden Verkehrsplanung.  
 Es gibt bereits Pläne mit Wissenschaftlern anderer Disziplinen für gemeinsame Untersuchungen in den angegebenen Richtungen.

# Das umweltfreundliche Farbenprogramm!

Pro Natur Farben enthalten keine Lösungsmittel. Trotzdem erhalten Sie mit Pro Natur Anstriche von hoher Brillanz, erstklassiger Deckkraft und langer Lebensdauer. Pro Natur Farben, der Beitrag des Fachhändlers zur Erhaltung unserer Natur!



Glanzlack bunt auf Wasserbasis

BUFA Baeuerle

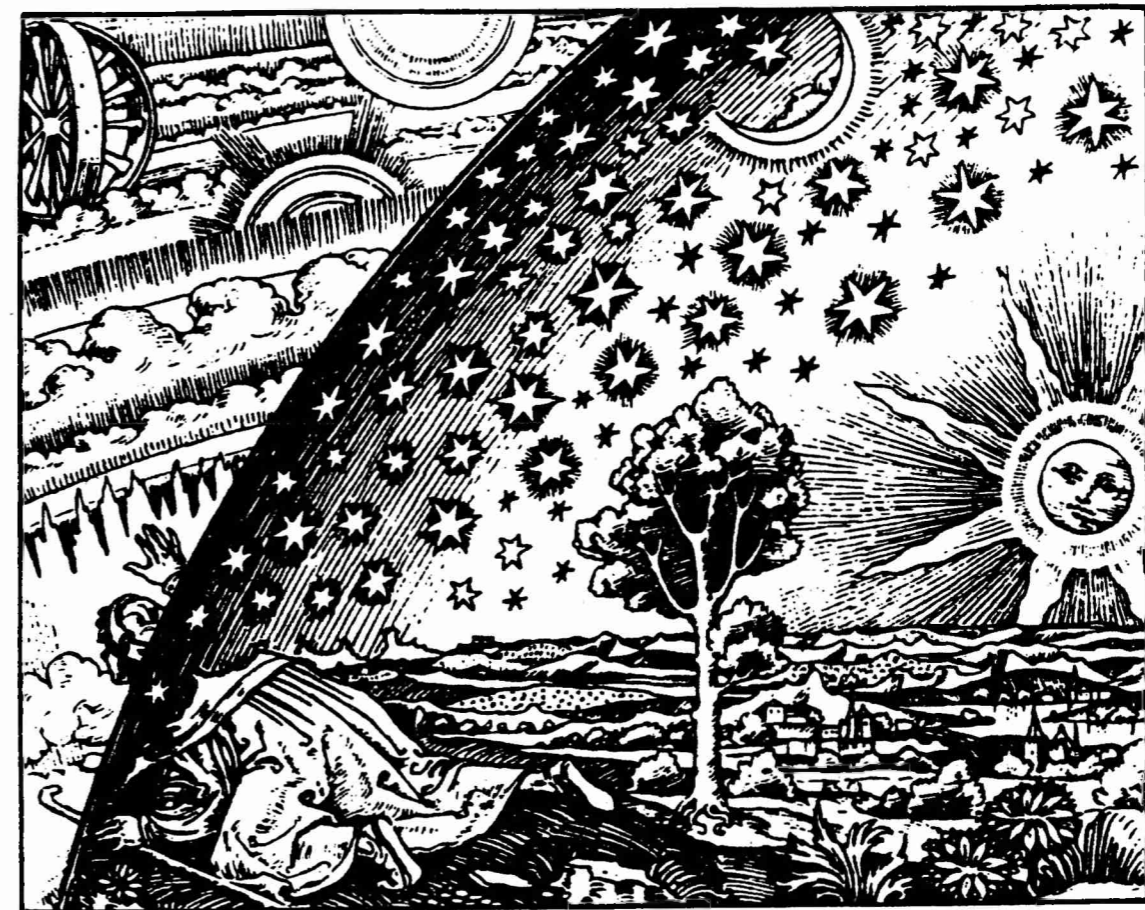
Zum Schutz der Umwelt gibt es jetzt Pro Natur, die Farben, Lacke und Lasuren auf Wasserbasis, nur im guten Fachhandel:

**BÜSING & FASCH GmbH & Co**  
 Donnerschweer Straße 372  
 Postfach 2561 · Telefon (0441) 3402-1  
 D-2900 Oldenburg

## Psychologie

### Die Frage nach Qualität als Suche nach einem neuen Bewußtsein

Von Peter Gottwald



Das Ideal des mentalen Bewußtseins - Himmelsmechanik

Die längste Reise ist die Reise nach innen  
 Dag Hammarskjöld

Die folgenden Überlegungen gehen von der Anwendung der Psychologie bei der Lösung individueller und sozialer Probleme aus und berühren philosophisch-anthropologische Fragen. Die Psychotherapie kann als angewandte, in einer Beziehung zwischen Menschen realisierte Psychologie, die Klinische Psychologie als Anwendung psychologischen Wissens zur Lösung von Lebensproblemen, zur Prävention von Störungen oder zur Erlangung von Gesundheit bezeichnet werden. Beide Fächer wollen Lebensqualität herstellen oder wiederherstellen helfen. Was ist Lebensqualität, was ist Qualität?

Schon vor 2500 Jahren hieß es: „Was aber gut ist und was nicht, Phaidros, müssen wir das erst andere fragen?“ Wissen wir heute, was gut ist für uns und die Welt? Was hilft es, wenn wir es selber

wissen? Und nicht realisieren können? Andere wissen es offenbar genau, und sie handeln. Sie treffen in Politik und Ökonomie weitreichende Entscheidungen, die den Frieden der ganzen Welt, das ökonomische und ökologische Gleichgewicht in Frage stellen - sie tun das im Namen des Friedens und des ökonomischen und ökologischen Gleichgewichts. Was Lebensqualität ist, ist ebenso umstritten wie die Frage, „wieviel vom Guten“ jeder realisieren könnte (auf wessen Kosten) oder worauf er (zu wessen Gunsten) verzichten sollte.

Traditionell wurden solche Fragen von der Philosophie behandelt, von der Ethik, die dazu neue Werkzeuge entwickelte wie etwa die „materiale Wertethik“ Max Schelers. Ärzte erarbeiten seit Jahrhunderten eine Diätetik als Lehre vom richtigen Leben zwischen Arbeit und Erholen, Wachen und Schlafen, Aufnahme und Ausscheidung, Anregung und Beruhigung. Und die Technik entwickelt Mittel, uns dieses Leben in der einen und anderen Weise zu erleichtern, es zu fördern. In allen drei Bereichen geht es um Werte; freilich geraten die jeweils vertretenen Werte in einen Widerspruch und eben das ist eins unserer Probleme. Im Gefolge der Aufklärung

und der wissenschaftlich-technischen Errungenschaften hat nun in unserer Zeit das Technische eine Eigengesetzlichkeit entwickelt und begonnen, Ethik und Diätetik zu verdrängen.

Die Technik hat die Welt sehr weitgehend umgestaltet; sie hat einen „staatlich-industriellen Komplex“ (R. Dahrendorf) geschaffen, ein System der Herstellung von Gütern (also von Qualität) und deren Konsum, das Stabilität verspricht, und trotz aller Krisen bisher auch in einer gewissen Weise gewährleistet hat. Nach innen ist dieses System auf den Konsum der Waren in einem Klima „innerer Sicherheit“ angewiesen, nach außen auf die Sicherheit des Friedens und die notfalls militärisch hergestellte Sicherheit eines Welthandels, der Rohstoffe und Energie dem Komplex zuleitet. Dieses System schafft aber nicht nur die Güter, es richtet sich auch die Menschen zu, welche dann auf die Güter angewiesen zu sein meinen. Konsumverzicht erscheint den Menschen dann unmöglich. Daß Konsumverzicht ein Störfaktor ist für das System, liegt auf der Hand. Diese Entwicklung der Technik zu einem umfassenden Komplex ist deshalb so bedrohlich, weil sie von falschen Voraussetzungen ausgeht und verheerende Konsequenzen für das Zusammenleben der Völker und für die Umwelt hat, wie satzhaft bekannt ist.

Technik und ihre Grundlage, die Rationalität, werden heute zunehmend kritisiert, in sehr scharfer Form: Nach R.M. Pirsig ist „...Hauptverursacher des sozialen Chaos, der Unbestimmtheit des Denkens und der Werte, die durch das rationale Wissen beseitigt werden sollen, niemand anderer als die Wissenschaft selbst.“ P. Sloterdijk kritisiert die gegenwärtig herrschende „zynische Vernunft“ als „aufgeklärtes falsches Bewußtsein“. Dieses formt die Welt und das Leben der Menschen in ihr. Die zahllosen Katastrophen der letzten Jahre gelten diesem Bewußtsein als „Unfälle“, nicht als selbstverschuldete Ereignisse. Panik greift um sich, denn es ist nicht abzusehen, wie groß eine dieser Katastrophen sein müßte, daß sie uns zur Umkehr bewegen könnte. „Angst essen Seele auf“ heißt es mit Recht. In einer Stimmung der Panik kann keine Kultur gedeihen. Das mentale Bewußtsein, so Jean Gebser, ist heute nur noch in seiner defizienten Form als Rationalität mächtig. Diese aber isoliert die Menschen und überläßt sie dann der Vermassung.

Systemdenken und Lebensqualität treten als Gegensätze in Erscheinung, als unvereinbar. Ich will dieses Dilemma näher betrachten. Im Bemühen, Lebensqualität wissenschaftlich, d.h. systematisch zu erfassen, ist dieser Begriff in tausend Fetzen zerrissen worden. Das Denken in *Systemen*, so meine These, läßt nichts anderes erwarten. Ein System, d.h. „ein konkreter, unter irgendeinem sachgemäßen Gesichtspunkt abgrenzbarer, aus interagierenden Teilen bestehender Ausschnitt aus der Welt“ entsteht ja durch (Unter-)Teilung der Welt. Für dieses herrschaftsbetonte, teilende Denken zerfällt die Welt in Gruppen, diese wieder in Untergruppen. Um handeln zu können, müssen wir die so gewonnenen Teile oder „Elemente“ wieder zusammenfügen, nach unseren Plänen, gemäß unserem Gutdünken, eben sachgemäß: Qualitätsbewußt und doch begrenzt, stets in der Gefahr, wie Frankenstein in bester Absicht ein Monster hervorzubringen. So entstehen zwar „Ganzheiten“, aber „das Ganze“ ist schon lange verloren. Wenn Jaspers noch davon sprechen konnte, daß das Ganze nicht angeschaut, sondern nur als „im Umgreifenden“ unterwegs gedacht werden könne, so ist davon heute nicht mehr die Rede. Der philosophische Glaube wich einer Ideologie, dem Fortschrittsglauben. Die von uns selbst geschaffenen Systeme aber drohen eine totalitäre Herrschaft anzutreten. Jaspers' schon 1932 als mögliches Resultat objektiveren Denkens genannte Prognose scheint sich zur Tatsa-

che zu verdichten, es könne „die Geschichte des Menschen ein vergeblicher Versuch“ (sein), frei zu sein. „Sie wäre der für uns eigentlich seiende, aber scheiternde Augenblick zwischen zwei unermesslichen Schlafzuständen, von denen der erste als Naturdasein war, der zweite als technisches Dasein wird.“ Aber: Die „Dialektik der Aufklärung“ ist ohne Ende, und so heißt es auch: „Wahrhaft verstanden stellt die Frage (nach der Freiheit des Menschen) nur, wer frei sein kann.“

In all diesen „Bewegungen“ gilt doch der Satz: *Wir können unsere Probleme nicht ohne und offenbar nicht allein mit Rationalität lösen.* Wie ist mit diesem Dilemma umzugehen? Verschiedene Wege sind in der letzten Zeit sichtbar geworden. Viele Menschen suchen Auswege aus der Rationalität und den „Ausstieg“ aus bestimmten Bereichen der Technik. Die einen erliegen erneut der Irrationalität, die doch durch die Aufklärung überwunden schien. Sie suchen ihr Heil in der Wiederbelebung alter Mythen, als hätten sie die Lektion des Faschismus vergessen, oder generieren neue Mythen. Manche Menschen bedienen sich sogar uralter magischer Praktiken wie denen des Schamanismus, sie nehmen bewußtseinserweiternde Drogen oder lassen sich auf die unendliche Bilderwelt der Spiele, z.B. dem Wiedergeburtsgedanken, ein.

Philologen und Wissenschaftler suchen die Schädlichkeit der Rationalität durch Intensivierung des rationalen Bemühens zu überwinden. Da wird die Rationalität des Mythos behauptet und in Szene gesetzt, aber gleichsam eine Wurzel der Seele abgeschnitten. Eine biologische Anthropologie erforscht das Super-Hirn des Homo sapiens mit seiner riesigen, zunächst völlig ungenutzten Kapazität und kommt zu der Hypothese, daß die „Enzephalisation“ durch einen Selektionsvorteil zustandekam, den sie den frühen Jägern der Savanne bot. „Menschwerdung“, die „Entwicklung des Geistes“ geschah nach „Zufall und Notwendigkeit“. Psychologen entwickeln neue Theorien des Psychischen, indem sie der Freudschen Ich- und Triebtheorie die Selbst-Theorie und das Konzept des Narzißmus gegenüberstellen als Versuche zur Erklärung gegenwärtig neu auftretender Persönlichkeitsstrukturen. Die Transpersonale Psychologie macht gar die mystische Erfahrung zu ihrem Gegenstand. Sie spricht von einem „kosmischen Bewußtsein“ und „spottet ihrer selbst, sie weiß nicht wie“. Soziologen entwerfen immer schneller neue Hypothesen zur Abbildung immer schneller ablaufender Veränderungen von Gesellschaft. Dem Universalitätsanspruch der Physiker setzen diese Bio- und Sozialwissenschaften den Universalanspruch der Systemtheorie entgegen (s.o.), welche lebende Systeme (Prigogine), Gesellschaftsformen (Luhmann), ja sogar den Geist (Bateson) erfassen sollen. Theorie läuft so hinter den „Abläufen“ her, in einem verzweifelt werdenden Wettlauf mit den „Prozessen“, die wir doch selbst, arme Zauberlehrlinge, soeben erst generierten.

Eine dritte Richtung des Suchens zielt über Rationalität hinaus - auf was? In eine andere Dimension jenseits der vier bekannten, für welche früher das Wort von der Transzendenz galt. Einige Menschen nehmen heute eine neue Welt, ein neues Bewußtsein der Menschen wahr. Unter denen, die wie Sri Aurobindo oder Teilhard de Chardin eine neue Menschheitsepoche heraufziehen sehen, will ich hier Jean Gebser nennen, der in seinem Werk „Ursprung und Gegenwart“ von der Verbreitung eines neuen Bewußtseins in der Gegenwart spricht. Gebser sieht in der Menschheitsgeschichte eine Folge von Mutationen des Bewußtseins. Auf ein *archaisches*, von dem wir kaum Kunde besitzen, folgte ein *magisches*, das u.a. durch Höhlenzeichnungen, ein *mythisches*, das durch Bildnisse, Schmuck, Geräte überliefert ist und ein *mentales*, dessen späte

Erben wir als Angehörige einer wissenschaftlich-technischen Welt sind. Rationalität ist die gegenwärtige Richtschnur dieses mentalen Bewußtseins, sie ist nach Gebser bereits eine defiziente Form dieses Bewußtseins, das einem neuen, einem integralen Bewußtsein Platz zu machen beginnt.

Für dieses neue Bewußtsein fehlen uns die Begriffe. Definitionen, jene Produkte der mental-rationalen Tätigkeit, greifen hier zu kurz. Wie kann man dann aber überhaupt von diesen Entwicklungen sprechen? Gebser umschreibt dieses neue Bewußtsein so: „Alle (vorangegangenen) Strukturen konstituieren uns. Alle Strukturen müssen ihrem konstitutionellen Wert gemäß gelebt werden; keine Struktur darf deshalb negiert werden: Die Negation tritt aber in dem Moment ein, da die eine oder die andere Struktur überbetont wird... Erst wenn magische, mythische, und mentale Struktur integriert sind, können sie, zwar nicht mental erhellt, wohl aber *integral durchsichtig und gegenwärtig* werden, d.h. transparent oder diaphan. Es kann sich nur um eine Bewußtseins*intensivierung* handeln“.

Gebser versuchte, das „Neue“ mittels einer „akategorialen Größe“, die er „Systase“ nannte, zur Sprache zu bringen. Die Systase werde die Systeme „gänzlichen“. Ein neues Ordnungsschema dürfe weder magisch (durch Bezüge), noch mythisch (durch Bild-Relationen), noch mental (durch Gegensatz-Paare) geprägt sein, sondern es müsse von integrierender Art sein, d.h. alle vorangehenden „wahren“ (in deren jeweiligen Bedeutsamkeit bei der Wahrnehmung des ganzen Menschen). Gebser betonte, daß „Systase“ kein Ordnungsschema neben dem des Systems ist. Systase nimmt vielmehr die Wirklichkeit aller vorangegangenen Stufen des Bewußtseins wahr und integriert sie, indem sie das Wandlungsprinzip, das die „Mutationen“ ermöglichte, als Gegenwärtigkeit des Ursprungs (des Menschen) wahrnimmt.

Dunkle Worte gewiß, und dabei geht es um Klarheit und die Forderung nach dem Transparent-Werden des Menschen. „Die Aufgabe, welche die neue Mutation uns stellt“, so Gebser, „ist nur lösbar, wenn wir die rein mentale Raumwelt des systematischen Denkens überwinden...indem wir die Gültigkeit der Systase anerkennen, welche die Wirksamkeit der nichtkategorialen Elemente (Zeit, Qualität, Ursprung) in den Bereich der Wahrnehmbarkeit rückt“. Diese Rede nennt Gebser, um sie von der Philosophie abzuheben, *Eteologie*. „Die Eteologie tritt an die Stelle der Philoso-

phie, so wie einst diese anstelle der Mythen trat. Das griechische „Eteon“ als das Wahrseiende, wird in den Eteologemen zur Aussage, durch die das Wahre „gewahrt“ wird, durch die es also jene Wahrung erfährt, die aus dem Wahrnehmen-Wahrgeben erwächst“. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Sprachformen, nämlich Bilder, Begriffe und Aussagen, mit deren Hilfe das magisch-mythische, das mentale und das integrale Bewußtsein zur Sprache kommen. Diese Weise des Tabellierens ist der mentalen Ebene zuzurechnen. Sich dies klar bewußt vor Augen zu halten und doch nicht für das Ganze der Wahrnehmung zu halten, ist schwierig, aber notwendig, so Gebser.

Der deutsche Jesuit und Zenmeister Hugo Enomiya-Lassalle bezieht sich auf die Gebserschen Aussagen und gibt eine klare Antwort auf die Frage: Wohin geht der Mensch? Er hat heute die Möglichkeit und die Aufgabe, das integrale Bewußtsein zu erreichen. In der Meditation, vor allem in der ungegenständlichen (z.B. in der Zen-Meditation) sieht Enomiya-Lassalle die Möglichkeit eines „Einstiegs“ in das neue Bewußtsein. Mit diesem Bewußtsein verändert sich auch das Qualitätsbewußtsein. Der zum vollen Bewußtsein erwachte Mensch handelt wie bei Lassalle mit einem Tauler-Zitat beschrieben: „*Da weiß der Mensch augenblicklich, was er tun, worum er bitten oder worüber er predigen soll.*“ Dasselbe gilt von einem Menschen, der die höchsten Erfahrungen im Yoga oder im Zen integriert hat. Er wird also in seinen Entscheidungen nicht mehr von irgendwelchen ethischen oder sonstigen Prinzipien geleitet... Gewiß gibt es heute wenige Menschen, die so weit fortgeschritten sind. In Einzelfällen kann das bei jedem Menschen vorkommen“.

Was wird aus der Wissenschaft „Psychologie“ unter dem Versuch, das Neue wahrzunehmen? Eine neue Art, etwas auszusagen, eine neue Art zu forschen sicherlich. Es gibt ja keine Psychologie des Schöpferischen - wir kennen lediglich einige Bedingungen, unter denen ein kreativer Akt eintreten kann. Keine dieser Bedingung ist ausreichend, Kreativität ist nicht machbar. Mit Gebser können wir nun eine Anthro-Logie des „Ursprungs“ weiterentwickeln, die nicht mehr nur die „Rede vom Menschen“ ist: Nämlich den Austausch der Wahrnehmungen, wie sie auf einer gemeinsamen Forschungsreise neuer Art zu machen ist. Einer Reise der inneren Wahrnehmung, auf einem Weg, der alle vorangegangenen Ebenen des Bewußtseins integriert - auch die Rationalität. Elemente der

Form u. Weise Bewußtsein	Realisationsform	Überlieferungsweise	Manifestationsform	Ausdrucksweise (Hilfsmittel)	Wesensform
magisch	Sein	Akt	Bann	Symbiose	Einheit
mythisch	Erleben Bilden	Abbild	Mythos	Symbol Synopsis	Polarität
mental	Handeln Abbilden Darstellen	Philosophem Theorem	Philosophie Theorie	System Synthese	Dualität
integral	Aussagen; wahrnehmen u. -geben; gänzlichen	Eteologem	Eteologie	Systase Synairese	Diaphanie

## Das Integrale Bewußtsein und eine seiner Verkörperungen: Der Bodhisattwa

*Betreten des Marktes mit offenen Händen*

Die Tür seiner Hütte ist verschlossen und selbst der Weiseste kann ihn nicht ausfindig machen. Die Gefilde seines Innern sind tief verborgen. Er geht seinen Weg und folgt nicht den Schritten früherer Weiser. Er kommt mit der Kürbisflasche auf den Markt und kehrt mit seinem Stab in die Hütte zurück. Schankwirte und Fischhändler führt er auf den Weg, ein Buddha zu werden.

*Mit entblößter Brust kommt er barfuß zum Markte.  
Schmutzbedeckt und mit Asche beschmiert,  
lacht er doch breit übers ganze Gesicht.  
Ohne Zuflucht zu mystischen Kräften  
bringt er verdorrte Bäume schnell zum Blühen.*

Eins-Fühlung, des Aufgehoben-Seins in einem Bilde, des Findens einer Deutung, des Zuteil-Werdens einer Transzendenzerfahrung wären auszutauschen und zu integrieren, in Lebensformen des Lernens, von den Übungen des Leibes bis zu denen der Meditation. Von einer solchen Forschungsreise sprach schon Henry David Thoreau, als er eine „Kosmographie des Inneren“ forderte, und heute sagt Christopher Fry:

*Ein Schlaf-Gefangener*

*Das Menschenherz kann über alle Weiten  
bis zu Gott hinaufreichen. Finster und kalt mag es sein,  
aber das ist kein Winter jetzt. Das eingefrorene Elend  
von Jahrhunderten birst, kracht, beginnt sich zu regen.  
Der Donner ist der Donner des treibenden Eises,  
der Schneeschmelze, der Flut, des Emporkömmlings Frühling,  
Gottseidank leben wir in dieser Zeit, wo das Unrecht  
überall sich erhebt, uns zu begegnen  
und nicht mehr zu verlassen, bis wir endlich  
den größten Schritt der Seele tun, den Menschen  
je gewagt haben. Die Dinge haben jetzt Seelenmaß,  
das Unternehmen  
ist eine Forschungsfahrt in das Innere Gottes.  
Was ist Euer Ziel? Es braucht so viel Jahrtausende  
um aufzuwachen.  
Aber wacht auf, um der Barmherzigkeit willen.*

Die Universität, als Institution der Suche nach der wissenschaftlichen Wahrheit, als „Kirche der Vernunft“, wie Pirsig sagte, stand nach Jaspers stets in der Spannung zwischen Religion und Wissenschaft. Heute nimmt diese Spannung eine neue Gestalt an. Es kann

zu einer *Intensivierung* des Bewußtseins, über das mentale hinaus, zu einem Integralen Bewußtsein kommen. Wenn es heute darum gehen muß, nicht nur die Wissenschaften und die Technik zu pflegen, nicht nur der Welt als unseres einzigen Lebensraumes eingedenk zu sein, sondern auch darum uns selber zu wandeln, so kann und wird die Universität davon nicht unberührt bleiben. Eine Rückkehr zur Universitätspredigt in einer Universitätskapelle ist aber ebenso unzureichend wie die Rückkehr in eine Rhetorik als die schöne Rede vom Guten. Weder die Ideologien noch die Systeme haben eine Zukunft, die zum „Ursprung“ in Beziehung steht.

Trotz aller gegenwärtigen Katastrophen, Ängste und Zweifel kann ich diesen Beitrag der „Einblicke“ in die eigene beginnende Forschungsreise auf dem Zen-Weg nicht auf einem Ton der Verzweiflung enden lassen.

Gebser's Aussagen aber tragen eine Qualität mit sich, die nicht einfach Hoffnung oder gar Utopie genannt, damit abgewertet werden konnte. Sie zeigen treulich keine Sicherheit, sondern eine Möglichkeit. Darin hatte Gebser Vorläufer. Ich habe vor wenigen Wochen noch einmal die Hütte am Walden-See besucht, in der H.D. Thoreau zwei Jahre („In der Wildnis“) zubrachte. Ich finde im Schluß seines Buches die notwendige Mahnung. Thoreau spricht vom Morgen eines neuen Tages der Menschheit und sagt: „Dieser Morgen wird nicht durch das bloße Verstreichen der Zeit herbeigeführt. Licht, welches unsere Augen blendet, ist für uns Dunkelheit. Nur jener Tag bricht an, für den wir wach sind“.

## NEUERSCHEINUNG

★  
PSYCHOLOGIE &  
GESELLSCHAFTS  
KRITIK 39/40

ISBN 3-925007-39-3

Ordnung  
psychosozial



## INHALT

## THEMATISCHE BEITRÄGE

Helmut Hildebrandt

Offene Fürsorge und Psychische Hygiene in der Weimarer Republik:  
Die zwei Gesichter eines sozialpsychiatrischen Versuchs

Werner Eberwein

Wenn die Schatten kommen dürften...

Max M. Wambach

Zur Modifikation einiger Typen sozialer Kontrolle

Siegie Piwowar

Aus dem Bauch der Familie

Wilhelm Bossmann

Warenhaus der Gefühle oder der schöne Schein der Humanistischen Psychologie

Ludwig Lugmeier

Der Fall Stipe Roso

## EINZELBEITRÄGE

Wolfgang Wehrstedt

Edward Abramowski und seine Konzeption des Unbewußten

Franz Ziegler-Tanner

Anmerkungen zur Kritik an der Testkritik

## REZENSIONEN

AKTUALITÄTEN/DOKUMENTATION

NACHRUF FÜR HELLMUT LESSING

Eine psychologiekritische Zeitschrift für Psychologen, Pädagogen, Sozialwissenschaftler in Theorie und Praxis.

Einzelheft 9,- DM / Doppelheft 15,- DM / Jahresabonnement 34,- DM / Studenten, Arbeitslose 28,- DM; jeweils zzgl. Porto.

Erhältlich in jeder guten Buchhandlung oder direkt bei der Redaktion der P & G, Bürgerbuschweg 47, D-2900 Oldenburg, Telefon (04 41) 6 41 26.



Werbung ☎ 04 41/77 60 61  
Fotosatz ☎ 04 41/77 60 61  
Druckerei ☎ 04 41/77 60 60

# Officina

Q o A g h e  
i s m f K R  
f y h G H l s  
B a R j r k g p n a R