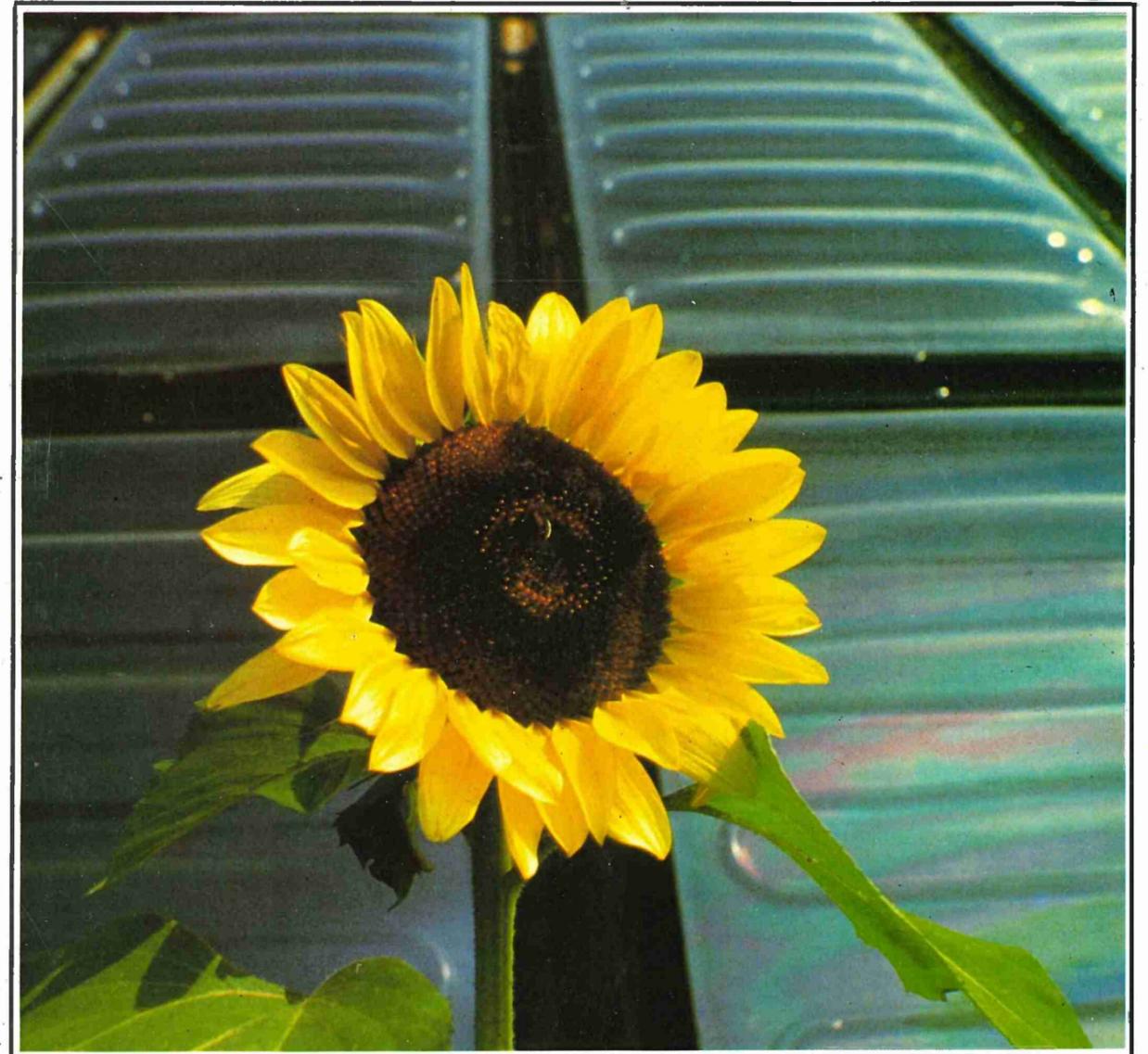


Einblicke

Forschung an der
Universität Oldenburg



Nr.1

Vorwort

Mit einem Forschungsmagazin „Einblicke“, das zunächst zweimal jährlich erscheinen wird, will die Universität Oldenburg eine breitere Öffentlichkeit über Inhalte und Ergebnisse der Forschungstätigkeit ihrer Wissenschaftler informieren.

Mit dieser neuen Form der Information sollen mehrere Ziele verfolgt werden. Zunächst ist sie Teil der Unterrichtung der Öffentlichkeit, zu welcher die Universität nicht nur durch das Niedersächsische Hochschulgesetz aufgefordert ist, sondern die auch zum Selbstverständnis einer öffentlich finanzierten wissenschaftlichen Einrichtung gehört. Diese legt damit ein Stück Rechenschaft darüber ab, wie die ihr zur Verfügung gestellten Mittel eingesetzt worden sind, und sie belegt mit den dargestellten Forschungsergebnissen zugleich die sinnvolle Verwendung dieser Mittel. Dabei kommt es in Zeiten, in denen kurzfristige Lösungen drängender gesellschaftlicher Probleme und die Anwendungsorientierung der Forschung zum vorrangigen Maßstab wissenschaftlichen Erfolges erhoben werden, nicht zuletzt darauf an, durch die Berichterstattung über die Forschung die andere wichtige Aufgabe der Universität wieder stärker bewußt zu machen: Ort zu sein, an welchem unbeeinflusst von tagespolitischen Opportunitäten Grundlagenforschung betrieben und - gerade angesichts der aktuellen Technologiediskussion - nach dem Zusammenhang von Tradition und Wandel in der gesellschaftlichen Entwicklung gefragt wird.

Mit den hier ermöglichten Einblicken in die Forschung der Universität Oldenburg wird darüber hinaus die Absicht verknüpft, die inneruniversitäre Diskussion wie auch das Gespräch zwischen Wissenschaftlern der Universität und außeruniversitären Partnern anzuregen. Ich habe den Eindruck, daß selbst in einer noch relativ überschaubaren Einrichtung wie der Universität Oldenburg das wissenschaftliche Gespräch über die Grenzen des jeweiligen Faches hinaus solcher Impulse bedarf.

Das gilt für das Gespräch etwa zwischen Naturwissenschaftlern einerseits und Geistes-, insbesondere Sozialwissenschaftlern andererseits ebenso wie für den Austausch zwischen Wissenschaft und beruflicher Praxis. Mit dem Forschungsmagazin soll Neugier geweckt und - hoffentlich - Kommunikation über Fach- und Erfahrungsgrenzen hinweg initiiert werden.

Schließlich ist mit der Herausgabe eines solchen Magazins die Erwartung verbunden, daß das wissenschaftliche Profil der Universität nach den Jahren des Aufbaus deutlicher hervortritt. Dieses Profil und damit auch die Bedeutung einer Universität werden von jeher durch das Gewicht und die Qualität von Wissenschaft und Forschung bestimmt. In einer Zeit, in der sowohl die Universitätslandschaft insgesamt als auch die einzelnen Universitäten selbst immer weniger überschaubar werden, kann gerade in einer neugegründeten Universität die gezielte Berichterstattung über die Forschung dazu beitragen, ein sachgemäßes und zugleich aktuelles Bild über deren Entwicklungsstand zu vermitteln.

Einblicke wird neben der Berichterstattung über die Forschung in den verschiedenen Fachdisziplinen bemüht sein, interdisziplinäre Schwerpunkte aufzuzeigen und fächerübergreifende Zusammenarbeit anzuregen.

So enthält das erste Heft von „Einblicke“ unter anderem drei Beiträge zur Entwicklung zukünftiger Energie- und Rohstoffversorgungssysteme, mit denen Oldenburger Wissenschaftler ein Konfliktlösungsmodell erarbeitet haben, das die Probleme des Energie- und Rohstoffhaushalts der Zukunft einzugrenzen hilft.

Auch die weiteren Berichte dieser Ausgabe betonen den praktischen Wert der Forschung in Oldenburg, die sich den grundlegenden wie den aktuellen gesellschaftlichen Erfordernissen zu stellen versucht.

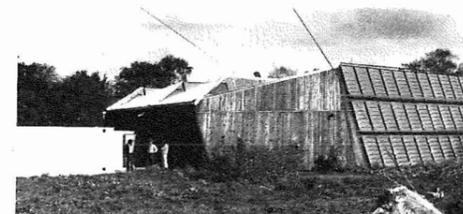
Dr. Horst Zilleßen
Präsident der Universität Oldenburg

Einblicke

Forschung an der Universität Oldenburg

Inhalt

Dorothee Diebel-Langohr/Theo Hengstermann/Rainer Reuter
Laserfernmessverfahren zur Untersuchung von Ölbelastungen des Meeres
Hansjörg Gabler/Joachim Luther
Dezentrale regenerative Energiesysteme
- Zur langfristigen Versorgung mit elektrischer Energie



Dieter Schuller
Chemierohstoffe aus Klärschlämmen
Wolfgang Pfaffenberger
Wirtschaftlichkeit und Beschäftigungseffekte örtlicher Energieversorgungssysteme
Horst Kurt Schminke
Jagd auf Grundwassertiere
- Expeditionsbericht

Bernhard Badura/Harald Lehmann
Rehabilitationsprobleme nach dem ersten Herzinfarkt
- Oldenburger Longitudinalstudie -



4

8

12

14

18

22

24

26

Einblicke

1. Jahrgang, Heft 1, April 1985

Herausgeber: Der Präsident der Universität Oldenburg
Redaktion: Presse- und Informationsstelle, Stefan Bieck (verantwortlich), Gerhard Harms, Ammerländer Heerstraße 67-99, 2900 Oldenburg, Tel.: (0441) 798-6012
Grafik: Klaus Beilstein/Brigitte Westphal
Layout: Uwe Koopmann
Satz: Gisela Rodenberg
Fotos: Wilfried Golletz/Immo Raether
Druck und Anzeigenverwaltung: Littmanndruck, Rosenstraße 42/43, 2900 Oldenburg, Tel.: (0441) 27051.

Titelbild: Warmwasserkollektoren an der Außenwand des Energielabors der Universität Oldenburg

Autoren des Heftes

Prof. Dr. Bernhard Badura, Institut für Soziologie, Projekt Laiensysteme und Rehabilitation
Dorothee Diebel-Langohr, Fachbereich Physik, Projekt Laserfernerkundung
Prof. Dr. Jürgen Dieckert, Fachbereich Sportwissenschaften
Prof. Dr. Joachim Dyck, Fachbereich Kommunikation/Ästhetik, Schwerpunkt: Literaturtheorie und Literaturrezeption
Dipl.-Physiker Dr. Hansjörg Gabler, Fachbereich Physik, Arbeitsgruppe Physik regenerativer Energiequellen
Dipl.-Physiker Theo Hengstermann, Fachbereich Physik, Projekt Laserfernerkundung
Dipl.-Verwaltungswissenschaftler Harald Lehmann, Institut für Soziologie, Projekt Laiensysteme und Rehabilitation
Prof. Dr. Joachim Luther, Fachbereich Physik, Arbeitsgruppe Physik regenerativer Energiequellen
Prof. Dr. Wolfgang Pfaffenberger, Institut für Volkswirtschaftslehre, Arbeitsgruppe Energieplanung (AGEP)
Dr. Rainer Reuter, Fachbereich Physik, Projekt Laserfernerkundung
Prof. Dr. Horst Kurt Schminke, Fachbereich Biologie, Arbeitsgruppe Zoomorphologie
Prof. Dr. Dipl.-Chemiker Dieter Schuller, Fachbereich Chemie, Arbeitsgruppe Ökonomie und Umweltanalytik

Laserfernmessverfahren zur Untersuchung von Ölbelastungen des Meeres

Von D. Diebel-Langohr/T. Hengstermann/R. Reuter

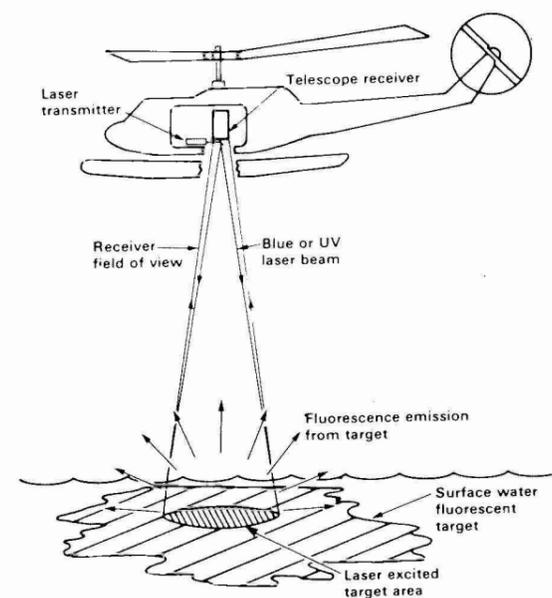
Die Belastung der Meere durch Mineralöl hat in den vergangenen Jahren ein bedrohliches Ausmaß angenommen. Insbesondere im Bereich der Küstengewässer werden extreme Verschmutzungsgrade festgestellt, die zu Befürchtungen über tiefgreifende Auswirkungen auf deren ökologischen Zustand Anlaß geben. So schätzt das Deutsche Hydrographische Institut einen jährlichen Öleintrag von derzeit etwa 150.000 Tonnen für die Deutsche Bucht. Ein von der holländischen Wasser- und Schifffahrtsbehörde Rijkswaterstaat betriebenes Überwachungsflugzeug hat 1983 während routinemäßiger Flüge über dem holländischen Teil der Nordsee etwa 1.500 Ölflecken verschiedener Größe festgestellt.

Bisherige Vermutungen führten diese Ölbelastungen insbesondere auf den Tankerverkehr, die in den vergangenen Jahren intensivierete Ölförderung off-shore sowie industrielle und kommunale Abwässer zurück. Neuere gaschromatographische Untersuchungen, die an Proben durch Öleinwirkung verendeter Seevögel durchgeführt wurden, haben jedoch gezeigt, daß Ölverschmutzungen auf See in der Mehrzahl der Fälle aus Schiffstreibstoff bestehen, der hohe Schiffsverkehr in der südlichen Nordsee demnach als die wesentliche Verschmutzungsquelle verantwortlich zu machen ist. Als Konsequenz dieser Entwicklung wurden Forderungen nach einer umfassenden und effizienten Flugüberwachung der Deutschen Bucht erhoben. Erste Meßflüge sind für 1986 vorgesehen. Mit dem Einsatz eines Flugüberwachungssystems werden zwei Ziele verfolgt, die an die Sensorausstattung hohe Anforderungen stellen. Zum einen sollen die eingesetzten Instrumente im Falle eines statistisch zwar seltenen, in seinen Konsequenzen jedoch meist katastrophalen Tankerunfalls, bei dem größere Ölmengen (100 - 10000 Tonnen) austreten, eine wirkungsvolle Unterstützung von Ölbekämpfungsschiffen gewährleisten. Es sollen insbesondere diejenigen Bereiche eines Ölflecks lokalisierbar sein, wo die Hauptmenge des Öls mit Schichtstärken von typisch einem Millimeter vorliegen. Diese Bereiche umfassen nur etwa zehn Prozent der insgesamt ölbedeckten Wasseroberfläche und lassen sich durch visuelle Beobachtung vom Schiff aus nicht eingrenzen.

Weiterhin soll es möglich sein, Ölflecken nach un-erlaubten Einleitungen über größere Distanzen hinweg aufzufinden. In anschließenden Untersuchungen soll die Ölmenge über die insgesamt ölbedeckte Fläche und die jeweilige Filmdicke gemessen und der vorliegende Öltyp bestimmt werden. Die an eine Vermessung der Ölmenge gestellten Anforderungen werden deutlich, wenn man berücksichtigt, daß etwa eine Einleitung von 100 Liter Öl je Seemeile durch ein fahrendes Schiff eine ca. 50 m breite Ölfahne mit einer Filmdicke von wenigen Mikrometern ergibt. Diese Menge würde die nach dem internationalen MARPOL-Abkommen festgelegten Höchstgrenzen zulässiger Einleitungen bereits überschreiten. Die Bestimmung des Öltyps soll einen Hinweis auf den Verursacher ermöglichen, gleichzeitig aber auch den Umfang der ökologischen Gefährdung festlegen und Kriterien für eine Auswahl geeigneter Ölbekämpfungsmittel liefern.

Diese Bandbreite an Aufgaben, d.h. das Auffinden von Öl über größere Distanzen, die Filmdickenmessung in Mikrometer- bis

Prinzip des oceanographischen Lidar



Millimeterbereich und die Identifizierung des Öltyps, läßt sich nicht durch ein Meßsystem allein, sondern nur durch eine Kombination mehrerer Sensoren unter Ausnutzung verschiedener physikalischer Effekte erfüllen.

Die Detektion von Öl auf der Wasseroberfläche über große Distanzen kann in physikalischem und technischem Sinne als gelöst betrachtet werden. Hierzu dient das Seitensicht-Radar, das über Entfernungen bis etwa 20 km die Rückstreuung eines Radarstrahls, hervorgerufen durch Wellen an der Wasseroberfläche, abtastet. Ein Ölfilm führt zu einer empfindlichen Dämpfung insbesondere kurzer Schwere- und Kapillarwellen, wobei die charakteristische Rückstreuung ausbleibt. Dieses Meßverfahren ist insbesondere auch bei schlechten Wetterbedingungen und Sichtverhältnissen funktionsfähig.

Eine Vermessung von Ölmengen kann mit dem abbildenden Mikrowellen-Radiometer durchgeführt werden. Dieses zur Zeit in der Erprobung befindliche Meßverfahren erlaubt eine quantitative Bestimmung von Ölfilmstärken im Bereich von 0,2 bis etwa 5 nm. Hierbei wird die durch Öl hervorgerufene Änderung der spezifischen Ausstrahlung der Meeresoberfläche (Temperaturstrahlung) im Frequenzbereich zwischen 10 und 100 GHz des elektromagnetischen Spektrums ausgenutzt. Das Mikrowellen-Radiometer kann daher vorteilhaft bei größeren Ölunfällen zur Führung von Ölbekämpfungsschiffen eingesetzt werden. Eine Analyse des vorliegenden Öltyps sowie die Vermessung dünner Ölfilme im Mikrometer-

bereich ist durch das Laser-Fernmeßverfahren oder Lidar (Light Detection and Ranging) möglich. Ein Laserlichtimpuls erzeugt bei diesem Meßverfahren ein charakteristisches Signal im Wasser bzw. in einem Ölfilm, das mit einem Teleskop empfangen und analysiert wird.

Optische Eigenschaften von Mineralöl

Den wesentlichen Ausgangspunkt für den Nachweis von Ölverschmutzungen auf See mit Lidar bilden die spektroskopischen Eigenschaften von Öl. Rohöl und auch das in der Schifffahrt genutzte schwere Treibstofföl besteht aus einem Gemisch unterschiedlichster und aus chemischer Sicht im einzelnen nur schwer bestimmbarer Kohlenwasserstoffe. Wie die meisten komplexeren organischen Verbindungen besitzen diese Öle die Eigenschaft zu fluoreszieren, wenn sie mit Licht bestrahlt werden und dieses absorbieren. Das ausgesandte Fluoreszenzlicht ist gegenüber dem Anregungslicht zu größeren Wellenlängen hin verschoben. Aus einer Analyse der spektralen Intensitätsverteilung der Fluoreszenz lassen sich Informationen über den Öltyp und die Dicke des Ölfilms gewinnen.

Abbildung 2 zeigt das Fluoreszenzverhalten einiger Öle, die auf See transportiert werden und daher Ursache von Ölverschmutzungen sein können, im sichtbaren Spektralbereich bei einer Anregung der Fluoreszenz mit einem im nahen Ultraviolett emittierenden Laser. Die dargestellten Spektren lassen erkennen, daß Öle verschiedener Herkunft mit unterschiedlicher Intensität und spektraler Verteilung fluoreszieren. Leichte Öle wie etwa das in der Nordsee geförderte Statfjord-Rohöl besitzen eine hohe Fluoreszenzintensität mit Maximalwerten im blauen Spektralbereich, verglichen mit schweren Ölsorten, deren Emissionsmaximum zu grünen Wellenlängen hin verschoben ist. Die Vermessung solcher Spektren vom Flugzeug aus erlaubt demnach eine Bestimmung des Öltyps im Sinne einer Eingrenzung seiner Herkunft.

Als zweite für die Fernmessung von Ölverschmutzungen mit Lidar wesentliche Eigenschaft von Ölen ist ihr starkes Lichtabsorptionsverhalten zu nennen. Dieses ist wie die Fluoreszenz vom jeweiligen Öltyp abhängig, jedoch immer so hoch, daß der Lichtstrahl auch eines sehr intensiven Lasers bereits nach Durchlaufen sehr dünner Ölschichten von etwa 0,1 Millimeter Dicke praktisch vollständig absorbiert ist. Als Konsequenz ist auch die Erzeugung von

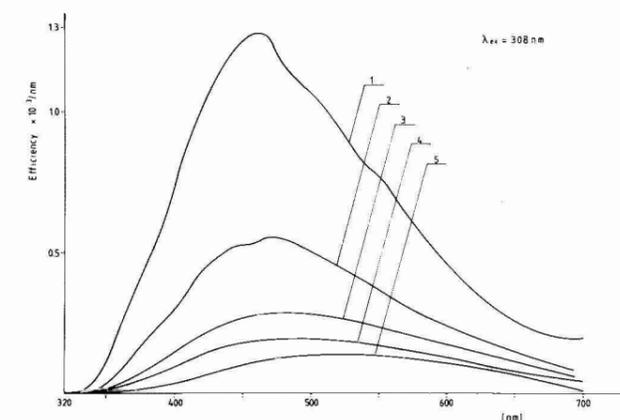


Abb. 2: Fluoreszenzspektrum von (1) Statfjord-Rohöl, (2) leichtes, (3) mittelschweres, (4) schweres arabisches Rohöl, (5) schweres Treibstofföl. Anregungswellenlänge 308 nm

Fluoreszenzlicht auf Schichten dieser Größenordnung beschränkt. Mit wachsender Dicke eines Ölfilms nimmt die beobachtete Intensität der Fluoreszenz zunächst stark zu und erreicht wegen der Absorption des Laserstrahls schließlich bei größeren Filmstärken einen konstanten Wert, wie in Abb. 3 für das Statfjord-Rohöl dargestellt. Die Vermessung der Fluoreszenzintensität bietet daher die Möglichkeit der Dickenbestimmung dünner Ölfilme.

Die Anwendung der hier angedeuteten Methoden der Laserspektroskopie zur Untersuchung mariner Ölverschmutzungen mittels Lidar erlaubt demnach einen Nachweis des Öltyps und die empfindliche Vermessung sehr dünner Ölfilme, wie sie typisch innerhalb von Ölflecken auf dem Meer vorgefunden werden. In der Praxis setzt dies eine detaillierte Kenntnis der optischen Eigenschaften der in Frage kommenden Öle und auch deren Veränderung durch Witterungseinflüsse voraus. Entsprechende Untersuchungen werden derzeit systematisch in Laboruntersuchungen durchgeführt. Darüber hinaus muß berücksichtigt werden, welche weiteren Signale, die nicht auf Öl zurückzuführen sind, bei Befliegungen über dem Meer erhalten werden. Solche Signale werden durch natürlich vorkommende organische Beimengungen im Meerwasser, aber auch durch Wassermoleküle selbst hervorgerufen. Insbesondere letztere erweisen sich ergänzend zu Messungen der bisher beschriebenen Ölfluoreszenz als sehr hilfreich für eine Bestimmung des Umfangs einer Ölverschmutzung.

Optische Wechselwirkungen von Laserlicht mit Meerwasser

Abb. 4 zeigt ein Spektrum, das durch die Laboranalyse einer Meerwasserprobe der Deutschen Bucht erhalten wurde und ebenso auch bei Befliegungen mit Lidar über dem Meer beobachtet wird, sofern die Wasseroberfläche nicht durch Öl verschmutzt ist. Zur Anregung wurde wie in Abb. 2 und 3 ein im nahen Ultraviolett emittierender Laser benutzt.

Als Ergebnis der Wechselwirkung des Laserstrahls mit der Wasseroberfläche werden im Spektrum verschiedene Strukturen registriert, die auf Rayleigh- und Raman-Streuung an den Wassermolekülen sowie auf die Fluoreszenz des sogenannten Gelbstoffs zurückzuführen

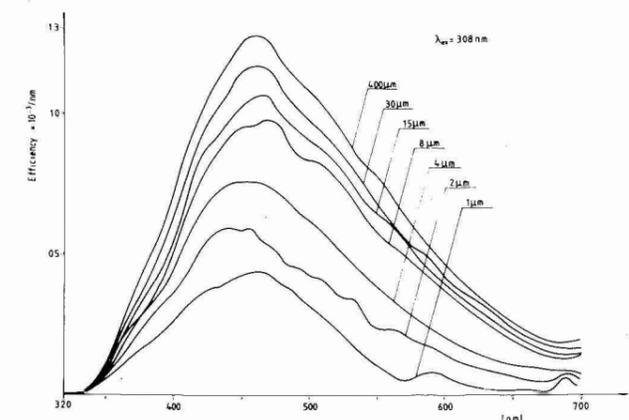


Abb. 3: Fluoreszenzspektrum von Statfjord-Rohöl in Abhängigkeit von der Filmdicke. Anregungswellenlänge 308 nm

ren sind. Diese Strukturen sind in Abb. 4 im einzelnen gekennzeichnet. Der Begriff Gelbstoff bezeichnet eine Klasse organischer Makromoleküle, die beim Zerfall von Pflanzen entstehen und durch Flüsse in das Meer verfrachtet werden. Ihre Fluoreszenz erstreckt sich über den ganzen sichtbaren Spektralbereich und steht somit in Konkurrenz zu derjenigen einer möglichen Ölverschmutzung. Ergänzend sei hier bemerkt, daß Gelbstoff wegen seiner gut nachweisbaren Fluoreszenz und seiner chemischen Stabilität als natürlicher Indikator für die Untersuchung von Strömungs- und Vermischungsprozessen mit Lidar im Küstenbereich, wo die Gelbstoffkonzentration im allgemeinen hoch ist, genutzt werden kann.

Für die Lidar-Fernmessung von Ölverschmutzungen ist die Raman-Streuung des Wassers von besonderer Bedeutung. Ohne auf den physikalischen Mechanismus des Raman-Effekts hier näher einzugehen, läßt sich sagen, daß die Intensität dieses Streulichts von der Zahl der vom Laserstrahl erfaßten Wassermoleküle und damit von der Eindringtiefe des Laserstrahls in die Wassersäule abhängt. Diese hängt letztlich von der Trübung des Meerwassers ab, womit ein weiterer Anwendungsbereich des Lidar für ozeanographische Forschungen angesprochen ist. Bei Vorliegen eines Ölfilms auf der Wasseroberfläche wird wegen der starken Lichtabsorption des Öls die Raman-Streuung der Wassersäule in ihrer Intensität drastisch reduziert. Da das Ausmaß der Reduktion von der Ölfilmstärke abhängt, führt dies neben der Messung der Ölfluoreszenz zu einer weiteren sehr empfindlichen Meßmethode für eine Bestimmung der Filmdicke. Abb. 5 zeigt dies als Ergebnis einer in einem Laborversuch durchgeführten Meßreihe.

Ergebnisse von Lidarmessungen über Ölflecken

Im Oktober 1983 wurden im Rahmen eines von der EG-Kommission initiierten Experiments erstmals Flugexperimente mit dem an der Universität Oldenburg entwickelten Lidar-System über Ölflecken durchgeführt. Gleichzeitig wurden von anderen Institutionen auch Seitensichtdargeräte und Mikrowellen-Radiometer eingesetzt, um einen Vergleich von Meßdaten verschiede-

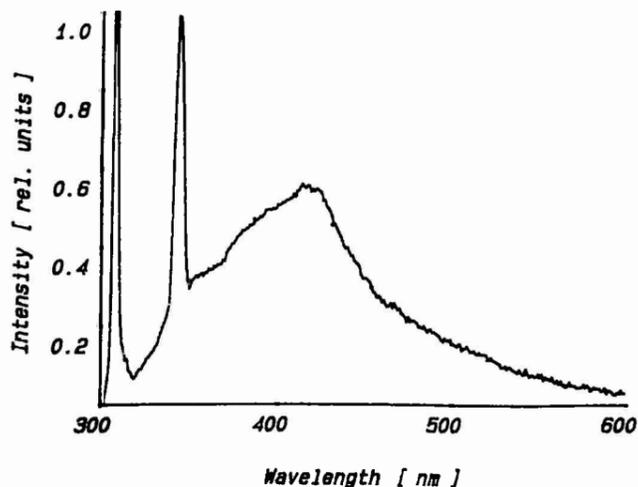


Abb. 4: Spektrum einer Wasserprobe der Deutschen Bucht. Anregungswellenlänge 308 nm. Die Maxima bei 308 und 344 nm werden durch Rayleigh- und Raman-Streuung des Wassers hervorgerufen; Gelbstoff erzeugt ein breites Fluoreszenzband mit einem Maximum bei 420 nm

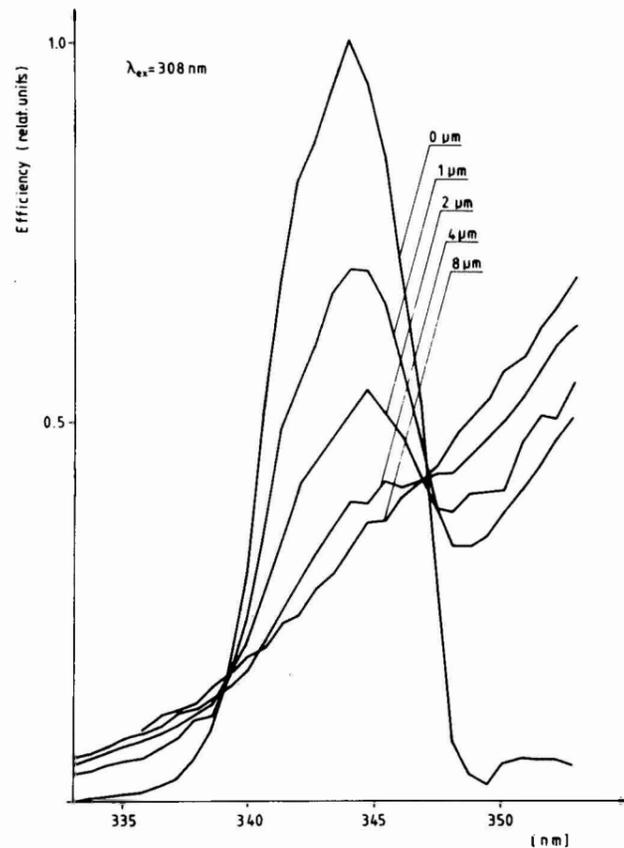


Abb. 5: Fluoreszenzspektrum von Stafford-Rohöl in Abhängigkeit von der Filmdicke in der Umgebung der Wellenlänge der Raman-Streuung des Wassers bei 344 nm. Anregungswellenlänge 308 nm

ner Fernerkundungssysteme zu ermöglichen. Für dieses Experiment wurden vor der holländischen Küste unter Verwendung schweren Schiffstreibstoffs zwei Ölflecken produziert, die nach Abschluß der Messungen durch Ölauffangschiffe wieder eingebracht wurden.

Die in diesem Experiment erhaltenen Ergebnisse zeigen, daß die an das Lidar-Verfahren gestellten Erwartungen bei Befliegungen unter für den praktischen Einsatz realistischen Bedingungen bestätigt werden. Als Beispiel sind die während einer Messung über einem Ölflecke gewonnenen Daten in Abb. 6 wiedergegeben. Dargestellt sind die bei Wellenlängen von 344, 380, 500 und 650 nm registrierten Intensitäten, angeregt durch einen wie in den vorherigen Abbildungen im Ultraviolett bei 308 nm emittierenden Laser.

Die Größe des Ölflecks wird im Meßkanal der Raman-Streuung des Wassers bei 344 nm, obere Kurve der Abb. 6, deutlich. Die ölfreie Wasseroberfläche zeichnet sich durch eine etwa konstante Intensität der Raman-Streuung aus. Über Öl wird diese drastisch reduziert. Die Theorie des Lidar-Verfahrens liefert für das Verhältnis der Intensitäten über ölfreiem Wasser P_w und ölbedeckter Oberfläche P_o den Ausdruck

$$P_w/P_o = \exp(-c_o d)$$

wobei c_o die Summe der Lichtabsorptionskoeffizienten des Öls bei der Anregungs- und Detektionswellenlänge und d die Ölfilmstärke darstellt. Setzt man für c_o Werte ein, wie sie in Laborexperimenten

erhalten wurden, so ergeben sich Filmdicken zwischen 0,1 und 5 Mikrometern in den Bereichen des Ölflecks, wo eine noch meßbare Intensität der Raman-Streuung registriert wird. Innerhalb der räumlich begrenzten Bereiche, wo die Raman-Streuung des Wassers verschwindet, ist die Ölschicht wesentlich dicker und der Empfindlichkeitsbereich des Lidar-Verfahrens überschritten.

Die Meßkanäle bei 380, 500 und 650 nm registrieren außerhalb des Ölflecks die Fluoreszenz von Gelbstoff. Über dem Ölfleck wird diese - in Abhängigkeit von der Dicke des Ölfilms und dem Öltyp durch Fluoreszenzbeiträge des Öls überlagert. Eine genauere Analyse etwa des Meßkanals bei 500 nm zeigt, daß sich das vor der Einleitung zunächst homogene Öl unter dem Einfluß von Wind, Wellen und Alterungsprozessen in mehrere Ölfraktionen mit ganz verschiedenen Eigenschaften zerlegt hat. Es werden Bereiche registriert, in denen bezogen auf die Fluoreszenz des Gelbstoffs außerhalb des Flecks sowohl eine Erhöhung als auch eine Erniedrigung der Fluoreszenz vorliegt. Die Theorie beschreibt die Signaländerung beim Übergang von einer ölfreien zu einer ölbedeckten Wasseroberfläche durch

$$\Delta P = P_w - P_o \sim \left(\frac{M_w}{C_w} - \frac{M_o}{C_o} \right) \cdot (1 - \exp(-c_o \cdot d))$$

wobei M_w und M_o die Fluoreszenzausbeuten des Gelbstoffs bzw. des Öls darstellen. Da der Ausdruck in der zweiten Klammer stets positive Werte einnimmt, wird das Vorzeichen der Signaländerung ΔP durch die Differenz der Fluoreszenzausbeuten des Gelbstoffs und des Öls bestimmt. Die hier beobachteten Signale lassen sich demnach nur durch das Vorliegen verschiedener Ölfraktionen deuten. Diese können aus den unterschiedlichen Fluoreszenzintensitäten aller Meßkanäle abgeleitet werden.

Zukünftige Arbeiten

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, daß das Lidar ein geeignetes Meßverfahren für die Untersuchung mariner Ölverschmutzungen darstellt. Eine Weiterentwicklung zu einem für routinemäßig durchzuführende Überwachungsflüge einsetzbaren Sensor setzt eine genaue Kenntnis der optischen Eigenschaften verschiedener Mineralöle und ihrer Veränderungen durch Umwelteinflüsse auf See voraus. Entsprechende Arbeiten wurden bereits aufgenommen und sollen zu einem umfassenden Signaturkatalog für eine rasche Dateninterpretation von Lidar-Signalen führen. Gleichzeitig ist die Theorie des Lidar-Verfahrens weiterzuentwickeln. Dies betrifft insbesondere auch die Möglichkeiten einer quantitativen Bestimmung von Ölmengen, die in der Wassersäule driften, wie es beispielsweise nach Ölunfällen oder auch unerlaubten Einleitungen beobachtet wurde. Hierfür sind neue Algorithmen zur Dateninterpretation abzuleiten.

Als Ergebnis dieser Arbeiten und der parallel durchzuführenden technologischen Weiterentwicklung des Meßverfahrens soll in einen Zeitraum von zwei bis drei Jahren ein speziell für die Ölfernerkundung konzipiertes Lidar-Meßsystem den Wasser- und Schiffsverkehrsbehörden zur Verfügung stehen.

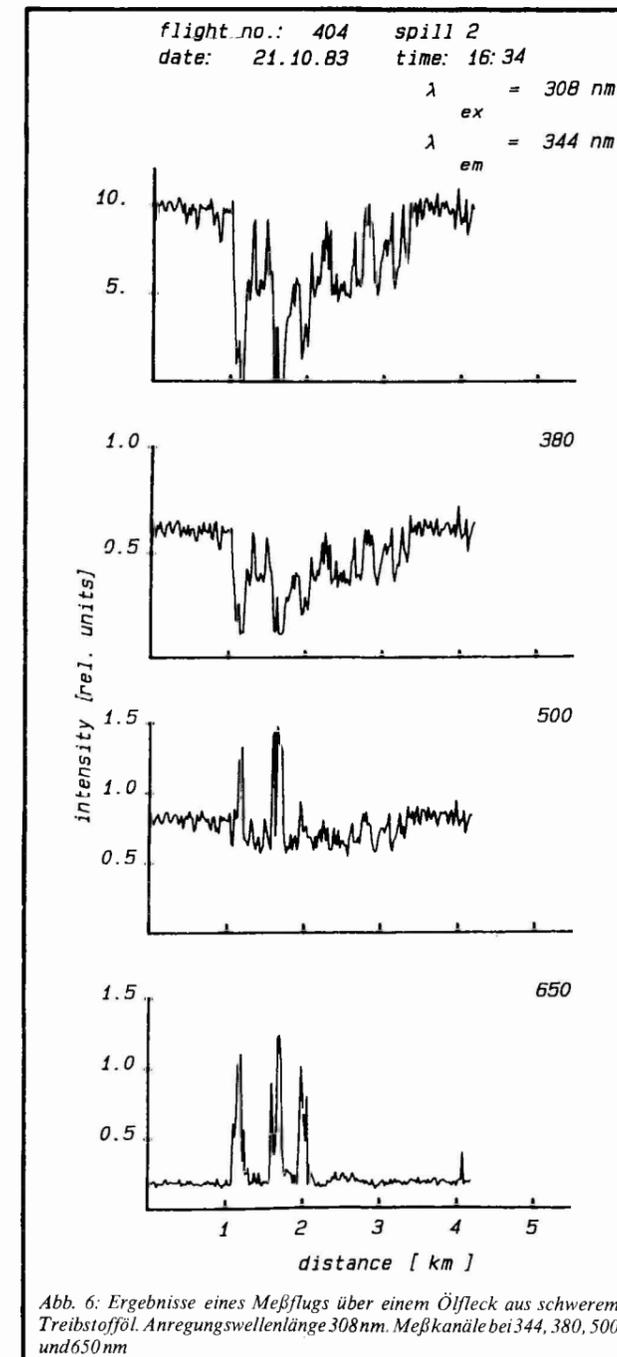
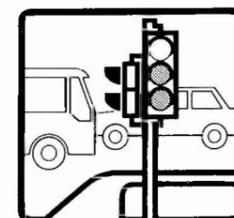


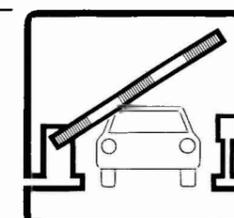
Abb. 6: Ergebnisse eines Meßflugs über einem Ölfleck aus schwerem Treibstofföl. Anregungswellenlänge 308 nm. Meßkanäle bei 344, 380, 500 und 650 nm



Verkehrs-Signalanlagen
für Straßenkreuzungen
Werkseinfahrten
Garagen - Parkplätze

Kurt Jähniq · 2900 Oldenburg 13 · Bremer Straße 59 · Telefon (04 41) 2 51 74

Jähniq



Dezentrale regenerative Energiesysteme - Zur langfristigen Versorgung mit elektrischer Energie

Von Hansjörg Gabler / Joachim Luther



Energieversorgungssysteme beruhen heute im wesentlichen auf erschöpfbaren Energiequellen wie Öl, Kohle, Erdgas und Uran. Die Verfügbarkeit dieser Ressourcen wird aber in wachsendem Maße durch die Erschöpfung der Quellen und durch negative ökologische Folgen dieser Art von Primärenergiebereitstellung eingeschränkt. Der begrenzte Zeithorizont für diese konventionelle Art, Energieversorgungssysteme zu realisieren, wird zusätzlich durch global steigenden Energiebedarf eingeengt.

Praktisch alle Studien zu diesem Problemkreis kommen zu dem Schluß, daß Öl, Gas, Uran (ohne Bruttechnik) im Laufe des nächsten Jahrhunderts nur in ständig abnehmendem Maße eine Rolle in der globalen Energieversorgung übernehmen können; auch Kohle dürfte wegen ihrer schon heute weitgehend kritisch beurteilten Umweltverträglichkeit keine langfristige Gewähr dafür bieten, die gewohnte Art der Energiebereitstellung beibehalten zu können.

Das Ziel einer in die Zukunft blickenden Energiepolitik muß es folglich sein, mit einem Teil der heute noch in begrenztem Umfang zur Verfügung stehenden fossilen Ressourcen ein „beständiges Energieversorgungssystem“ aufzubauen; „beständig“ soll in diesem Zusammenhang bedeuten, daß diese Systeme eine dauernde Energieversorgung sicherstellen, ohne auf fossilen (inklusive Uran) d.h. erschöpfbaren Energiequellen zu basieren.

Die Nutzung lokaler regenerativer Energiequellen kann prinzipiell einen wesentlichen Beitrag zu einer beständigen Energieversor-

gung liefern; dies gilt in verstärktem Maße für Klimaregionen mit hohem Windenergie- bzw. Strahlungsaufkommen.

Eine theoretische und experimentelle Analyse derartiger Energiesysteme als Option für die Zukunft ist bereits heute möglich, da Verfahren zur Bereitstellung von elektrischer Energie, Prozeßwärme und Heizenergie aus regenerativen Quellen seit einiger Zeit zur Verfügung stehen.

Für Kleinverbraucher, die unter hohem Aufwand an bestehende Netze angeschlossen werden müssen, kann eine Versorgung aus regenerativen Quellen darüber hinaus schon heute ökonomisch vorteilhaft sein.

In der Arbeitsgruppe „Physik regenerativer Energiequellen“ werden aus diesen Gründen dezentrale regenerative Energieversorgungssysteme praktisch und theoretisch untersucht.

Modellierung und Simulation regenerativer Energieversorgungssysteme

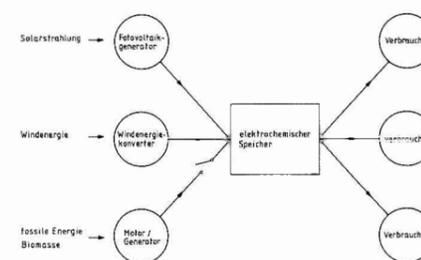
Das Verhalten technischer Systeme aus Konvertern für regenerative Primärenergie und Energiespeichern kann mit Rechenmodellen untersucht und standortabhängig optimiert werden. Zu diesem

Regenerative Energiesysteme

Regenerative Energiesysteme basieren auf der an menschlichen Zeitmaßstäben gemessenen unerschöpflichen Energiequelle Solarstrahlung und daraus abgeleiteten Energieformen wie: Windenergie, Wasserkraft, Biomasse.

Die Nutzung dieser Primärenergiequellen impliziert in der Regel technische Vorkehrungen für eine zeitliche Anpassung zwischen Angebot und Verbrauch (Speichersysteme). Der Aufwand für die Energiespeicherung reduziert sich, wenn regenerative Primärenergien unterschiedlichen zeitlichen Verhaltens gemeinsam in einem System genutzt werden.

Ein einfaches für eine dezentrale Energieversorgung einsetzbares System bekommt damit folgende Struktur:



Zweck werden experimentell abgesicherte mathematische Modelle der einzelnen Systemkomponenten erstellt und diese zu einem Systemsimulationsprogramm verbunden. Ausgehend von zeitlich aufgelösten Informationen über Energieangebot (meteorologische Daten) und Verbrauch können dann mit diesen Programmen die Energieflüsse im nachgebildeten System berechnet, Speicherinhalte bilanziert und Betriebszustände analysiert werden.

Für das Experimentieren mit Modellen anstelle des Experimentierens mit realisierten Systemen sprechen in erster Linie drei Gründe:

- Der wesentlich geringere finanzielle Aufwand
- Der geringere zeitliche Aufwand (die Untersuchung eines Energiesystems über eine vollständige Klimaperiode läßt sich auf einem Großrechner in wenigen Minuten durchführen)
- Die Möglichkeit der Untersuchung verschiedener Auslegung eines Systems unter reproduzierbaren Randbedingungen

Experimentelle Untersuchungen

An der Universität Oldenburg wird seit Mitte 1982 ein Laborgebäude (250 qm Nutzfläche) betrieben, das netzunabhängig seinen Energiebedarf - Wärme und Elektrizität - im wesentlichen aus regenerativen Quellen deckt. Neben seiner Aufgabe als Demonstrationsanlage und in der praktischen Ausbildung naturwissenschaftlicher Studenten hat die Versuchsanlage folgende Funktionen bei der Analyse lokaler Energiesysteme:

- Liefern von Meßdaten zur Entwicklung von Rechenmodellen für die Komponenten eines regenerativen Energiesystems
- Gewinnen von Informationen über das Zusammenwirken von Windenergiekonvertern, Solarenergiekonvertern und elektrochemischen Speichern in einem Energieverbund; Sammeln von Betriebserfahrung
- Abstützen von Simulationsmodellen durch realistische Messungen.

Optimierungskriterien für die Auslegung regenerativer Systeme

Ein wichtiges Ziel von Simulationsrechnungen ist die optimierte Auslegung von Systemen; hierfür müssen für jeden durch das Angebot an regenerativer Primärenergie charakterisierten Standort und für jede Verbrauchsstruktur mögliche Energiesysteme unter Beachtung des Verhältnisses von Aufwand zu Nutzen analysiert werden.

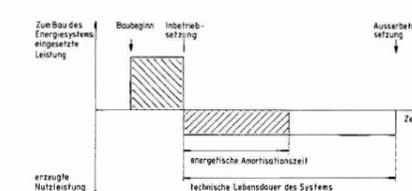
Als Optimierungskriterien können zum Beispiel die notwendigen Investitions- und Betriebskosten herangezogen werden. Eine grundsätzlichere Fragestellung ergibt sich aus der Untersuchung der Energieamortisationszeiten: Wie groß müssen die Energiespeicher, die Konverter für Windenergie und für Solarenergie gewählt werden, damit der Verbrauch gedeckt und die Energie, die zum Bau der Speicher und Konverter vorab investiert werden muß, in möglichst kurzer Zeit durch das Energiesystem wieder eingebracht wird?

Beispiel für eine Optimierungsrechnung am Standort Oldenburg

In einem Rechenprogramm wurde das System „EnergieLabor“ nachgebildet und durch umfangreiche Simulationsrechnungen die durch minimale Energieamortisationszeit - berechnet unter Zugrundelegung heute verfügbarer Technologien - charakterisierte Systemkonfiguration festgestellt. Die Rechnungen ergaben z.B. für den Standort Oldenburg (typisch für etwa 25 Prozent der Fläche der Bundesrepublik) das folgende generelle Ergebnis:

- Etwa 15 Prozent der benötigten Leistung sollte über einen Motor - Generator aus konventionellen Energien (z.B. Propan) gedeckt werden.

Energieamortisationszeit



Der Aufbau eines Energieversorgungssystems ist nur dann energiewirtschaftlich vertretbar, wenn zu seiner Konstruktion und zu seinem Betrieb nicht mehr an anderer Stelle erzeugte Nutzenergie verbraucht wird als das System während seiner technischen Lebensdauer zu liefern in der Lage ist. Definiert man als energetische Amortisationszeit diejenige Zeit über die eine Energieanlage in Betrieb sein muß, um ebensoviel Nutzenergie zu liefern wie für die Erstellung und den Betrieb der Anlage aufgewendet wurde, so ist diese Größe ein Maß für das Verhältnis von energetischem Aufwand zu energetischem Nutzen einer Anlage. Nur dann, wenn die Energieamortisationszeit der regenerativen Energieversorgungssysteme deutlich unter der technischen Lebensdauer liegt, läßt sich mit solchen Verfahren eine beständige Energieversorgung realisieren.

Die Energieamortisationszeit ist eine standortabhängige Größe, da die von regenerativen Energiekonvertern erzeugte Energie von meteorologischen Parametern abhängig ist.

- Windenergie und Solarenergie sollten zu etwa gleichen Anteilen einen Beitrag zum Bedarf leisten.
- Der Batteriespeicher sollte den Bedarf über etwa 24 Stunden alleine decken können.

Bei dieser Auslegung wird die Erzeugung von Nutzenergie aus regenerativen Primärenergiequellen nach etwa zehn Jahren sowohl die zum Bau der Systeme notwendigen Energieinvestitionen als auch den konventionellen Treibstoff für den Betrieb über die gesamte Lebensdauer des Systems (20 Jahre) aufwiegen. Die Rechnungen wurden unter konservativen Annahmen über die Energieinvestition und für einen Standort mit recht bescheidenem Wind- und Strahlungsangebot durchgeführt; bei einer bewußten Auslegung der Einzeltechnologien unter Energieamortisationsge-

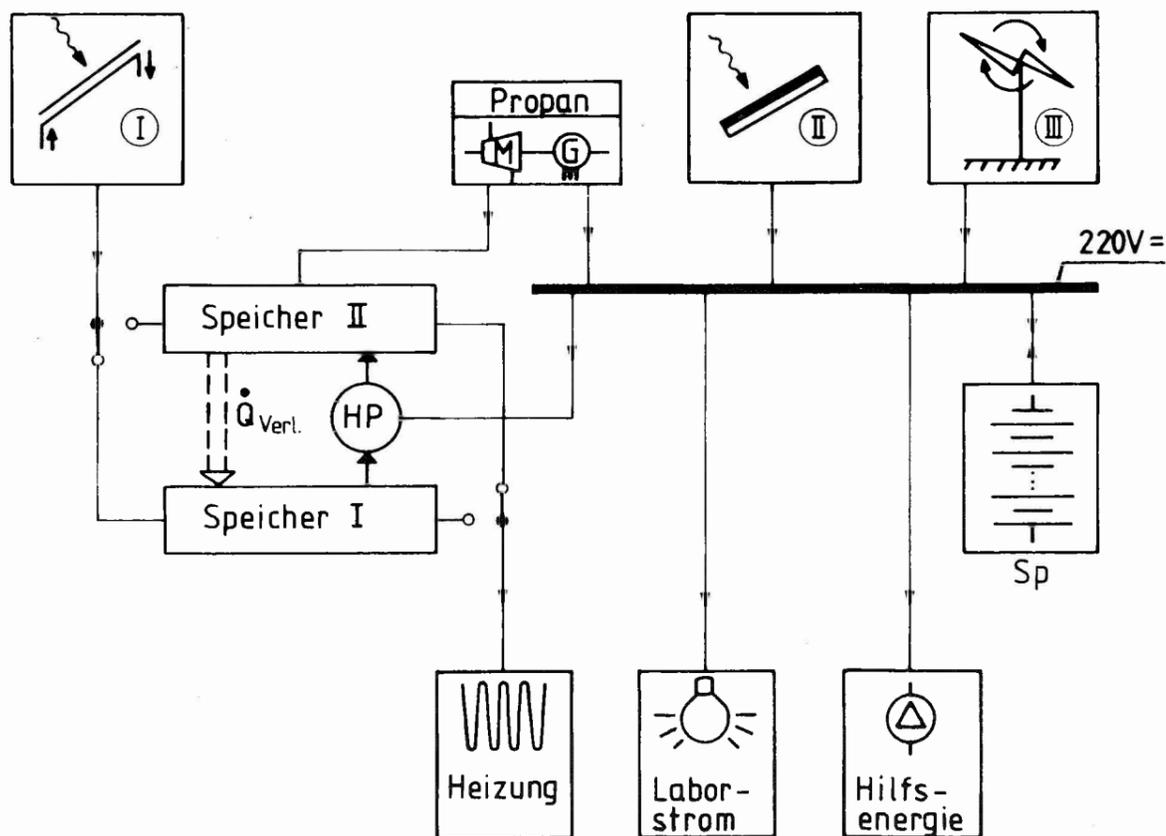
sichtspunkten ist mit einer deutlichen Reduktion dieser charakteristischen Zeit zu rechnen.

Jede nach Ablauf der Energieamortisationszeit erzeugte Kilowattstunde ist ein Nettoenergiegewinn für die Energiewirtschaft. Ein Teil dieses Gewinnes könnte zum Beispiel dafür eingesetzt werden, neue regenerative Energiesysteme aufzubauen, ohne die übrige Energiewirtschaft zu belasten (Solarbrütersystem).

Weitere lohnende Fragestellungen:

- Wie sehen optimale Strukturen regenerativer Energiesysteme unter anderen Klimabedingungen (etwa dem hohen Strahlungsangebot in den niedrigen Breiten dieser Erde) aus?

Energielabor Oldenburg



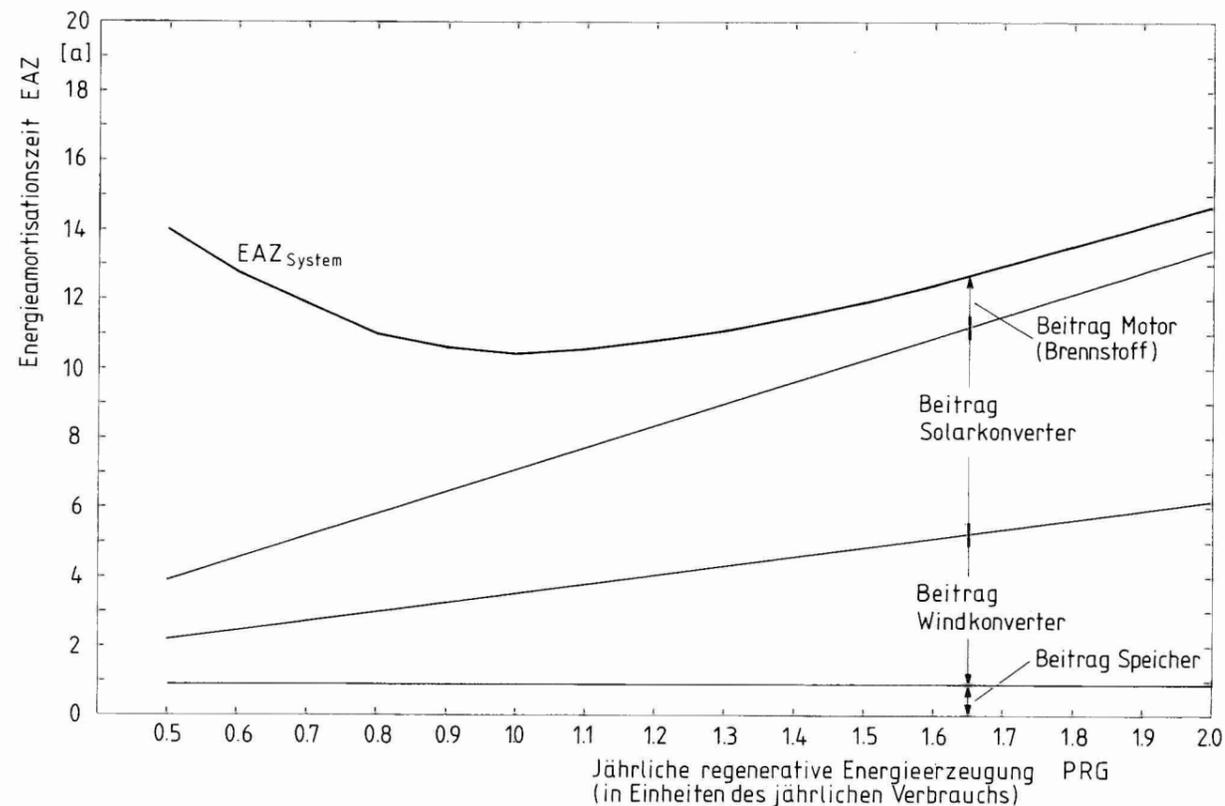
Das Energiesystem des Energielabors ist ein Inselssystem, d.h. das Labor ist nicht mit öffentlichen Energieversorgungsnetzen verbunden. Der Energiebedarf an Wärme (Heizung) und Elektrizität (Laborstrom, Beleuchtung, Lüftungsventilatoren etc.) wird im wesentlichen über Konverter regenerativer Energieflüsse gedeckt:

Wärme: Flachkollektoren (I)
 Elektrizität: Windenergiekonverter (II)
 Fotovoltaikgenerator III (Siliciumzellen)
 In Zeiten lang anhaltenden geringen Angebots an Sonnen- und Windenergie übernimmt ein mit fossilem Brennstoff betriebener Motor/Ge-

nerator die Versorgung mit elektrischer Energie (ca. 20 Prozent); die Abwärme des Motors wird dem Heizungssystem zugeführt.

Die Wärmespeicherung erfolgt in Wassertanks, die über Wärmepumpen (HP) miteinander verbunden sind; elektrische Energie wird in einem Bleiakкумулятор (Sp) gespeichert.

Technische Daten des elektrischen Systems
 Windenergiekonverter 3,5 kW bei 7,8 m/s
 Fotovoltaikgenerator 6,7 kW (ab 1985) bei 1000 W/qm
 Motor/Generator 10 kW
 mittlerer Verbrauch 1,25 kW
 Speicher 180 kWh



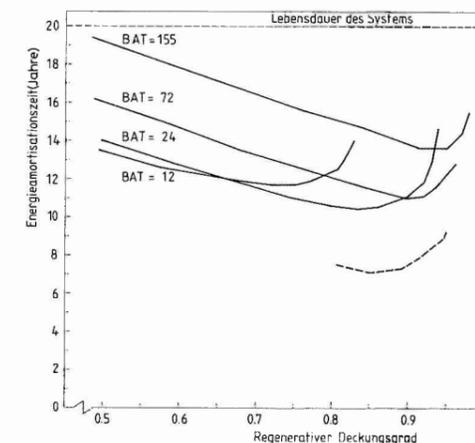
Die Beiträge der Energiekonverter und des Speichers addieren sich zur Energieamortisationszeit (EAZ) des Gesamtsystems. Mit wachsender regenerativer Jahreserzeugung sinkt der Bedarf an fossilem Brennstoff für den Motor; die Energieinvestitionen für die regenerativen Konverter steigen. Die Ener-

gieamortisationszeit weist ein deutliches Minimum für Systemauslegungen mit einer jährlichen regenerativen Erzeugung nahe 1.0 auf. (Speichergröße und Verhältnis von Wind/Solarenergie sind in dieser Abbildung konstant: 24 Stunden Speicherkapazität bzw. 50:50.)

- Wie weit können Energiesysteme vereinfacht werden, wenn zeitweilige Verbrauchseinschränkungen in Kauf genommen oder eine Anpassung des Verbrauchs an die jeweils aktuelle Energieerzeugung vorgenommen werden kann?
- Welche Vorteile sind mit anderen Speichersystemen, etwa H₂O-Elektrolyse und H₂/O₂-Speicherung zu erzielen?

- Wie verhalten sich schwachgekoppelte Netze weitgehend energieautonomer lokaler Energiesysteme (Stabilisierung des Gesamtsystems durch Ausnutzung der weiträumig unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen)?

Die Untersuchung dieser und verwandter weiterführender Fragestellungen scheint im Hinblick auf eine zukünftige Energieversorgung sinnvoll zu sein, da bereits heute die technologische Entwicklung so weit fortgeschritten ist, daß für unsere klimatische Zone lokale regenerative Energiesysteme aufgebaut werden können, die - wie unsere Rechnungen zeigen - prinzipiell günstige Energieamortisationszeiten aufweisen. Dabei ist selbstverständlich nicht zu verkennen, daß Energiesysteme zur Zeit noch fast ausschließlich unter kurzfristig ökonomischen Gesichtspunkten beurteilt werden; Energieamortisationszeiten und ökologische Verträglichkeit müssen aber als Entscheidungskriterien bei zukünftigen Energieversorgungssystemen unbedingt mit berücksichtigt werden, will man von den heutigen Systemen, die auf erschöpfbaren Quellen basieren, zu einem tatsächlich „beständigen“ Energiesystem übergehen.



Das unter dem Gesichtspunkt der Energieamortisationszeit optimale System weist einen regenerativen Energiedeckungsgrad von 0,85 auf; d.h.: 85 Prozent der Nutzenergie wird aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen. Die Größe BAT gibt die Zeit (in Stunden) an, während der der Speicher allein die Energieversorgung des Systems gewährleisten kann.

Chemierohstoffe aus Klärschlämmen

Möglichkeiten der Verarbeitung von Klärschlamm zu Wertstoffen*

Von Dieter Schuller

Klärschlämme zählen zu den unvermeidbar nachwachsenden Abfallstoffen. Die jährlich in der Bundesrepublik alleine aus kommunalen Anlagen anfallende Menge dürfte bei ca. 50 Millionen Tonnen liegen.

Beim größten Teil dieser Schlämme handelt es sich um mehr oder weniger gut ausgefäulte Schlämme, die aus der anaeroben Stabilisierung von Belebtschlämmen stammen. Der größere Teil dieser ausgefäulten Schlämme wird noch immer durch Verbringung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen beseitigt. Ein Teil der Schlämme muß allerdings wegen ihrer Belastung mit Schwermetallen deponiert werden. Derartig belastete Frischschlämme werden häufig auch chemisch konditioniert (z.B. mit gebranntem Kalk) und deponiert.

Nicht nur der großen Schwierigkeit wegen, hinreichende Verbringungs- und Deponieflächen zu finden, und wegen der grundsätzlichen ökologischen Bedenklichkeit der Verbringung belasteten Materials in die Umwelt, sondern auch aus energiepolitischen und ökonomischen Gründen, sind die bisher angewandten Beseitigungsverfahren als problematisch anzusehen:

Klärschlämme, insbesondere ausgefäulte Schlämme, erweisen sich, unabhängig von ihrer Herkunft, als ein sehr gleichförmig zusammengesetzter Abfall. Die wesentlichen Unterschiede zwischen Klärschlämmen verschiedener Herkunft liegen einmal im Wassergehalt, zum anderen bei den Spurenbestandteilen.

Die Hauptbestandteile der Trockenmasse von Klärschlämmen hingegen können folgendermaßen charakterisiert werden: 35 % C, 5 % H, 4 % N, 25 % O, 30 % Glührückstand.

So zeigen die Trockenmassen auch entsprechend gleichmäßig einen Brennwert von ca. 18.000 kJ/kg. Das entspricht etwa dem Brennwert von Holz.

Bei dieser Sachlage erscheint es aussichtsreich, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem Klärschlämme zu verwertbaren Produkten verarbeitet werden können. Gegen eine Nutzung durch unmittelbare Verbrennung spricht eine Reihe von Gründen:

Die Schadstoffgehalte (Schwermetalle, aber auch chlorierte organische Verbindungen) würden spezielle Verbrennungsanlagen voraussetzen, um eine Schadstoffbelastung der Rauchgase sicher auszuschließen (gleiche Problematik wie bei Müllverbrennungsanlagen).

Ein energetischer Nutzen wäre nur zu erzielen, wenn eine

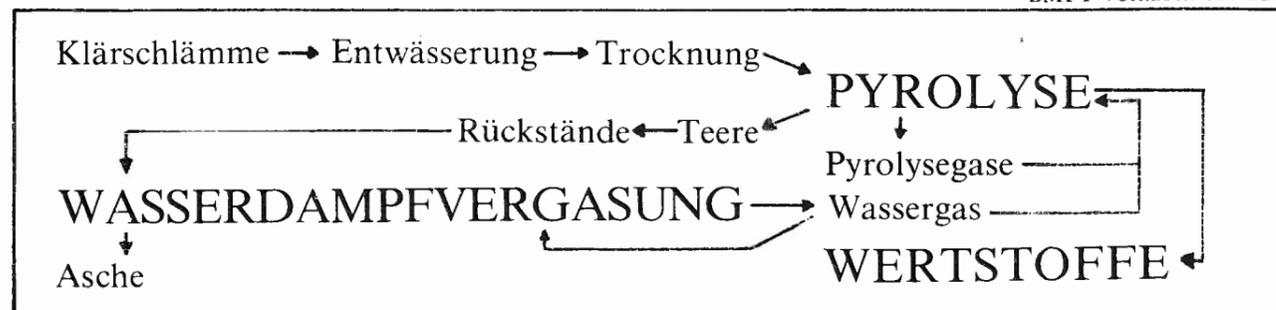
Trocknung der Schlämme mit Abwärme der Verbrennung vorgeschaltet würde.

Pyrolyse und Wassergasreaktion

Das neu entwickelte alternative Verfahren der Verarbeitung sieht in Konsequenz der Bedenken, die gegen eine oxidative Aufarbeitung sprechen, ausschließlich Verfahrensschritte vor, die unter weitgehend reduzierenden Bedingungen arbeiten:

- Die Klärschlämme werden nach chemischer Koagulation mechanisch vorentwässert (70 Prozent Restwasser).
- Die vorentwässerten Schlämme werden mit Abwärme aus den folgenden Verfahrensschritten thermisch getrocknet (zehn Prozent Restwasser).
- Die Trockenmassen werden bei hoher Temperatur unter Sauerstoffausschluß pyrolysiert.
- Die gasförmigen Pyrolyseprodukte werden unmittelbar aus dem Pyrolysereaktor ohne Zwischenkondensation in eine Katalysatorwirbelschicht überführt, in der Entfunktionalisierung und Umsetzung eines großen Teils der sehr reaktiven Primärprodukte der Pyrolyse zu einfachen Aromaten erfolgt.
- In der nachfolgenden Kondensation werden vor der Aromatenfraktion höhersiedende teerartige Substanzen abgeschieden.
- Die nach der Aromatenfraktion noch verbleibende Gasphase wird nach vorheriger Wäsche zur Abscheidung von löslichen Substanzen und Stäuben der Befuerung der Pyrolyse zugeführt.
- Das als Rückstand verbleibende feste Material wird mit der Teerfraktion vereinigt und granuliert.
- Das resultierende Granulat wird mit Wasserdampf bei hoher Temperatur vergast.
- Das gewonnene Wassergas wird zur Befuerung der Vergasung und der Pyrolyse eingesetzt.
- Aus der Vergasung verbleibt ein Rückstand (weniger als ein Prozent der ursprünglichen Schlammmenge), der in seinen Hauptbestandteilen aus Silikaten und Phosphaten besteht, allerdings auch die Schwermetalle des Klärschlammes weitgehend enthält.
- Die Feuerungsabgase aus Pyrolyse- und Vergasungsbefuerung werden der Trocknungsanlage für den mechanisch vorentwässerten Schlamm zugeführt.
- Die Abgase aus der Trocknung werden der Vorklämung der Kläranlage zugeführt.

* BMFT-Vorhaben 02WS278



Kontinuierliche Haltung und Charakterisierung von Belebtschlamm-Mischkulturen unter definiert variierten Umweltbedingungen

Belebtschlamm-Mischkulturen können im Labor im Bereich von schwach bis zum übermäßig belastetem Zustand definiert und reproduzierbar über lange Zeiträume gehalten werden. Über mikroskopische Techniken können sie in ihrem biozönotischen Zustand beurteilt und dokumentiert werden.

Die Kulturen werden in einem einfachen chemostatischen Fermentersystem mit synthetischem Abwasser gehalten.

Belebtschlämme verfügen offenbar über ein erhebliches Potential zur Anpassung an Schadstofflasten. Anders wären die zum Teil erheblichen Schadstoffakkumulationen in Schlämmen, die aus funktionierenden Anlagen stammen, nicht erklärbar.

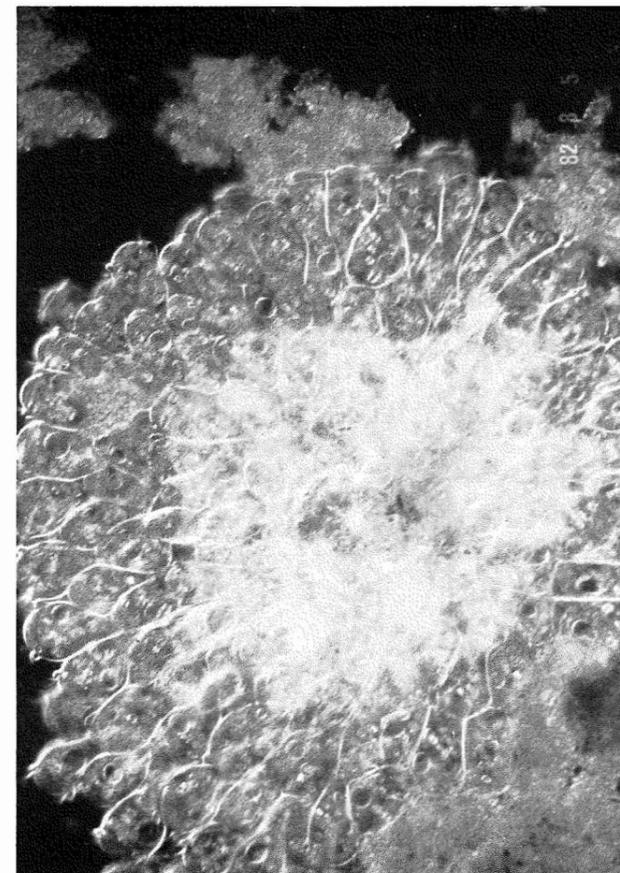
Belebtschlamm-Mischkulturen, die auf synthetischem Abwasser unbelastet durch Schadstoffe gehalten wurden, zeigen nach Belastung mit Schadstoffen charakteristisches Verhalten: die Biozöno-

se bricht zunächst zusammen, zeigt aber bei beibehaltener Schadstoffbelastung eine zwar langsame, doch vollständige Wiederholung: Am Ende der Entwicklung steht eine Mischkultur, die bis zu den höchsten protozoischen Formen der Belebtschlamm-Mischkultur auch unter Schadstoffbelastung Wachstum zeigt.

Da derartige Kulturen auch hohe Aufnahmeleistungen für den Schadstoff aus sehr verdünnter wässriger Lösung zeigen, ergibt sich ein breites Anwendungsgebiet für die Aufarbeitung von verdünnten Schadstofflösungen, wie sie beispielsweise aus Tankwäschen anfallen.

Die Beseitigung der so entstehenden belasteten Schlämme durch Verarbeitung über Pyrolyse und Wasserdampfvergasung stellt kein grundsätzliches Problem mehr dar.

Kolonien von Epistylis in Belebtschlammkulturen



auf synthetischem Abwasser ohne Belastung wachsend



an Pentachlorphenol adaptiert auf pentachlorphenolhaltigem synthetischem Abwasser wachsend

Wirtschaftlichkeit und Beschäftigungseffekte örtlicher Energieversorgungssysteme

Von Wolfgang Pfaffenberger

Zehn Jahre nach der ersten drastischen Ölpreiserhöhung stehen zwar der deutschen Volkswirtschaft ausreichende Energiemengen zur Verfügung, doch haben die Verbraucher von Energie erhebliche Preisbelastungen hinnehmen müssen. Diese Kostenbelastungen haben sich nach der zweiten Ölpreiserhöhungswelle 1979/80 zusätzlich durch die schwächer gewordene DM noch verstärkt.

Die ökonomische Rationalität verlangt, angesichts der geänderten Preisrelationen nach neuen wirtschaftlichen Energiebereitstellungsmöglichkeiten zu suchen. Insbesondere auf dem Wärme- markt (Heizung, Warmwasser, Dampf unterschiedlicher Temperatur etc.) haben die Preissteigerungen neue Lösungen attraktiv gemacht.

Die vielfältigen Versuche, Energie einzusparen oder bisher nicht genutzte Energiequellen zu nutzen, sind auch unter einem anderen Gesichtspunkt für die Volkswirtschaft der Bundesrepublik Deutschland von Interesse. In einer Situation hoher Unterbeschäftigung ist es verständlich, daß die Beschäftigungswirkungen der Erschließung neuer Energiequellen und des rationelleren Einsatzes von Energie in den Mittelpunkt des Interesses rücken.

Anhand von Fallbeispielen wurde untersucht:

- welche neuen Lösungen auf kommunaler Ebene heute mit wirtschaftlichem Erfolg praktizierbar sind und
- welche Beschäftigungswirkungen diesen Projekten zugerechnet werden können.

Die Vielfalt der Einflußfaktoren, die über die Wirtschaftlichkeit und die wirtschaftlichen Auswirkungen solcher Projekte entscheidet, wurde systematisch gruppiert und führte zu der Entwicklung eines Analyseinstrumentariums, mit Hilfe dessen auf einfachem Wege und schnell eine Grobabschätzung der Möglichkeiten für solche Konzepte vorgenommen werden kann. Hierbei sind technische, wirtschaftliche und umweltbezogene Kriterien sowie die zu erzielende Energieeinsparung zu beachten.

Die technischen Lösungen lassen sich wie folgt gliedern:

a) Kraft-Wärme-Kopplung mit Blockheizkraftwerk/Motoren- heizkraftwerk: Als Energieträger wird Öl oder Gas eingesetzt, die anfallende Wärme kann als Nahwärme, bei größeren Systemen auch als Fernwärme eingesetzt werden, die anfallende Elektrizität wird in das Netz eingespeist oder dient dem Eigenverbrauch des Betreibers.

b) „Kalte Fernwärme“: Hier werden niedertemperierte Abwässer oder Kühlwässer mit Hilfe von Wärmepumpen auf das Nutzwärmeniveau hochgepumpt. Wegen der so zu erzielenden günstigen Wirkungsgrade der Wärmepumpen sind solche Systeme zur Nahwärmeversorgung günstig einzusetzen, wo die örtlichen Gegebenheiten entsprechende Voraussetzungen bieten.

c) Nutzung von Biomasse zur Erzeugung von Biogas: Das anfallende Biogas kann grundsätzlich auf unterschiedliche Weise verwendet werden. Eine wirtschaftliche Nutzung setzt aber voraus, daß die Nachfrage im Grundlastbereich liegt, da sonst die spezifischen Speicherkosten zu hoch ausfallen würden. Insofern verbietet sich wohl ein Einsatz ausschließlich zu Heizzwecken. Allerdings kön-

nen sich die Kosten der Biogaserzeugung sehr stark ändern, wenn z.B. in der Landwirtschaft aufgrund von Umweltauflagen eine Speicherung von Gülle vorgeschrieben wird. In diesem Fall kann der wegfallende Güllespeicher dem Biogas gutgeschrieben werden.

d) Nutzung von Müll zur Vergasung: Wird der Müll vor der Verschmelzung einem Komprimierungsprozeß unterzogen, so läßt er sich speichern. Damit kann das Angebot von Müllgas an die Nachfrage angepaßt werden, so daß ein universeller Einsatz möglich ist.

e) Holzschnitzel: Der Einsatz von Holzschnitzeln ist wegen der Ernte und Transportkosten nur bei günstigen örtlichen Bedingungen als Heizenergiequelle von Interesse.

f) Konventionelle Fernwärme: Bei hinreichend großer Wärmeleistung und hinreichend großer Wärmedichte kommt auch der Einsatz von kohlebefeierten Heizkraftwerken mittlerer Größe in Frage. Sofern andere leitungsgebundene Energieträger, insbesondere Gas bereits flächendeckend vorhanden sind, kann es günstiger sein, Nahwärmekonzepte (siehe oben unter a) oder b) zu realisieren.

Die Wirtschaftlichkeit der genannten Techniken hängt zunächst von dem mit dieser Technik verknüpften Aufwand ab. Andererseits kommt es darauf an, welche Techniken dadurch ersetzt werden. Entsprechende Modellrechnungen verlangen also auch eine Kostenabschätzung der bisherigen Systeme (konventionelle Heizkessel, konventionelle Kraftwerke). Als wirtschaftlich können die genannten Techniken gelten, wenn der im allgemeinen durch sie verursachte höhere Kapitalaufwand durch entsprechend verringerten Energieeinsatz kompensiert werden kann. Diese Berechnungen werden unter der Annahme unterschiedlicher Preisverläufe, Zinssätze und Lebensdauer durchgeführt (vgl. hierzu beispielhaft die Abbildung 1).

Die Beschäftigungswirkungen der unterschiedlichen Projekte sind komplex und nur zum Teil quantitativ zu ermitteln. Einen Über-

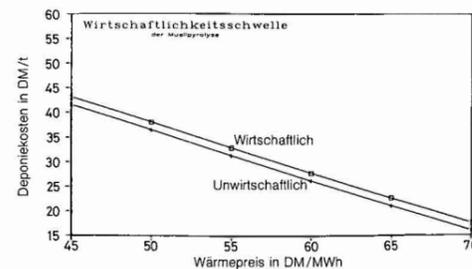


Abb. 1: Wirtschaftlichkeit der Müllpyrolyse. Die Abbildung zeigt die Einsatzmöglichkeiten für die Müllpyrolyse in Abhängigkeit vom Wärmepreis und den gegenzurechnenden Mülldeponiekosten.

blick über die Zusammenhänge gibt die Abbildung 2. Ermittelt werden die Beschäftigungseffekte, soweit sie sich aus dem Investitionsanstoß und dem Betrieb der jeweiligen Projekte ergeben, wobei die ersetzten Systeme entsprechend gegengerechnet werden. Global läßt sich sagen, daß insbesondere bei der Verdrängung von Mineralöl hohe Beschäftigungseffekte erzielt werden können, weil der Wertschöpfungsanteil von Mineralöl, der in der Bundesrepublik produziert wird, sehr gering ist. Diese Tendenz wird sich angesichts des zunehmenden Imports von Mineralölprodukten noch verstärken.

Die Umweltauswirkungen neuer Techniken der Energieerzeugung im Verhältnis zu konventionellen Techniken wird anhand typischer Emissionswerte der verschiedenen Systeme ermittelt. Durch die Gegenrechnung zu den bisherigen Systemen läßt sich wieder der Nettoeffekt einer neuen Technik aufzeigen (vgl. hierzu die Abbildung 4).

Die Energieeinsparung, die sich mit den verschiedenen Techniken erzielen läßt, ergibt sich aus dem Vergleich des verdrängten und des neuen Systems. Von ihr sind im Zusammenhang mit dem ersparten Import die Beschäftigungswirkungen, im Zusammenhang mit den ersparten Kosten die Wirtschaftlichkeit und im Zusammenhang mit dem insgesamt reduzierten Energieeinsatz auch die Umweltauswirkungen abhängig.

Beschäftigungsfaktoren nach Bereichen
Mannjahre/Mill. DM
Preise, Produktivitäten und Struktur von 1975

Bereich	Mannjahre/ Mill. DM
Investitionen	
Wärmeerzeugung und -verteilung	16 - 18
Gasverteilung	14 - 16
Wärmedämmung	14 - 16
Nutzung von Biomasse	16 - 18
Energieträger	
Mineralölprodukte	2,6
Gas	10
Kohle	22
Strom	14

Quelle: Eigene Berechnungen mit Hilfe der Input-Output-Tabelle des statistischen Bundesamtes

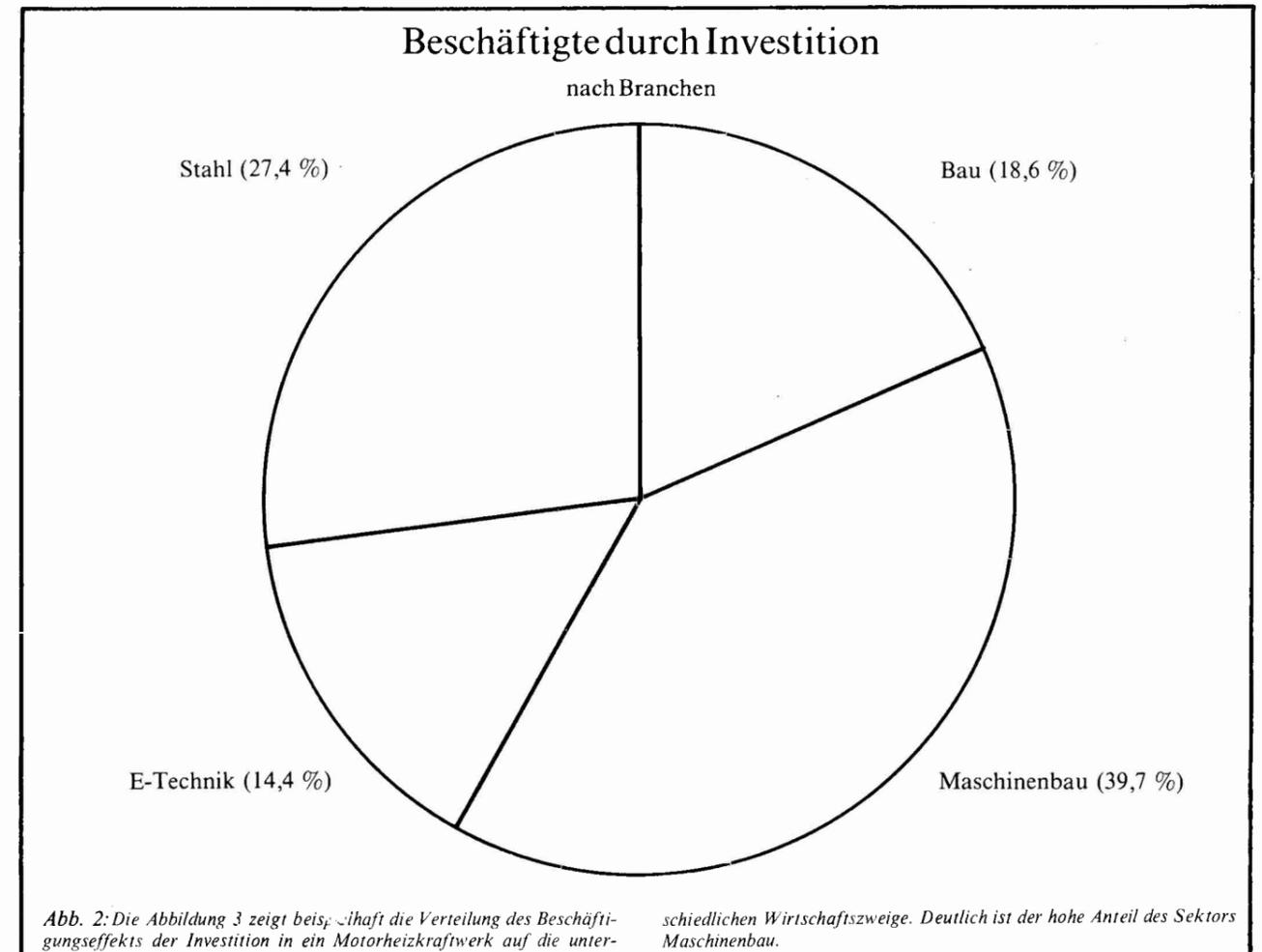


Abb. 2: Die Abbildung 3 zeigt beispielhaft die Verteilung des Beschäftigungseffekts der Investition in ein Motorheizkraftwerk auf die unter-

schiedlichen Wirtschaftszweige. Deutlich ist der hohe Anteil des Sektors Maschinenbau.

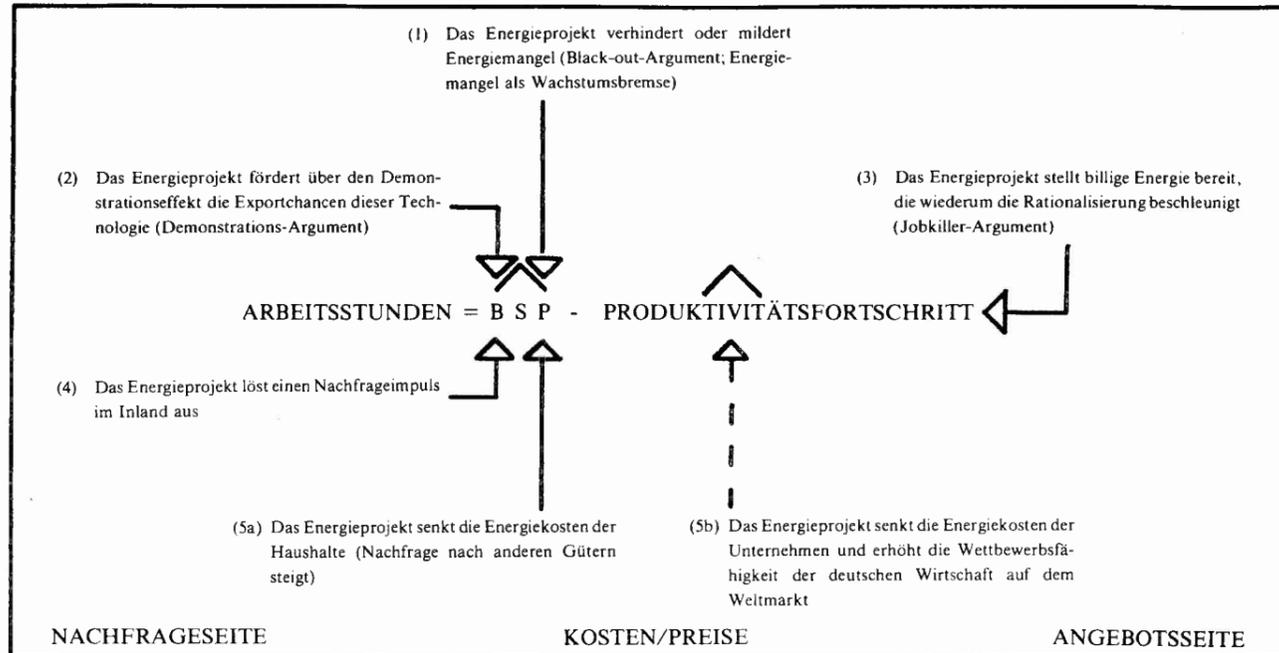


Abb. 3: Beschäftigungseffekte eines Energieprojekts

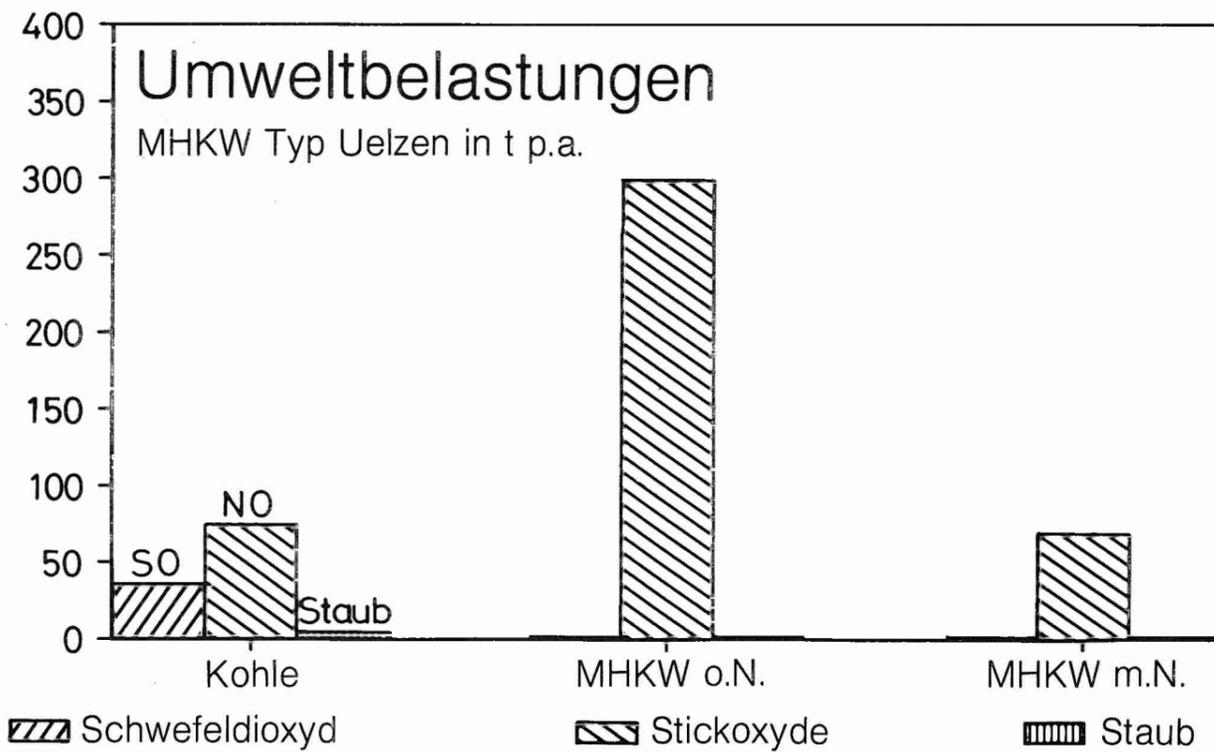


Abb. 4: Die Abbildung 4 zeigt die Umweltbelastungen durch ein Motorheizkraftwerk im Vergleich zu einem konventionellen Kohlekraftwerk. Bei den Faktoren Schwefeldioxyd und Staub schneidet das

Motorheizkraftwerk besser ab, bei dem Faktor Stickoxyde nur, wenn die Abgase durch entsprechende Anlagen nachbehandelt werden.

LIFE

Die klare Alternative in Form und Funktion.

HIT

Ein **HIT** der das Zeug zum Klassiker unter den Porzellangeschirren hat. Ausgezeichnet mit dem Designpreis 1984 und 1985*. Schönes Geschirr zum schönen Preis. Aus Deutschlands nördlichster Porzellanfabrik.

Jagd auf Grundwassertiere - Ein Expeditionsbericht

Von Horst Kurt Schminke



Bei jeder Probennahme in der Nähe eines Dorfes liefen in Papua Neuguinea Kinder und Erwachsene neugierig zusammen. Jede Bewegung wird aufmerksam verfolgt, wie hier das Notierende Fundortangaben.

Wie Gummibälle hüpfen sie voraus durch die reißende Strömung und erreichten - etwas abgetrieben - das gegenüberliegende Ufer. Amüsiert beobachteten sie von dort, wie ich unsicheren Schrittes und ständig in Gefahr, weggerissen zu werden, ihnen durch den Fluß zu folgen versuchte. Einkreist von den neugierigen Blicken acht- bis zehnjähriger papuanischer Mädchen und Jungen begann ich damit, im Schotter des Ufers eine Grube auszuheben. Was hat der bloß vor? Diese Frage stand unmißverständlich in allen Gesichtern geschrieben, und fast atemlos wurde verfolgt, wie ich mich mühsam in die Tiefe arbeitete.

Im Anschluß an frühere Untersuchungen in Afrika und Asien hatte ich mich diesmal auf die Reise nach Fidschi, Australien, Papua Neuguinea und Neuseeland gemacht, um die dortige Grundwasserfauna zu untersuchen. Fidschi und Papua Neuguinea waren in dieser Hinsicht absolutes Neuland. Ihre Grundwasserfauna war bisher völlig unerforscht geblieben, während es in Australien und Neuseeland darum ging, Gegenden zu erkunden, die auf einer früheren Reise ausgespart werden mußten.

Am meisten Expeditionscharakter hatte die Reise in Papua Neuguinea wegen der wenigen und schlechten Straßen sowie der ständigen Gefahr, überfallen zu werden. Es galt als Leichtsinns, nach Einbruch der Dunkelheit unterwegs zu sein, und für Fahrten am helllichten Tag bekam man den Rat, sich nicht ohne einheimische Begleitung auf den Weg zu machen. Im Hochland um Mt Hagen, wo viele Nebenstraßen benutzt werden mußten, waren stets zwei einheimische Jugendliche mit von der Partie, von denen einer zurückblieb und das Auto bewachte, während der

andere mitkam zum Fluß, um während der Probennahme aufzupassen, was in der Umgebung geschah, bzw vorbeikommenden Landsleuten unser Tun zu erklären. Wie überall, wo bisher dieser Suche nachgegangen wurde, hatte von einer Grundwasserfauna noch keiner etwas gehört. Auch ist es nicht einfach, eine Vorstellung davon zu vermitteln, denn Grundwassertiere bekommt man nie zu Gesicht. Sie sind nicht nur mikroskopisch klein und mit bloßem Auge nur in den seltensten Fällen zu erkennen, sie führen auch eine versteckte unterirdische Lebensweise.

Ihr Lebensraum ist das Lückensystem grundwasserführender Schotter und Sande. Um sich eine Vorstellung von diesem Lebensraum zu machen, rufe man sich einen ansehnlichen Steinhaufen ins Gedächtnis, der aus großen Steinen aufgeschichtet ist. Da diese nicht wie Ziegelsteine fast fugenlos aneinanderstoßen, bleibt zwischen ihnen ein Hohlraumsystem aus kleinen Kavernen und sie verbindenden Gängen ausgespart, in dem eine vielfältige Fauna leben bzw. Unterschlupf finden kann: Insekten, Tausendfüßler, Spinnen, Eidechsen, Mäuse usw. Nun stelle man sich vor, daß dieser Steinhaufen zusammenschumpft, bis die Steine nur noch die Größe von Sandkörnern haben. Mit der Größe der Steine nimmt auch der Durchmesser des Hohlraumsystems zwischen ihnen ab, doch verschwindet es nicht ganz. Auch zwischen den Sandkörnern bleibt ein Gang- und Hohlraumsystem erhalten, das als Sandlückensystem bezeichnet wird. Sofern nun der Sand ganz oder teilweise mit Wasser durchtränkt ist, wie etwa im Bereich des Grundwassers, lebt in diesem Lückensystem eine ganz spezifische Fauna, Tiere von Millimetergröße, die als Sandlückenfauna oder eben als Grundwasserfauna bekannt geworden sind.

Die ersten Grundwassertiere sind Ende des letzten Jahrhunderts in Höhlen oder bei Brunnenuntersuchungen entdeckt worden, aber stets in nur geringer Individuenzahl. Erst sehr viel später fand man heraus, daß man ihrer einfacher und in größerer Anzahl dort habhaft werden kann, wo die grundwasserführenden Schotter und Sande an die Erdoberfläche treten, am Ufer von Flüssen sowie an Stränden von Seen und Meeren. Dort hebt man im Kies oder Sand eine Grube aus, bis sich am Boden das Grundwasser sammelt. Dies filtriert man durch ein Planktonnetz geringer Maschenweite und nimmt den Rückstand bestehend aus sehr feinem Sediment, kleinen Pflanzenresten und der Fauna zur Untersuchung mit ins Labor. Inzwischen werden für die Probennahme auch mechanische und elektrische Pumpen eingesetzt, doch ist für Untersuchungen in fernen Ländern die Ufergrabung immer noch die geeignetste, weil billigste und mit dem geringsten Aufwand verbundene Methode. Alles, was man am Ort der Probennahme jedoch neugierigen Pollen bzw. beim Betreten eines Landes dem mißtrauischen Zoll vorweisen kann, ist ein Röhrchen mit „schmutzigem Wasser“. Erst unter dem Mikroskop im Labor enthüllt sich die dem bloßen Auge verborgene Tierwelt.

Nicht nur der Laie ist erstaunt über die Formenvielfalt, die sich dem Blick durch das Mikroskop offenbart, auch die Fachleute waren über den Reichtum verblüfft, der sich vor ihnen auftut, als sie mit der systematischen Erforschung des neuentdeckten Lebensraums begannen. Eine überwältigende Fülle neuer Formen kam ans Tageslicht. Unzählige neue Arten, die nicht nur neue Gattungen, Familien und Ordnungen, sondern auch neue Stämme repräsentierten, wurden entdeckt. Der Hauptanteil von ihnen entfiel auf die marine Sandlückenfauna. Im kontinentalen Grundwasser ist die Vielfalt nicht ganz so ausgeprägt, aber immer noch beachtlich. In einer guten Probe findet man Vertreter verschiedener Wurmgruppen (Turbellarien, Rotatorien, Nematoden, Oligochaeten), Wassermilben, Insektenlarven und ein Heer unterschiedlichster Krebstiere (Copepoden, Ostracoden, Syncariden, Amphipoden, Isopoden). Auf letztere, die Grundwasserkrebse, konzentriert sich das eigene Interesse, wobei das Hauptaugenmerk auf die Bathynellacea („Brunnenkrebse“) unter den Syncariden und auf Vertreter der Copepoda („Ruderfußkrebse“) gerichtet ist. Die Bearbeitung der anderen Gruppen wird von Mitarbeitern bzw. Kollegen aus Australien, den Niederlanden und den USA übernommen.

Über die Lebensweise der Grundwassertiere ist nicht viel bekannt. Generell gilt, daß alle Lebensvorgänge bei ihnen sehr viel langsamer vonstatten gehen als bei ihren nächsten oberirdisch lebenden



Auf die Grundwasserfauna stößt man durch eine Grabung am leichtesten dort, wo die grundwasserführenden Schotter und Sande am Ufer von Flüssen und Seen an die Erdoberfläche treten. Dasselbe gelingt in einem ausgetrockneten Flußbett, wie hier in den Flinders Ranges, Südastralien.

Verwandten. Für ihre Entwicklung benötigen sie zehn- bis fünfzigmal so viel Zeit. Die Häutungen dauern sehr viel länger. Die Geschlechtsreife wird erheblich später erreicht. Es werden stets weniger Eier abgelegt. Die Lebensdauer ist um ein Vielfaches (bis zum 15- bis 20fachen) länger. Doch sind dies Verallgemeinerungen, die auf nur wenigen Untersuchungen beruhen. Da bleibt noch viel zu tun. Der Entwicklungszyklus unzähliger Arten ist unbekannt. Über die Anatomie des Körperinneren weiß man so gut wie nichts. Die spezifischen Lebensansprüche der einzelnen Arten und ihre Reaktion auf Veränderungen der Umwelt sind weitgehend unerforscht. Dabei nimmt in Anbetracht der zunehmenden Verschmutzung unseres Grundwassers die Dringlichkeit solcher Untersuchungen zu. In Oldenburg ist damit begonnen worden, solche Untersuchungen an einheimischen Grundwassertieren durchzuführen. Bei der Erforschung der Grundwasserfauna ferner Länder stehen zunächst andere Ziele im Vordergrund.

Wir leben in einem Zeitalter massenhaften Aussterbens von Tier- und Pflanzenarten, das durch den Menschen verursacht wird. Solche Phasen massenhaften Verschwindens ganzer Faunen hat es wiederholt in der Erdgeschichte gegeben. Im Perm vor 230 Millionen Jahren sind wahrscheinlich Dreiviertel der damals existierenden Arten ausgestorben, und vor 65 Millionen Jahren verschwand mit den Dinosauriern und unzähligen marinen Tierarten zwischen einem Drittel bis zur Hälfte der damaligen Fauna. Der Unterschied zu heute besteht darin, daß sich dieser Prozeß jeweils über mehrere Millionen Jahre hinzog, während diesmal vermutlich kaum hundert Jahre verstreichen werden, bis ein ähnliches Ausmaß erreicht sein wird. Die auf der Reise beobachteten Eingriffe in den Bestand der tropischen Regenwälder, die vermutlich rund die Hälfte aller heute lebenden Tierarten beherbergen, lassen die verheerenden Folgen erahnen, die solche Maßnahmen für die Fauna haben müssen. Die Tierwelt der Korallenriffe und Feuchtgebiete der Erde ist nicht weniger bedroht. Verglichen damit ist die Fauna des Grundwassers, insbesondere diejenige der Länder, die Ziel der hier beschriebenen Expedition waren, noch relativ ungestört. Doch die rasante Zunahme der Verschmutzung des Grundwassers in Europa zeigt, wie schnell auch in diesem Lebensraum die Bedrohung akut werden kann. Den Faunenbestand zu erkunden, solange er noch unbeeinträchtigt ist, war eines der Ziele der Expedition. Wenn auch aus zeitlichen Gründen und wegen der unzureichenden verkehrsmäßigen Erschließung einiger Gegenden die Untersuchungen nur stichprobenartig sein konnten, vermitteln die rund 100 genommenen Proben doch einen guten Eindruck von dem Reichtum und der Zusammensetzung der jeweiligen Fauna.

Tiergruppen von heute durch weite Meere voneinander getrennten Kontinenten können stammesgeschichtlich sehr enge Beziehungen aufweisen. Um diesen Tatbestand zu erklären, postulierte man früher ausgedehnte Landbrücken, die den Kontakt zwischen den heute getrennten Verbreitungsarealen gewährleisten sollen. Diese Erklärungsversuche stammen aus einer Zeit, in der die Vorstellung von der Konstanz der Kontinente und der Ozeane als Tiefseebecken als unumstößlich galt. Inzwischen wissen wir, daß das uns vertraute Bild der Verteilung der Meere und Kontinente auf der Erde im Verlauf der Erdgeschichte dramatischen Veränderungen unterworfen gewesen ist.

Die in den fünfziger Jahren noch als „Geopoesie“ belächelte Kontinentalverschiebungstheorie Alfred Wegeners hat in den letzten zwei Jahrzehnten in der abgewandelten Form der Plattentektonik eine glänzende Bestätigung erfahren. Die vermeintlich starre Erdkruste stellt man sich heute wie einen Flickenteppich aus einzelnen festen Platten vor, die wie Eisschollen auf dem winterlichen Meer über die Erdoberfläche gleiten und dabei Kontinente und Meere mit sich führen. Am Meeresboden, wo diese Platten gewöhnlich am dünnsten sind, können sie aufbrechen und durch das aus dem

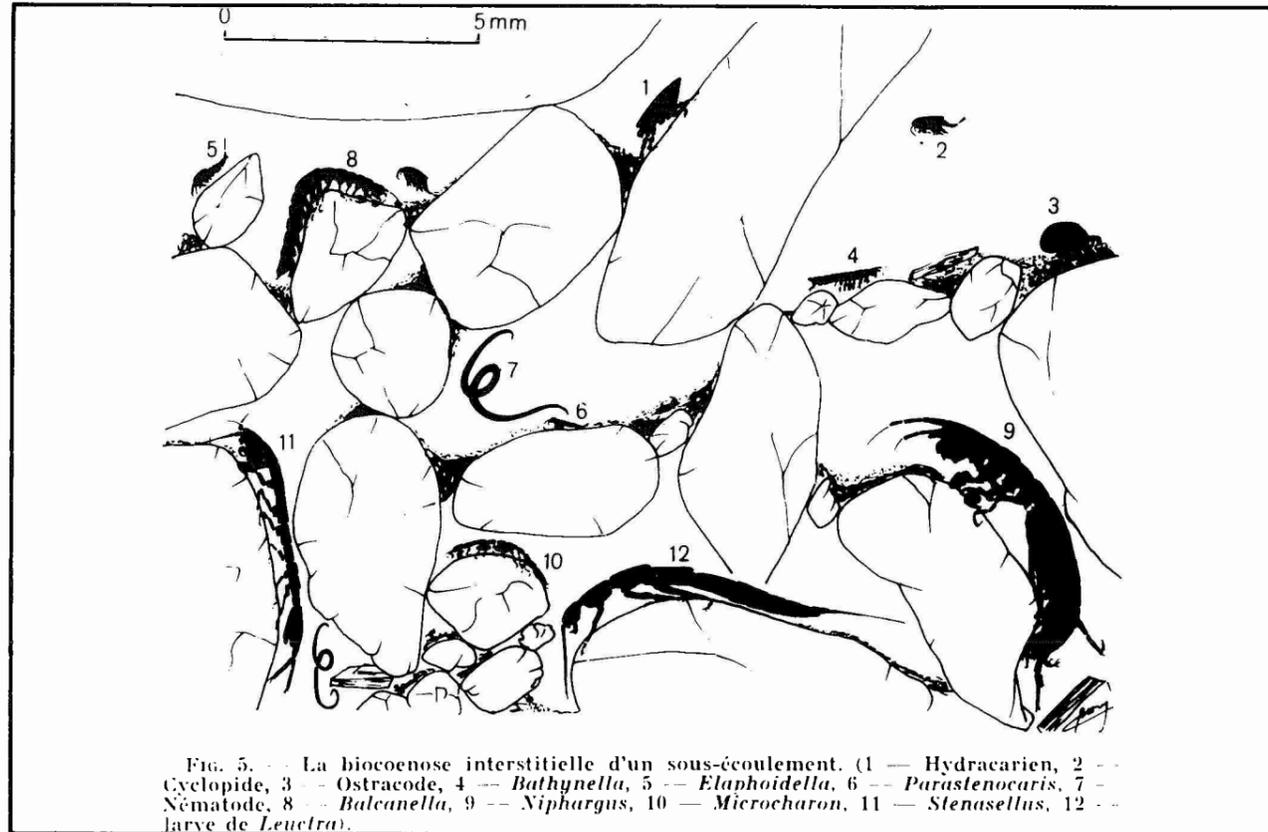


FIG. 5. - La biocoenose interstitielle d'un sous-écoulement. (1 — Hydracarien, 2 — Cyclopide, 3 — Ostracode, 4 — Bathynella, 5 — Elaphoidella, 6 — Parastenocaris, 7 — Nématode, 8 — Balcanella, 9 — Niphargus, 10 — Microcharon, 11 — Stenasellus, 12 — larve de *Leuctra*).

Zwischen Sandkörnern im Lückensystem grundwasserführender Schotter und Sande lebt eine ganz spezifische und vielfältige Fauna. Zu den Grundwassertieren gehören Wassermilben (1), Fadenwürmer (7), Insektenlarven (12) und

Vertreter einer ganzen Reihe unterschiedlicher Krebstiergruppen: Copepoden („Ruderfußkrebse“ 2, 5, 6), Ostracoden („Muschelkrebse“ 3), Bathynellen („Brunnenkrebse“ 4), Amphipoden („Flohkrebse“ 8, 9), Isopoden („Asseln“ 10, 11). Zeichnung: Bou

Erdinnern quellende und sich an der Oberfläche verfestigende Magma auseinandergedrückt werden. Dadurch wird der gegenüberliegende Rand einer solchen Platte an eine benachbarte gedrückt, die sich über sie schieben und sie hinunter ins Erdinnere zwingen kann, wo ihr Rand allmählich eingeschmolzen wird. Als Resultat dieser Bewegungen hat sich die Konstellation der heutigen Kontinente zueinander über die Jahrtausende erheblich verändert. Doch wie hat das Gesicht der Erde jeweils ausgesehen?

An der Rekonstruktion der ehemaligen Kontinentzusammenhänge sind viele Wissenschaften beteiligt. Auch die Zoologie kann durch eine mit den modernen Methoden der Verwandtschaftsforschung durchgeführte Analyse der stammesgeschichtlichen Beziehungen zwischen heute auf verschiedenen Kontinenten vorkommenden Tiergruppen einen Beitrag dazu leisten. Nicht jede Tiergruppe jedoch ist gleichermaßen dafür geeignet. Um in Frage zu kommen, muß sie drei Voraussetzungen erfüllen: Sie muß phylogenetisch sehr alt sein, also schon existiert haben, als die geologischen Veränderungen einsetzen; ihre Ausbreitungsfähigkeit muß so gering sein, daß sie etwa nach Entstehung eines neuen Meeres nicht durch besondere Ausbreitungsmechanismen in der Lage war, diese Barriere nachträglich zu überwinden; sie muß in großer Artenvielfalt heute weltweit verbreitet sein, damit alle Kontinente in die Analyse einbezogen werden können. Unter den Grundwasserkrebsen gibt es mit den in Oldenburg bearbeiteten Bathynellacea, Isopoda und wohl auch den Copepodenfamilien Gruppen, die diese Voraussetzungen erfüllen. Sie für eine solche zoogeographi-

sche Analyse einzusetzen, ist ein weiteres Ziel der Expedition. Zwar ist in groben Zügen inzwischen bekannt, welche Wanderungen die großen Kontinente hinter sich haben, doch ist noch viel Feinarbeit zu leisten, will man auch regional die Verhältnisse in Gegenden mit relativ komplexer Geologie verstehen, zu denen das Gebiet gehört, dem die hier besprochene Expedition geglückt hat.

Wer eine solche Forschungsreise durchführen will, ist auf Hilfe angewiesen. Die Kosten sind erheblich, und ohne eine Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft wäre dieses Unternehmen unmöglich gewesen. Man bedarf aber auch lokaler Kontakte in den Zielländern, Verbindungen zu Personen, deren Ortskenntnisse für eine effektive Vorbereitung und Durchführung einer solchen Expedition unerlässlich sind. Die Aufzählung der Universitäten und Museen, an denen Kolleginnen und Kollegen Hilfestellung geleistet haben, gibt gleichzeitig einen Einblick in die Reiseroute: University of the South Pacific, Suva; University of Queensland, Brisbane; James Cook University, Townsville; University of New England, Armidale; Museum of Victoria, Melbourne; University of Tasmania, Hobart; University of Adelaide, Adelaide; University of Papua New Guinea, Port Moresby; Papua New Guinea University of Technology, Lae, Wau Ecology Institute, Wau; University of Auckland, Auckland; Victoria University, Wellington; National Museum, Wellington.

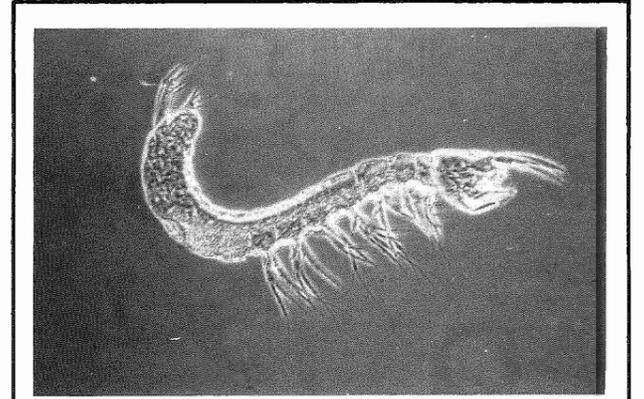
Die Hilfe reichte von Interventionen bei der Erledigung von Formalitäten wie der Erlangung eines Forschungsvisums oder der Genehmigung zur Ausfuhr des gesammelten Materials bis hin zur

Überlassung des Privatwagens zur Durchführung von Sammelfahrten oder des Ausleihens der privaten Kamera nach Ausfall des im Gepäck mitgebrachten Gerätes. Es ist immer wieder überwältigend, mit welcher Selbstverständlichkeit und welchem Engagement diese Hilfe gewährt wird.

Hinzu kommen fast am Rande die anregenden Diskussionen über fachliche Dinge und die Begegnung mit Menschen, die mit mitreißender Begeisterung von ihrer Forschung erzählen, die ganz anderen Fragestellungen gewidmet ist, Ausflüge werden organisiert, um die Objekte dieser Untersuchungen vorzuführen. So entstand ein „zoologisches Beiprogramm“, das Exkursionen zum Korallenriff und in die Regenwälder einschloß, wobei der Schwerpunkt bei letzteren auf der Beobachtung von Paradies- und Laubenvögeln lag. Solche Ausflüge waren willkommener Ausgleich für häufige Mißerfolgslebnisse bei der Probennahme. Drei Stunden hatte ich mich z.B. in brütender Tropensonne an der eingangs erwähnten Grube zu schaffen gemacht, ständig Steine gelockert und mich bis auf 1,40 m vorgearbeitet, als ich auf einen großen Felsbrocken stieß. Die Kinder hatten längst die Lust verloren und waren verschwunden. Erwachsene und Jugendliche hatten stumm ihre Stelle eingenommen. Unter dem großen Stein mußte das Grundwasser sein, aber er ließ sich nicht bewegen. Auch einer der Einheimischen, der in den kleinen Brunnen sprang, nachdem ich aufgegeben hatte, mühte sich erfolglos ab.

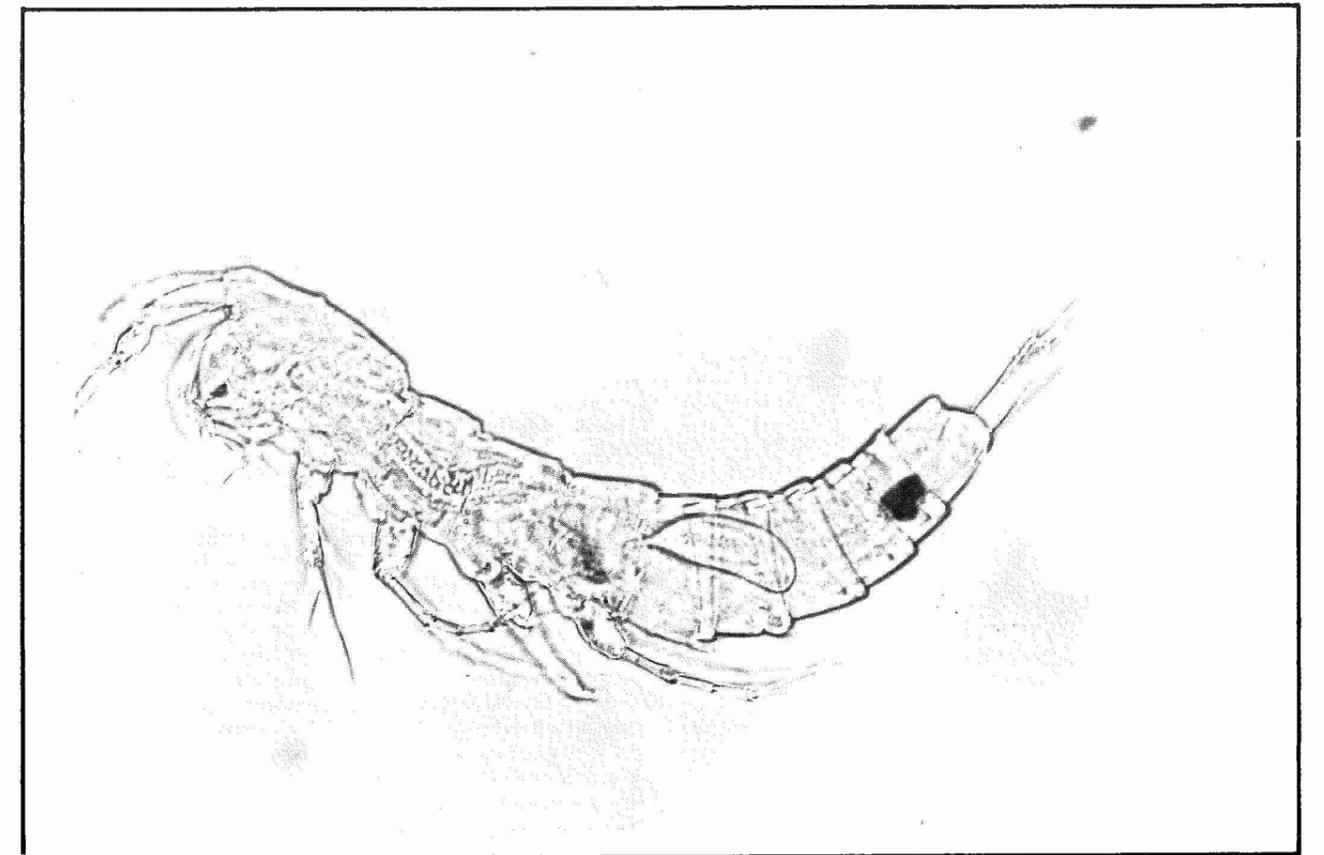
Doch selbst bei erfolgreicher Probennahme weiß man nie, ob man etwas gefangen hat, denn mit bloßem Auge ist ja nichts zu sehen.

Nicht überall hat man unterwegs die Zeit oder technischen Möglichkeiten, alle Proben durchzumustern. Einige sind übriggeblie-



Ein Vertreter der Bathynellacea („Brunnenkrebse“). Diese Krebstiergruppe lebt ausschließlich unterirdisch. Ihre Vertreter haben wie alle echten Grundwassertiere keine Augen. Dies Tier ist nur 1 mm lang und bewegt sich sehr wendig und behende fort.

ben, die ich mir erst jetzt zu Hause zum erstenmal ansehen kann, und ich tue es mit der gleichen atemlosen Spannung wie die Kinder, die mir bei der Probennahme zugesehen haben.



Seitenansicht eines Vertreters der Familie Parastenocarididae aus der Gruppe der Copepoda („Ruderfußkrebse“). Das Tierchen ist nicht länger als ein Drittel Millimeter und wie alle echten Grundwasserkrebse ohne Pigment. Im

durchsichtigen Körper ist hinter dem Kopf (links) ein Hoden als punktierter Schlauch zu erkennen. Das blasenförmige Gebilde ist ein Spermienpaket (Spermatophore). Der dunkle Fleck am Körperhinterende ist Darminhalt.

Rehabilitationsprobleme nach dem ersten Herzinfarkt - Oldenburger Longitudinalstudie -

Von Bernhard Badura/Harald Lehmann

Aufgabenstellung war die Beschreibung und Analyse der Rehabilitationskarriere von männlichen Infarktpatienten im ersten Jahr nach Ausbruch der Krankheit. Der Prozeß der Krankheitsbewältigung wurde in seinen verschiedenen Dimensionen und in den verschiedensten Lebensbereichen erfaßt. Zu diesem Zweck wurden drei Dimensionen des Rehabilitationsgeschehens erfaßt, die somatische, die psychosoziale und die soziale Dimension. Ferner wurde der Bedingungsrahmen für dieses Geschehen untersucht. Zum einen, indem die Belastungs- und Unterstützungsbedingungen in der medizinischen Versorgung, in der Familie, in der Arbeitswelt und in der Freizeit erfaßt, zum anderen, indem die Persönlichkeitsmerkmale und die Bewältigungsstile der Betroffenen beschrieben wurden. Da davon auszugehen ist, daß eine Krankheit nicht nur ein somatisches sondern auch ein psychisches und soziales Geschehen ist, war es eine weitere Zielsetzung, den Wechselwirkungen zwischen den somatischen, psychischen und sozialen Faktoren im Rehabilitationsprozeß nachzugehen. Ein weiterer Schwerpunkt der Fragestellung lag auf den institutionellen Rahmenbedingungen der Rehabilitation. Die Untersuchung des Bedingungsgefüges zwischen dem sozialen Sicherungssystem, den verschiedenen (medizinischen und nichtmedizinischen) Leistungsträgern der Rehabilitation und den betreffenden Patienten soll die Grundlage bilden für die Entwicklung von Reformvorschlägen im Rehabilitationssektor.

Design/Stichprobe

In einer Longitudinalstudie wurden ca. 1000 Erstinfarktpatienten im ersten Jahr nach ihrem Infarkt verfolgt. Dazu wurde zum Zeitpunkt der Krankenhausentlassung (T 1) der Patient und sein behandelnder Arzt schriftlich befragt, ca. ein halbes Jahr später (T 2) der Patient nochmals und ein Jahr nach der Entlassung (T 3) sowohl der Patient als auch seine Lebenspartnerin sowie der Hausarzt. Der Zugang zu den Patienten wurde über die Akutkrankenhäuser erreicht. Es wurde eine nach „Größe der Inneren Abteilung“ geschichtete Zufallsstichprobe aller Akutkliniken in der Bundesrepublik und eine zweite kleinere Stichprobe in ländlichen Gebieten gezogen. Insgesamt beteiligten sich 213 Kliniken mit 288 Kontaktärzten an der Untersuchung. Die Kontaktärzte wurden gebeten, für einen Zeitraum von einem halben Jahr jeden männlichen deutschen Erstinfarktpatienten bis zum Alter von 60 Jahren mit gesichertem Erstinfarkt in die Untersuchung aufzunehmen. Durch das aufwendige Verfahren der Stichprobengewinnung und unter Berücksichtigung von Vergleichsdaten kann davon ausgegangen werden, daß eine repräsentative Stichprobe bezüglich oben genannter Patientenmerkmale vorliegt. Ziel war es, möglichst verallgemeinerungsfähige Daten zu erheben, um so zu einer Abschätzung der Gesamtsituation der männlichen Infarkt-rehabilitanden im erwerbsfähigen Alter zu kommen.

Verlauf der Untersuchung

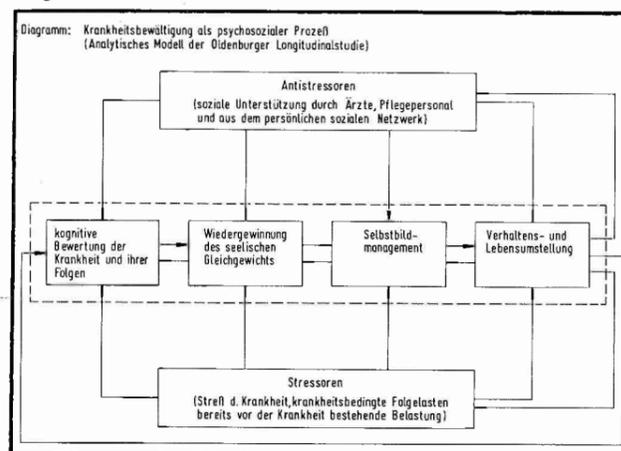
An der ersten Erhebungsphase, die im Juni 1981 gestartet wurde, nahmen 998 Patienten teil, die aus 483 verschiedenen Orten der gesamten Bundesrepublik stammen. Von den 213 Kliniken gingen 949 Arztberichte ein. 841 ausgefüllte Patientenfragebögen ergab

eine Nachbefragung nach einem halben Jahr, was einer Ausschöpfungsrate von 85 Prozent entspricht. An der dritten Erhebung nach einem Jahr beteiligten sich noch 608 Patienten (Ausschöpfungsrate 72 Prozent) sowie 521 Partnerinnen dieser Patienten und von den Hausärzten gingen 476 Berichte ein. Die Erhebung wurde im März 1983 abgeschlossen.

Inhalte und Instrumente

Erhoben wurden Erklärungsfaktoren (unabhängige Variablen) aus folgenden Bereichen: körperlicher Zustand, Behandlungsmaßnahmen, soziale Unterstützung (soziales Netzwerk, supportive Leistungen und Interaktionen), Persönlichkeit, Bewältigungsstile, chronische Belastungen in Ehe, Familie und Beruf. Auf der Wirkungsseite (abhängige Variablen) wird der herkömmliche medizinische Genesungsbegriff um psychosoziale und soziale Dimensionen erweitert.

Hinsichtlich der somatischen Dimension wurden Indikatoren für folgende medizinische Variablen erhoben: Standardrisikofaktoren,



ren, Schwere des Akutverlaufs, Ausmaß der Myokardschädigung, Grad der atherosklerotisch bedingten Ischämie, Vorhandensein von Herzrhythmusstörungen, körperliche Belastbarkeit, Multimorbidität. Die psychosoziale Dimension umfaßt Variablen, die den Begriff psychische Gesundheit in einem sehr weiten Sinne abdecken: psychisches Wohlbefinden, psychischer Zustand (Angst und Depression), positives Selbstkonzept und Selbstbild, Kontrollbewußtsein, subjektive Einschätzung des Krankheitszustandes und seiner Folgen. Die soziale Dimension des Genesungserfolges wird aus folgenden Variablen bestimmt: Rückkehr zur Arbeit, Wiederaufnahme sozialer Rollen in der Familie (Vater, Ehemann usw.), soziale Teilnahme/sozialer Rückzug, Wiederaufnahme normaler Freizeitaktivitäten.

Ergebnisse der Untersuchung

Die medizinische Versorgung der Infarktpatienten ist zwar gut durchorganisiert, d.h. 86 Prozent der Patienten unserer Stichprobe

durchlaufen eine stationäre Rehabilitationsbehandlung, trotzdem zeigen sich einige Mängel: erstens in der unterschiedlichen Behandlung im Akutkrankenhaus mit einer teilweise unzureichenden Vorbereitung der Patienten auf die Rehabilitationsphase und zweitens in der ambulanten Nachsorge, die trotz des Wirkens der Herzgruppen als wenig abgestimmt und medizinisch uneinheitlich bezeichnet werden muß. Generell ist festzuhalten, daß dem somatischen Teil der Behandlung - wenn auch in unterschiedlicher Qualität - Rechnung getragen wird, daß aber die psychischen und sozialen Belange der Rehabilitanden nur sehr bedingt berücksichtigt werden. Letzteres zeigt sich u.a. daran, daß die Ärzte ihre Funktion als Sozialagent und Berater des Rehabilitanden nur schwach ausfüllen, so bleibt die Einbeziehung wichtiger anderer Personen (Ehefrau, Kinder, Arbeitgeber, Betriebsarzt) in den Behandlungsprozeß eher die Ausnahme als die Regel, obwohl ein entsprechender Bedarf festzustellen ist.

Die Ergebnisse zum Lebensbereich Familie zeigten, daß die Bindungen in der Familie und Ehe einen großen Einfluß auf das allgemeine Rehabilitationsklima haben, d.h. eine Ehe, die durch eine enge Beziehung gekennzeichnet ist, fördert das psychische Wohlbefinden des Rehabilitanden und trägt so zu seiner Wiedergenesung bei.

Bei den Untersuchungen zum Bereich der Arbeitswelt stellt sich eine Ambiguität heraus. Bietet der Arbeitsplatz einen genügend breiten Handlungs- und Dispositionsspielraum, so war durchaus ein stark positiver Einfluß der Rückkehr zur Arbeit auf die Wiedergenesung festzustellen. Ist dagegen die Rückkehr von Patienten nicht gewünscht, nehmen die diskriminierenden Momente (Stigmatisierung und/oder zusätzliche Arbeitsbelastung) am Arbeitsplatz zu, so hatte dies negative Auswirkungen auf das Befinden der Rehabilitanden. Allgemein gilt aber, daß - über alle Gruppen verglichen - diejenigen, die wieder in den Arbeitsprozeß zurückkehrten, ein Jahr nach dem Infarkt in einem besseren psychosozialen Zustand waren, als Rehabilitanden, die frühberentet wurden oder gar als jene, die nach einem Jahr noch krankgeschrieben waren. Der Verlust der Arbeit und die soziale Statusunsicherheit als Krankgeschriebene bestimmen sehr stark den Rehabilitationserfolg im Sinne einer psychischen und sozialen Wiedergenesung.

Die Tabelle zeigt den Anteil der Patienten, die eine Einbeziehung Anderer wünschten und die Realisierung dieses Wunsches durch den Hausarzt. So wünschten sich 420 Patienten eine Beteiligung ihrer Partnerin am Behandlungs- und Beratungsprozeß, aber nur bei 230 Patienten, etwas mehr als der Hälfte, wurde dieser Wunsch in die Tat umgesetzt.

Patientenorientierte Behandlung durch die Einbeziehung wichtiger anderer Personen in den Behandlungs- und Beratungsprozeß (N = 608)

wichtige andere Person	Einbeziehungswunsch des Patienten		davon erfolgte Einbeziehung durch den Arzt	
	abs.	(%)	abs.	(%)
Partnerin	420	(76)	230	(55)
erwachsene Kinder	120	(32)	16	(13)
Arbeitgeber/				
Vorgesetzte	104	(26)	11	(11)
Betriebsarzt	137	(36)	24	(18)

Rückwirkungen des psychischen und sozialen Genesungszustandes auf die Entwicklung des somatischen Zustandes konnten wegen der Kürze der Beobachtungszeit von einem Jahr nicht festgestellt werden. Diesen Fragen wird in einer Folgestudie, die sich über den Zeitraum von fünf Jahren nach dem Infarkt erstrecken wird, nachgegangen.

Wiederaufnahme der Arbeit nach Berufsgruppen ein Jahr nach Entlassung aus dem Akutkrankenhaus (n = 577)

Berufsgruppen	Arbeit wieder aufgenommen		Arbeit nicht wieder aufgenommen	
	abs.	(%)	abs.	(%)
Arbeiter	48	48 %	52	52 %
Angestellte	72	72 %	28	28 %
Beamte	64	64 %	36	36 %
Selbständige	73	73 %	27	27 %
Gesamt	60	60 %	40	40 %

CRAMER'S V = .23

Schlußfolgerungen

Die vorgestellten Ergebnisse lassen folgende Schlußfolgerungen bzw. Forderungen an die Sozial- und Gesundheitspolitik zu. Die Versorgung von Herzinfarktpatienten muß auf eine breitere sozialmedizinische und sozialepidemiologische Basis gestellt werden.

Dies bedeutet im einzelnen:

- die Berücksichtigung des sozialen Umfeldes des Patienten/Rehabilitanden bei der Aufstellung von Rehabilitationsprogrammen und eine entsprechende Ausbildung der Mediziner,
- die Umstellung auf Teamarbeit (Mediziner, Sozialarbeiter, Psychologen, Berater etc.) im ambulanten und stationären Bereich, um einer umfassenden Rehabilitation gerecht zu werden,
- die Überwindung von Koordinations- und Kooperationsproblemen zwischen den derzeitigen Leistungserbringern in der Akut-, Rehabilitations- und Nachsorgephase,
- die Reorganisation bei den Trägern der Rehabilitationsleistungen im Sinne einer nahtlosen und schnellen Rehabilitation,
- die Entwicklung von alternativen Rehabilitationsmodellen, die über die Grenzen des Sozialversicherungssystems und des Sicherstellungsauftrages für die niedergelassenen Ärzte hinausgehen und auch den Betrieb als Ort der Rehabilitation erkennen und die sich dem Personenkreis der verrenteten Rehabilitanden widmen,
- die Betonung der Rechte und Entscheidungsmöglichkeiten der Rehabilitanden.

Die Rehabilitation kann nicht mehr begriffen werden als eine überwindend medizinische Leistung, die am Individuum erbracht wird, sie ist vielmehr eine Leistung, die mit dem Betroffenen in seinem sozialen Umfeld als Gemeinschaftsleistung vieler zu erbringen ist. Nur bei einer solchen Auffassung von der Rehabilitation wird es möglich sein, die Selbsthilfepotentiale der Patienten/Rehabilitanden und die Hilfpotentiale ihrer Umwelt zu aktivieren und zu fördern. Dies beinhaltet in einer langfristigen Perspektive auch die Aussicht auf eine qualitativ bessere und effektivere Gesundheitssicherung.

Wird Reden wieder eine Kunst?

Zum Stand der Rhetorikforschung

Von Joachim Dyck

„Rhetorik“ ist im Allgemeinverständnis ein Begriff, der auf Vorbehalte stößt: Wir verbinden mit dem Wort eine Rede, die unwahr, umständlich oder hohl erscheint. Diese negative Bedeutung hat sich im 19. Jahrhundert durchgesetzt. Besonders in den romanischen Ländern Europas hat das Wort „Rhetorik“ den guten Klang behalten, den es seit der griechisch-römischen Antike hatte, nämlich die Kunst zu sein, „gut“ zu reden, *ars bene dicendi*.

Was aber heißt gut reden? Vordergründig mag es „elegant“, „gefällig“ und „fehlerlos“ bedeuten. Aber hinter solchen Begriffen stehen Normvorstellungen. Für die Rhetorik ist nicht die Norm einer kunstvollen Gestaltung das entscheidende Kriterium, sondern die Wirkung. „Gut reden“ heißt im Bereich der Rhetorik „wirkungsvoll reden“. Mit Wirkung ist das Überreden, das Überzeugen dessen gemeint, zu dem geredet wird. Aristoteles meint, die Rhetorik sei „eine Fähigkeit, für jede beliebige Sache die Mittel zu erkennen, die es möglich machen, zu überzeugen“. „Die Rhetorik ist“, so können wir mit Walter Jens sagen, „nach antiker Definition die Kunst des guten Redens und Schreibens im Sinne einer von Moralität zeugenden, ästhetisch anspruchsvollen, situationsbezogenen und auf Wirkung bedachten Äußerung, die allgemeines Interesse beanspruchen kann. Sie umfaßt die Theorie (*ars rhetorica*, Redekunst) als auch die Praxis (*ars oratoria*, Beredsamkeit) und hat damit zugleich den Charakter von Kunstlehre und Kunstübung“.

Entscheidend für die Bestimmung der Rhetorik ist also, daß sie lehren will, durch Sprache Menschen zu beeinflussen. Die ursprüngliche Beschränkung der Rhetorik auf die Mündlichkeit und die Ausrichtung ihres Regelsystems auf ganz bestimmte Anwendungsbereiche ist schon in der Antike durchbrochen worden, so daß bald die schriftliche Äußerung und damit der gesamte Bereich der Literatur im weitesten Sinne, vom Geschäftsbrief über die Geschichtsschreibung bis zum Gedicht, unter den Begriff der „Rhetorik“ fallen konnte und zumindest teilweise nach ihren Lehren gestaltet wurde. Die gesamte Theorie der Literatur war in ganz Europa bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts mit der Rhetorik identisch, und es gab in Deutschland erst eine eigene Ästhetik als Lehre vom Kunstschönen, nachdem die deutsche Klassik die Unterscheidung von zweckfreiem künstlerischen Machen und zweckhaftem rhetorischem Machen einführte und Hegel die wertende Unterscheidung zwischen Kunstwerk und Rede bekräftigte. Solche Angriffe gegen die Rhetorik bestätigen, daß man sich bis weit ins 19. Jahrhundert über ihre Bedeutung als einer auf reale Wirkung und nicht auf die Beförderung von Schönheit abzielenden Disziplin im klaren war: deshalb die Invektiven gegen ihre „Vorstellung“-Technik (Goethe), gegen das „Überlisten“ und „Überschleichen“ (Kant); deshalb vor allem das Ausspielen der „reinen Poesie, die nie einen Zweck außer sich selbst hat“ (Schelling).

Die Antike kannte solche Unterschiede nicht. Selbstverständlich galt Homer auch als großer Redner und Odysseus allemal, selbstverständlich war die Poetik des Horaz nach rhetorischen Gesichtspunkten aufgebaut: Aristoteles, Cicero und Quintilian repräsentieren mit ihren Schriften den klassischen Stand der Rhetorik, der „Meisterin der Überredung“ (Gorgias) und der „seelenwendenden Königin“ (Cicero).

Im traditionellen Entwurf des rhetorischen Systems dieser Autoren

werden zunächst in Hinsicht auf Situation und Material der Rede (oder der schriftlichen Äußerung) drei große Anwendungsbereiche unterschieden: die Rede vor Gericht (*genus iudiciale*), hauptsächlich also Anklage und Verteidigung in einem Prozeß; die Rede vor einem politischen Gremium (*genus deliberativum*) für oder gegen politische Entscheidungen; die Rede vor einer festlichen Versammlung (*genus demonstrativum*), in der Lob und Tadel ausgesprochen wird (eine wichtige Funktion auch der Literatur).

Rhetorik hat es also grundsätzlich mit der Parteilichkeit des Sprechenden zu tun und mit einer Alternative, vor die der Aufnehmende gestellt ist und bei der er sich im Sinne der Wünsche des Sprechenden entscheiden soll.

Den Prozeß der Herstellung einer Rede gliederte die Antike in fünf Bearbeitungsphasen: die gedankliche Bearbeitung der Sache - unterteilt nach Gedankenfindung und -anordnung, das Anwenden der sprachlichen Ausdrucksmittel, das Einprägen ins Gedächtnis und den Vortrag (*inventio, dispositio, elocutio, actio* und *memoria*). Die ersten drei Stufen sind seit jeher besonders betont worden. In der neuesten Zeit gewinnt aber durch das Aufkommen der akustisch und optisch-akustisch arbeitenden Medien Funk, Fernsehen und Film auch die Theorie der Darbietung eine gar nicht zu überschätzende und längst nicht hinreichend erfaßte Bedeutung. Das gesetzte Ziel, den Hörer (Leser) zu erreichen und ihn zu einer Zustimmung zu bewegen, teilte die Rhetorik nach den angewendeten Mitteln ein: entweder demonstriert der Redner etwas durch Vorbringen von Fakten auf einer sachlichen sprachlichen Ebene und spricht den Verstand an, oder er wendet sich an das Gefühl, bedient sich einer ausgeschmückteren eindringlichen sprachlichen Diktion, oder er zieht schließlich alle sprachlichen Register, um sein Ziel zu erreichen. Die eigentliche Aufgabe des Redners besteht - nach antikem Verständnis - nicht in dem kalten Vortrag von Argumenten, sondern in einer durch die rhetorischen Figuren ausgezeichneten Sprache, um die Affekte beim Zuhörer hervorzulocken.

Die Rhetorik versteht sich also im weitesten Sinn als Psychagogie, als direkte Einwirkung durch Sprache auf die Seele. Wenn man aber jemanden beeinflussen will, muß man auch wissen, wie derjenige denkt und handelt, den man beeinflussen will. Daher sind von frühester Zeit psychologische und soziologische Überlegungen Bestandteil der Rhetorik. Für sie war immer klar, daß bei der Abfassung einer Rede der Adressat, sein Alter, die Zugehörigkeit zu einer ständischen Gruppe, sein Bildungshorizont, seine Herkunft etc. mit berücksichtigt werden muß.

Ideen- und mentalitätsgeschichtlich ist die Rhetorik daher eine Vorläuferin der Psychologie gewesen, denn alle Überlegungen zur Affektverfaßtheit des Menschen wurden, außer in der Medizin, im Rahmen der Rhetorik vorgebracht. Und die europäische Literaturgeschichte ist - bis zum Ende des 18. Jahrhunderts - eine immanente Geschichte literarisch-rhetorischer Formen, vom mittelalterlichen Epos und der Predigt, um den Reformationsflugblättern und Streitschriften über die Lyrik des 17. Jahrhunderts und die moralischen Wochenschriften des 18. Jahrhunderts bis zu Schillers „Ästhetischen Schriften“ und der Schulrhetorik des 19. Jahrhunderts, die noch Georg Büchner zu lernen hatte. Es ist sehr fraglich, ob der

Verfall der Beredsamkeit in Deutschland danach auch wirklich stattgefunden hat: Die Geschichte der Rhetorik ab 1750 ist überhaupt noch nicht hinlänglich erforscht.

Dem wissenschaftlichen steht ein allgemein praktisches Interesse an wirkungsvoller Rede zur Seite: In der Erwachsenenbildung sind Rhetorikkurse ebenso an der Tagesordnung wie im industriellen Management und seinen Versuchen zu effektiver, konfliktfreier Führung. Die Verkündigungspraxis der Kirche knüpft an homiletische Traditionen an und macht rhetorische Technik seelsorgerischer Beratung dienlich ebenso wie die Psychotherapie, die sich in Formen der „Überredung“ in einem fruchtbaren Dialog mit der alten Rhetorik befindet.



Seit 1972 dringt die Rhetorik sogar in die Reformlehrpläne der Sekundarstufe II ein: Die alte „Kunst“ der wirkungsvollen Rede hat sich damit einen Platz im Bildungssystem, den sie zu Ende des 18. Jahrhunderts aufgeben mußte, zumindest teilweise zurückerobert. Aber in der Geschichte der Rhetorik und ihrer Bedeutung für die moderne, wirkungsorientierte Kommunikation klaffen beträchtliche Lücken. Bisher war es unmöglich, sich schnell und zuverlässig über den Stand der Forschung in der BRD zu verständigen. Das hat sich geändert, seit in Zusammenarbeit mit amerikanischen Forschern und der DFG die „Bibliographie zur Redelehre und Rhetorikforschung im deutschsprachigen Raum 1945-1979/80“ in der *Arbeitsstelle Rhetorik der Universität Oldenburg* erstellt wurde. Diese Bibliographie faßt zum ersten Mal das gesamte Schrifttum unter einen weitgefaßten Begriff der Rhetorik, so daß die angrenzenden Bereiche der Kommunikations- und Argumentationsforschung, der Homiletik und Forensik eingeschlossen werden könnten. Damit ist eine Titelsammlung entstanden, die alle jene Arbeiten umfaßt, die sich mit einer auf größtmögliche Wirkung bedachten, persuasiven Kommunikation in ihren historischen, soziologischen, linguistischen und psychologischen Dimensionen beschäftigen.

Bibliographische Arbeit ist eine Grundlagenarbeit der Forschung. Die „Arbeitsstelle Rhetorik“ hat bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft einen Antrag auf Unterstützung einer weiteren Bibliographie gestellt, die die Rhetorik des 18. Jahrhunderts erfassen soll. Es gibt bisher keine Geschichte der deutschen Poetik und Rhetorik der Aufklärung, und für ein solches Projekt ist eine bibliographische Grundlegung dringend erforderlich.

Ein besonderer Schwerpunkt der Arbeitsstelle ist die Erforschung der nationalsozialistischen Rhetorik und Propaganda. Ein Forschungsbericht zu diesem Thema ist gerade abgeschlossen und eine umfanglichere Studie, mit deren Fertigstellung im Frühjahr 1986 gerechnet werden kann, ist in Arbeit. Sie wird die Frage beantworten, welche Rolle das gesprochene Wort in der nationalsozialistischen Ideologie hatte, welche Rolle es in den parteiamtlichen Insti-

tutionen einnahm und welche Rolle dem Redner - angesichts anderer Medien - überhaupt zukam.

Zu den traditionellen Sachbereichen, etwa forensische und politische Rede, Homiletik, Gebrauchsrhetorik der Präsentation (Werbung), Wirkungsästhetik und Poetik treten Forschungsbereiche, die in der aktuellen Diskussion entweder Vorrang beanspruchen oder aber unzulässig vernachlässigt werden. Dazu gehören besonders:

- die Praxis des rhetorischen Sprechens im Alltagsleben und Beruf
- die Sprache der Wissenschaften
- die Beziehung zwischen psychologischen Methoden und rhetorischer Theoriebildung
- die Sprache der Massenmedien
- die Wirksamkeit der Rhetorik im nichtsprachlichen Bereich (Rhetorik des Bildes etc.).

1972 hat die Kultusministerkonferenz in einer Rahmenvereinbarung die Rhetorik als Schulfach gesichert, um die Erfordernisse einer sich zunehmend versprachlichenden Gesellschaft zu erfüllen. Seither ist deutlich geworden, welche Konsequenzen die zunehmende Unfähigkeit, sich sprachlich wirkungsvoll und sachbezogen auszudrücken, bei einem großen Teil der Schulabgänger in allen Jahrgangsstufen hat. Dadurch ist das Studium in allen Fächern stark behindert, so daß schon von einem „neuen Analphabetentum“ (Peter Schneider) gesprochen wird und von den Universitäten die ersten Sprachkurse „Deutsch für Deutsche“ (TH Aachen) eingerichtet werden.

Die Pläne der Kultusministerkonferenz sind leider nur ansatzweise verwirklicht worden. In der Regel spielt die Rhetorik weder im Deutschunterricht der Schulen noch im Germanistikstudium der Hochschulen eine ihrer Bedeutung angemessene Rolle. Die Deutschlehrer sind nicht dafür ausgebildet, entsprechende Kurse auszuarbeiten und anzubieten. Qualitätsvolle Lehrbücher fehlen, einen selbständigen Studiengang bietet nur die Universität Tübingen.

Nun zeigt aber die Arbeitsmarktentwicklung für Lehrer aller Schulstufen, daß es in Zukunft nur noch einen geringen Bedarf im Schuldienst gibt. Lehrerstudenten sind für außerschulische Berufstätigkeit, etwa im Rahmen der Bildungsarbeit in Betrieben und Verbänden, oder im Kulturbetrieb (Presse, Funk, Fernsehen, wirtschaftliche Textverarbeitung, Lexikographie etc.) nicht vorbereitet und geeignet.

In dieser Situation kann die Rhetorik zu einer prinzipiell berufsziel-offenen Bildung in den geisteswissenschaftlichen Fächern einen entscheidenden Beitrag leisten, weil sie neben den theoretischen Fähigkeiten auch die notwendigen praktischen Fertigkeiten vermittelt und in ihrem Ansatz interdisziplinär ausgerichtet ist.

Der Abbau der Ausbildungskapazität in den Lehramtsstudiengängen beginnt bereits die Forschung in den geisteswissenschaftlichen Fächern zu behindern. „Dem werden die Universitäten nur begegnen können“, heißt es etwa im Rechenschaftsbericht des Präsidenten der Universität Tübingen für 1982/83, „wenn sie selbst Vorschläge zur Korrektur der einseitigen Ausrichtung der bisherigen Lehramtsstudiengänge machen“, das heißt „fachbezogene und fächerübergreifende Strukturvorstellungen selbst zu entwickeln“.

In der Arbeitsstelle Rhetorik wurde dazu bereits ein Anfang gemacht, indem Seminare zur Textproduktion und zum „creative writing“ angeboten werden. Diese praktische Arbeit soll in Zukunft ausgeweitet werden, damit mehr Schreibseminare und praktische Übungen (Literaturkritik, Reportage, creative writing) als Alternativen zu den hermeneutischen (Literaturwissenschaft) und formalstrukturalistischen Seminaren (Linguistik) angeboten werden können.

Sport für alle: Das Forschungsfeld Freizeitsport

Von Jürgen Dieckert



Konditionsgymnastik für alle in der neuen Sporthalle der Universität Oldenburg

Mit der Schaffung des „Lehr- und Forschungsschwerpunktes Freizeitsport“ hat die Universität Oldenburg - bislang als einzige Hochschule in der Bundesrepublik Deutschland - zu dem gesellschaftlichen Phänomen „Sport“ eindeutig Stellung bezogen. Seit mehr als einem Jahrzehnt orientieren sich Hochschulsport, Sportlehrerausbildung, Forschungsvorhaben und Sport-Aktionen in der Region gezielt an den Bedürfnissen und Interessen der Bevölkerung nach einem „Sport für alle“.

Die hochschul- und sportpolitische Entscheidung zur Förderung des Freizeitsports basiert - auch unter Infragestellung von Entwicklungen im Spitzensport - auf dem neuen Verständnis von einem „humanen“ Sport. Dieser Theorieansatz hat zu einem neuen Konzept von Sportpraxis geführt sowie neue Forschungsaufgaben und -fragestellungen erschlossen.

Spitzensport - Freizeitsport

Eiskanal für Rodler: Spitzengeschwindigkeiten von 120 km und mehr; eine 13jährige: Doppelsalto rückwärts in den Spagat; Fernsehkommerzialisierung kauft Olympia; Durchschnittsgröße des Basketballteams: 2,03 m; wieder eine neue Doping-Affäre; 40.000 DM Honorar für Auftritt von Medaillen-Athlet; tägliches 8-Stunden-Training auch bei Kindern; bei 87 Prozent der deutschen Olympia-Athleten Überlastungsschäden...

- Das ist der Sport! - Ist das der Sport? -

Es besteht wohl kein Zweifel daran, daß die aufgelisteten Journalisten die Wirklichkeit des heutigen Spitzensports exemplarisch abbilden und damit auch das Sportverständnis der Bevölkerung prägen. Ist das aber der Sport, den laut EMNID-Befragung 50 Prozent der bundesdeutschen Bevölkerung gelegentlich bis regel-

mäßig realisiert, oder ist das der Sport, der von 19 Millionen in 60.000 Turn- und Sportvereinen betrieben wird? -

Der finnische Soziologe Kalevi Heinilä hat 1982 den „totalization process in international sport“ treffend analysiert und dabei den Spitzensport als den Produktionsprozeß von Medaillen durch ein integrativ arbeitendes Team von Trainern, Medizinern, Pharmazeuten, Psychologen, Biomechanikern, Physiotherapeuten, Managern etc. entlarvt. Der Athlet gerät bei diesem Produktionsprozeß immer mehr in Abhängigkeiten - letztlich wird er dem zahlungswilligen Sportzuschauer (oder dem Fernsehen) als Ware verkauft, wobei sich das Produktionsteam geschäftstüchtig um die Steigerung, zumindest jedoch um die Erhaltung des Marktwertes ihres Athleten bemüht.

Wurde früher noch zwischen Profisport und Amateursport im Hochleistungsbereich unterschieden: heute läßt sich strukturell ein Unterschied nicht mehr feststellen. Das Internationale Olympische Komitee ist bereits dabei, die Zulassung von Profisportlern zu den Olympischen Spielen vorzubereiten. In der Bundesrepublik stehen ca. 4000 Spitzenathleten im „Produktionsprozeß“. Die „Humanitäts“-Appelle der deutschen Sportführung von 1977 und 1983 beweisen, daß man die großen Gefahren der Manipulation des Menschen im Spitzensport erkannt hat.

- Das ist der Sport! - Ist das der Sport? -

Mütter schwimmen mit ihren Babies; in einem Altenheim spielen Senioren mit Luftballons; „unentschieden“ trennen sich zwei befreundete Thekenmannschaften im Fußball; mehrere Familien organisieren Strand-Volleyball während des Urlaubs; die vielseitige Verwendbarkeit des Fahrradschlauches wird in der Hausfrauen-Gymnastik ausprobiert; dreimal die Woche treffen sich Nachbarn zum Waldlauf; 30000 nehmen am vielseitigen Wahlwettkampf anlässlich des Deutschen Turnfestes teil...

Die assoziativen Beispiele repräsentieren den anderen Sport, 1959 vom Deutschen Sportbund als „Zweiter Weg“ bezeichnet, seit 1970 durch die „Trimm-Aktion“ popularisiert, allgemein Breitensport und/oder Freizeitsport genannt, zuweilen auch mit den Begriffen belegt wie Gesundheitssport, Ausgleichssport, Erholungssport, Spilsport, Trimmisport, Alltagsport, Sozialsport, Volkssport, Massensport, Sport für alle.

Die Vielzahl der Begriffe dokumentiert die Vielgestaltigkeit eines Phänomens, das sich in seinen idealtypischen Merkmalen strukturell vom Spitzen- und Hochleistungssport unterscheidet. Der im Sinne eines Oberbegriffes von uns so genannte „Freizeitsport“ ermöglicht primär die Befriedigung von Bedürfnissen wie Freude, Geselligkeit, Gesundheit, ordnet Lernen und Leisten unter persönliche Gütekriterien, öffnet sich auch für alters-, geschlechts- und leistungsheterogene Gruppierungen, findet unter regelgebundenen, aber auch regelverändernden Übungs-, Spiel- und Wettkampfinhalten statt, garantiert Verhaltensfreiheit ohne fremdbestimmte Leistungszwänge, neigt zu freien Methoden, demokratischer Mitbestimmung und Selbstorganisation. Somit kann der Freizeitsport zu einem „Lebensbegleiter“ werden. Er soll daher zusätzlich neue Personengruppen ansprechen (z.B. Mutter und Kind, Vorschulkinder, Ehepaare, Familien, Mädchen und Frauen, Ältere, Behinderte und Versehrte, mehr die „Unterschicht“, Gastarbeiter, Straffällige etc.). Über den Verein hinaus muß er in andere Lebensbereiche integriert (vom Kindergarten über Arbeitsplatz zum Altenheim) und als persönliche Aufgabe verstanden werden, im Verein selbst auch zu anderen Organisationsformen führen (z.B. Kurs, offene Übungsangebote, volkstümliche Übungsformen und Wettbewerbe), auch außerhalb des Vereins und der üblichen Sportstätten stattfinden (z.B. Garten, Garage, Parkplatz, Wald und Feld), nicht nur gebunden sein an normale Sportgeräte, sondern auch Alltagsgeräte mit einbeziehen (z.B. Stühle, Handtuch, Besenstiel), sich auch freimachen vom traditionellen Sport und Sportarten neu deuten und persönlich gestalten und letztlich zu einer neuen Didaktik und Methodik im Sinne eines offenen Curriculums beitragen. Dieser bereits so realisierte und weiter entwicklungs-offene Freizeitsport des normalen Bürgers verwirklicht das Konzept von einem „humanen“ Sport: nicht mehr der Sport soll einseitig den Menschen bestimmen, sondern der Mensch soll entscheiden können, wie, wo, wann, wie lange, mit wem, mit welchen Hilfsmitteln, in welcher Form er welchen Sport betreibt.

Forschungsfeld „Freizeitsport“

Das Forschungsfeld „Freizeitsport“ ist gemessen an der Vielzahl der Untersuchungen zum Spitzensport/Leistungssport insgesamt vernachlässigt worden. Das hat verschiedene Gründe, deren Wurzel letztlich in der Macht des „totalization process of international sport“ und seinen forschungspolitischen Folgen zu finden ist.

Gegen den Trend spitzensportlicher Auftragsforschung hat sich die Sportwissenschaft in Oldenburg schon zu Beginn der siebziger Jahre freizeitsportlichen Problemen zugewandt. Eine Reihe von Untersuchungen aus sportmedizinischer, sportsoziologischer, bewegungstheoretischer, sportpädagogischer und -didaktischer Sicht konnten insbesondere im Rahmen des vom Bund geförderten Modellversuchs „Freizeitsport“ durchgeführt werden. Verschiedene Freizeitsport-Aktionen, der freizeitsportorientierte Hochschulsport, der „Spiel- und Bewegungsmarkt“, die das neue Sportverständnis vermittelnde Sportlehrerausbildung mit schulpraktischen Phasen waren und sind Forschungs- und Praxisfelder zur Erkenntnisgewinnung und Erkenntnisvermittlung.

Die Ergebnisse einer Forschungsrichtung sind „vorzeigbar“ geworden: in der Sport- und Freizeit-Architektur. Mit einem Aufwand von ca. 30 Millionen DM konnten die neuen Universitäts-

Sportstätten als freizeitorientierte Modelle entwickelt und gebaut werden.

Beim herkömmlichen Sportstättenbau war (und ist leider noch!) der regelgerechte, international normierte Spitzensport die entscheidende Vorgabe und „Vorschrift“ zum Bau von Sportstätten, auch für die Schul- und Vereinsnutzung. „Laborstätten“ entstanden: Sporthallen ohne Fenster, Sportplätze mit Kunststoffbahnen, Schwimmhallen als Hin-und-Herschwimmstrecken. Die Ansprüche von 4000 Spitzenathleten - oder seien es auch 20000 - determinierten die gebaute Sportumwelt für zwölf Millionen Schüler und 19 Millionen Vereinsmitglieder sowie Millionen weiterer nicht-organisierter Bundesbürger!

Ausgangspunkt des Oldenburger Sportstättenkonzepts waren Ergebnisse der Freizeitsport-Forschung; bedürfnis- und interessenorientierte Vielfältigkeit und Multifunktionalität, freizeitgerechte und benutzerfreundliche Gestaltung, animative Anreize zu vielseitigen Körper-, Bewegungs-, Umwelt- und Sozialerfahrungen. Das alles jedoch unter zusätzlicher (aber nicht primärer!) Berücksichtigung von Spielfeldnormungen und Wettkampfanforderungen.

So entstanden mehrere neue, modellartige Typen von freizeitsportgerechten Sportstätten. Ein Hallenbad mit Wasserfall, Wildbach, Rutsche, Felsblock als Insel, Sprudeldüsen, Bewegungsnischen und gestaltetem Uferbereich gibt es in derartiger Vielfalt bislang nicht im kommunalen oder staatlichen Bereich. Die leider wegen Streichung der Eislaufanfertigung und eines mobilen Sommerbodens abgemagerte Freilufthalle ist die erste ihrer Art in Deutschland. Als einzigartig in vielfacher Hinsicht darf auch die große Sporthalle bezeichnet werden. Durch ihre unterschiedlichen Raumhöhen mit einer durch Vor- und Rücksprünge sowie Dachschrägen gestalteten Decke, mit Bewegungs- und Spielnischen, die die sonst übliche starre Geometrie auflösen, durch den vielseitigen Eintritt von natürlichem Licht und die freie Zugänglichkeit ins grüne Draußen vermittelt sie spontan Wohlbefinden und ermöglicht auch alternative Spiel- und Bewegungsaktivitäten. Weichboden im fußbodenbeheizten Aktionsraum II und die Multifunktionalität des Aktionsraumes I nutzbar auch als Bühnenraum und zuschaltbar zur großen Sporthalle und zu einer abgestuften Sitzmulde im Außenbereich, gehören weiterhin zu den Neuheiten. Das alternative Stadion zeichnet sich durch vielfältig verwendbare Sektoren für Spiele wie Handball, Basketball, Volleyball sowie für freie Spiel- und Bewegungsaktivitäten aus. Eine gelenkschonende Finnenbahn, eingegliedert in eine abwechslungsreich gestaltete Landschaft, lädt zum Dauerlauf ein. Neuartig sind ebenfalls die Einrichtungen für das Freiluft-Squash. Damit hat die Universität Oldenburg im Gegensatz zu den von den Anforderungen des Spitzensports diktierten, häufig laborähnlichen Sportbauten neue modellartige Typen freizeitorientierter Sportstätten mit Vorbildcharakter für den künftigen humanen Sportstättenbau schaffen können.

„Humaner“ Sport kann nur in „natürlicher“ oder „human“ gestalteter Umwelt stattfinden. Im Rahmen fortschreitenden Umweltbewußtseins einerseits und eines auf Zukunftstechnologien gerichteten Denkens und Planens andererseits ist der Sportstätten- und Sportgerätebau für den Freizeitsport ein ausbaufähiger Bereich. Seine zusätzliche Bedeutung erfährt er durch die Tatsache, daß inzwischen alle Industrieländer, aber auch schon sehr viele Länder der sogenannten Dritten Welt Animations-Kampagnen zur Förderung des „Sports für alle“ entwickelt haben.

Die Schwerpunktsetzung „Freizeitsport“ an der Universität Oldenburg hat ihre Wirksamkeit nicht einseitig auf die Region begrenzt - sie hat durch eine Reihe von bundesweiten und internationalen Kontakten und Formen der Zusammenarbeit zum Aufbau einer inzwischen bekannten und kooperationsbe-reiten Lehr- und Forschungsstätte geführt.

Menschen unserer Zeit haben hohe Wohnansprüche!

Nutzen Sie die 15 jährige Erfahrung im schlüsselfertigen Eigenheimbau des

**Bauunternehmens
Ihres
Vertrauens:**



FRANZ-J. WICHMANN

BAUPLANUNG — BAUFINANZIERUNG — BAUUNTERNEHMEN

Hundsmühler Straße 163 — 2900 Oldenburg — Telefon (04 41) 50 10 18

Wir bauen für Sie auf Ihren oder unseren Grundstücken Stein auf Stein
in bester handwerklicher Qualität!

Gute Baugrundstücke in und um Oldenburg vorhanden.

Eine Vielzahl zufriedener Kunden ist unser Leistungsbeweis!

Ihr Partner bei all Ihren
Aufgaben für die
Druckindustrie

Littmanndruck

seit 1863

Offsetdruck · Buchdruck

Rosenstraße 42/43

2900 Oldenburg

Telefon (04 41) 2 70 51/52