

April 80

Einblicke

Forschung an der Universität Oldenburg

Inhalt



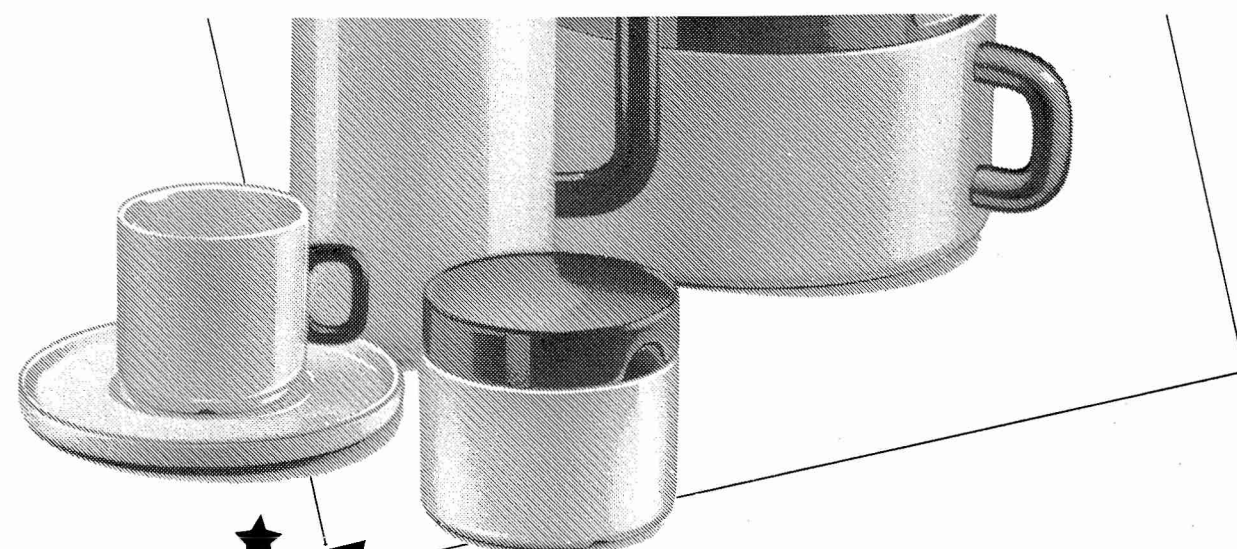
Nr. 3

Einblicke

Forschung an der Universität Oldenburg

Inhalt

Sigrid Jannsen/Karl-Heinz Lüpkes Biogas aus Schlachthofabfällen	4	Rainer Krüger Heimat: Heile Welt? Heimatsforschung und Geographie an der Universität Oldenburg	25
Peter Janiesch/Petra Moog Leben ohne Sauerstoff Ökologische Strategien von Pflanzen in Sumpfgebieten	8	Dieter Brühl/Sabine Stein Überleben und Patriarchismus Frau und Armut in Nordost-Brasilien	29
Steven Perry Lungen durch die Jahrmlionen	12	Thomas Blanke/Stefan Müller-Doohm „Vernunft wird Unsinn, Wohltat Plage“ Oder: Wider die Lust am Untergang	32
Rainer Reuter Meeresforschung mit Laserfernmessverfahren	15	Jörg Wolff Die Entwicklung des Jugendstrafrechts in Deutschland seit 1880	36
Falk Rieß Vom Fahrrad zum energiesparenden Leichtfahrzeug	23		



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.



* Design Plus - Frankfurt

Porzellanfabrik Friesland · Bentz GmbH & Co. KG · Postfach 1560 · 2930 Varel 1

Einblicke

2. Jahrgang, Heft 3, April 1986
 Herausgeber: Der Präsident der Universität Oldenburg
 Redaktion: Presse- und Informationsstelle, Stefan Bieck (verantwortlich),
 Gerhard Harms, Ammerländer Heerstraße 114-118, 2900 Oldenburg, Tel.: (0441) 798-2417
 Layout: Uwe Koopmann
 Satz: Gisela Rodenberg
 Reprographie: Klaus Liebig
 Fotos: Wilfried Golletz/Immo Raether
 Druck und Anzeigenverwaltung: Littmandruck, Rosenstraße 42/43, 2900 Oldenburg, Tel.: (0441) 27051.

Autoren des Heftes

Prof. Dr. Thomas Blanke, Fachbereich Wirtschafts- und Rechtswissenschaften, Arbeitsrecht
 Dr. Dieter Brühl, Fachbereich Sozialwissenschaften, Institut für Soziologie, Projekt: Familie und Armut
 Prof. Dr. Peter Janiesch, Fachbereich Biologie, Physiologische Ökologie
 Prof. Dr. Sigrid Jannsen, Fachbereich Biologie
 Prof. Dr. Rainer Krüger, Fachbereich Sozialwissenschaften, Geographie
 Dipl.-Biologe Karl-Heinz Lüpkes, Fachbereich Biologie
 Petra Moog, Fachbereich Biologie, Physiologische Ökologie
 Prof. Dr. Stefan Müller-Doohm, Fachbereich Sozialwissenschaften, Soziologie/Interaktions- und Kommunikationstheorie
 Prof. Dr. Steven Perry, Fachbereich Biologie, Zoologie
 Dr. Rainer Reuter, Fachbereich Physik, Angewandte Physik
 Dr. Falk Rieß, Fachbereich Physik
 Sabine Stein, Mitarbeiterin im Institut für Soziologie, Projekt: Familie und Armut
 Prof. Dr. Jörg Wolff, Fachbereich Pädagogik, Sozialarbeit, Institut für Erziehungswissenschaft I

Titelbild: Steifseggenried (Caricetum elatae) im Verlandungsbereich eines Sees. Die hohen Wasserstände im Boden führen zu Sauerstoffmangel im Wurzelbereich

Biogas aus Schlachthofabfällen

Von Sigrid Janssen und Karl-Heinz Lüpkes



Typische Schlachthofanlage, deren hoher hygienischer Standard große Abwasserbelastungen verursacht

Eine umweltfreundliche Beseitigung von Abfallstoffen stellt heute eine extrem wichtige gesellschaftliche Aufgabe dar. Da die Mineralisierung organischer Abfallstoffe in der Natur ständig abläuft, ist es sinnvoll, die entsprechenden natürlichen Prozesse zu analysieren und sie - eventuell modifiziert - in technische Verfahren umzusetzen. Die Entsorgung anthropogen erzeugter Abfälle wäre ein wichtiges Resultat derartigen Vorgehens.

In der Tat werden seit mehr als 70 Jahren biologische Systeme bei der Abfallbeseitigung im großtechnischen Maßstab eingesetzt. Zum Beispiel bei der Stabilisierung des in den verschiedenen Stufen der Abwasserreinigung kommunaler Abwässer anfallenden Klärschlammes. Hier lassen sich drei wesentliche Aspekte der anaeroben (ohne Zufuhr von Luftsauerstoff) Abfallbeseitigung aufzeigen:

Reduzierung der organischen Belastung,
Bildung von Methan (CH_4) als Endprodukt, das ein hochwertiger Energieträger ist,
weitgehende Geruchsabeseitigung.

In den letzten Jahrzehnten, in denen eine unbeschreibliche Energieverschwendung stattfand, wurde das so gebildete Methan nicht als Energiequelle für den Betrieb der Kläranlagen oder kommunalen Fahrzeuge genutzt sondern lediglich abgefackelt. Die wertvolle Energie ging verloren. Mit steigenden Energiekosten wurde der Aspekt, daß neben der Abfallbeseitigung auch ein wertvoller Energieträger entsteht, zunehmend interessanter.

Mineralisierung organischer Substanz findet natürlich in erster Linie unter aeroben Bedingungen (bei Zufuhr von Luftsauerstoff) statt. Auch dieser Prozeß hat technische Umsetzungen bei der Abfallbeseitigung gefunden. Unter dem Gesichtspunkt einer

schnellen Abfallbeseitigung sind die aeroben Mineralisierungsprozesse den anaeroben vorzuziehen. Es sind jedoch zwei Aspekte bei



Im Bau befindliche Biogasanlage (Technikumsstadium)

der anaeroben Mineralisierung zu berücksichtigen, die dieses Verfahren gegenüber der Anwendung aerober Verfahren - vor allem unter wirtschaftlichen Aspekten - attraktiv machen:

- Die Bildung von Methan als Energieträger, das zumindest für den Betrieb der Abfallbeseitigungsanlage genutzt werden kann.
- Die geringe Menge an Biomasse (Mikroorganismen), die während des Abbauprozesses gebildet wird.

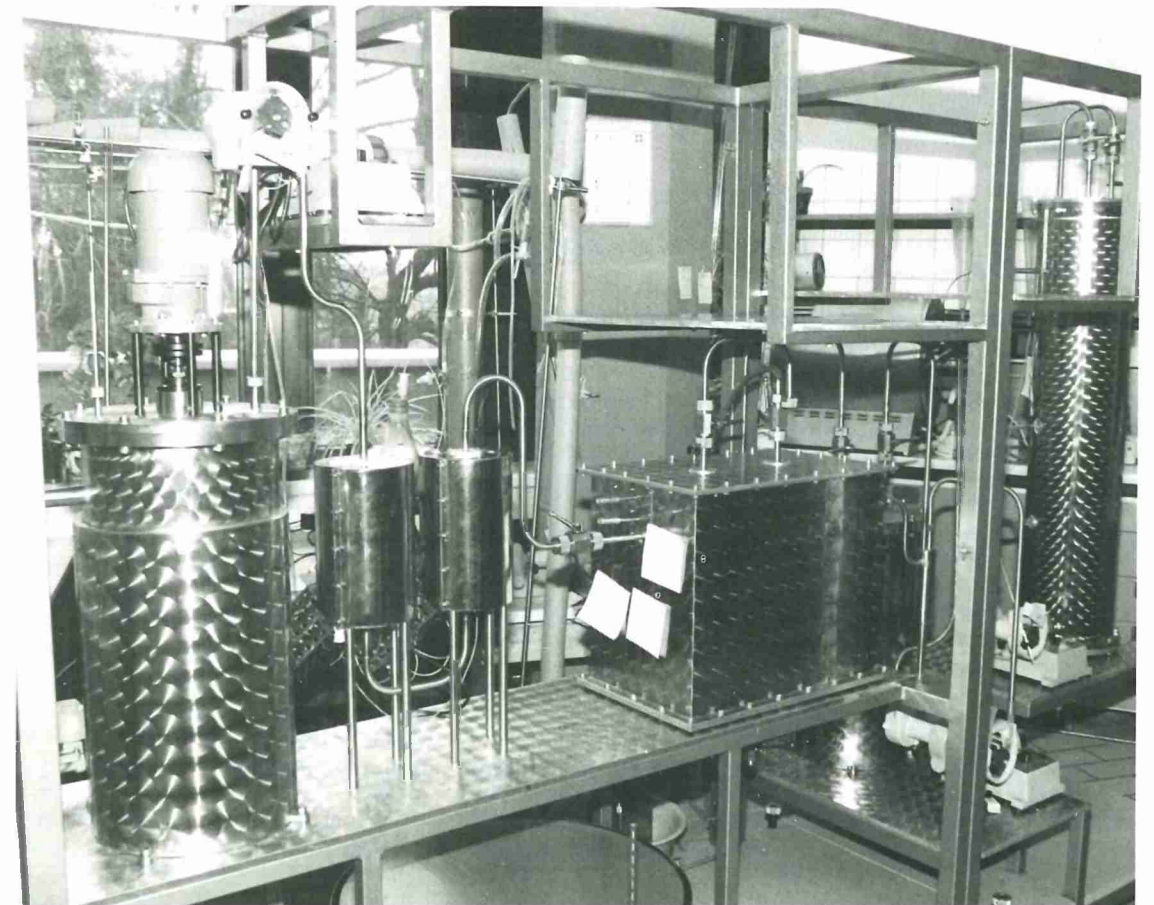
Unter aeroben Bedingungen entsteht kein dem Methan vergleichbares energiehaltiges Endprodukt; in der Regel muß nicht nur für den Betrieb der Anlage Energie bereit gestellt werden, sondern auch zusätzlich Energie, um die für den aeroben Abbau notwendige Menge an Luftsauerstoff dem System zuzuführen. Aerobe Abbauprozesse führen prinzipiell zu einer erhöhten Biomasse (Mikroorganismen) im Vergleich zu anaeroben Abbauprozessen; prinzipiell läßt sich diese über Verbrennungsprozesse auch zur Energiegewinnung einsetzen - die Energiebilanzen entsprechender Verfahren sind allerdings - wegen des hohen Energieaufwandes zum Trocknen der Restbiomasse nicht sehr günstig. Die anaerobe Fermentation von kommunalen, landwirtschaftlichen und industriellen Abwässern hat daher unter den drei folgenden Gesichtspunkten zunehmend an Bedeutung gewonnen:

- die wachsenden Anforderungen an die Qualität geklärter Abwässer,
- steigende Energiekosten für den Betrieb von Abwasserkläranlagen
- Probleme bei der Beseitigung der gebildeten Biomasse.

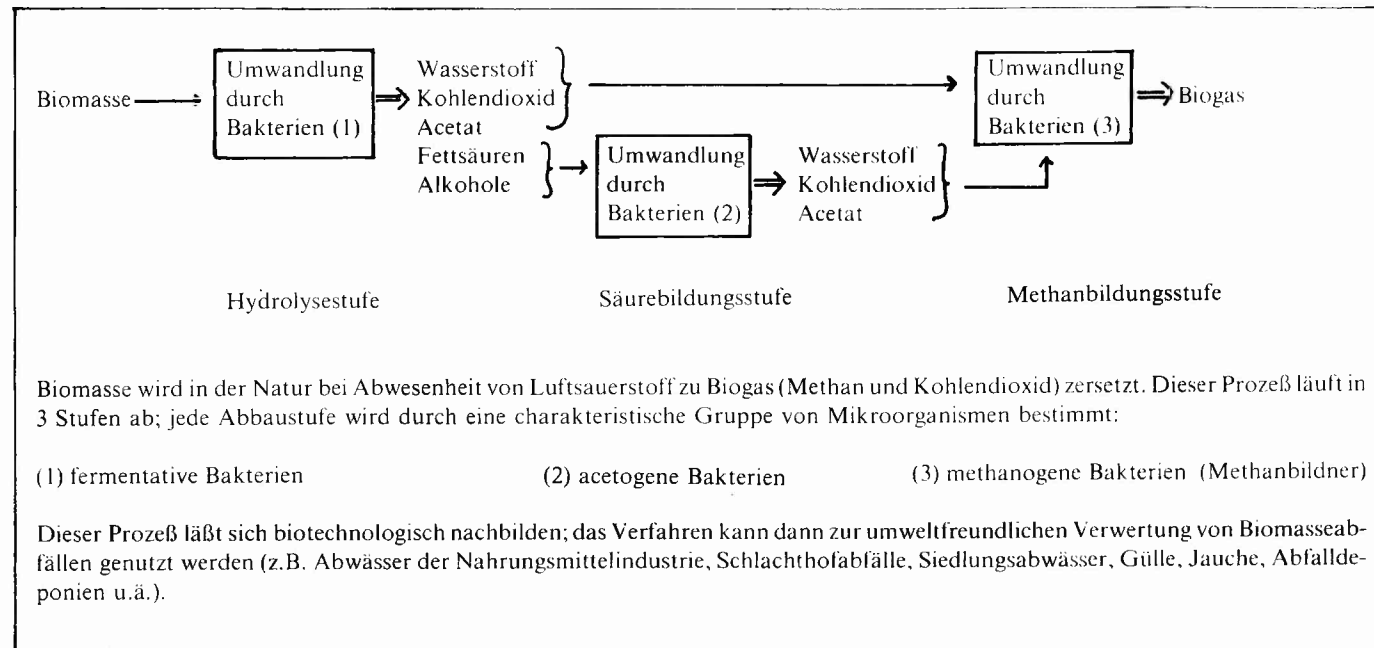


Abwasserkanal eines Schlachthofes

Um eine optimale Fermentation zu erreichen, muß die technische Prozeßführung den biologischen Prozessen angepaßt sein bzw.



Modellanlage zur Untersuchung der Parameter für eine optimale Abwasserreinigung bei gleichzeitiger Biogasbildung



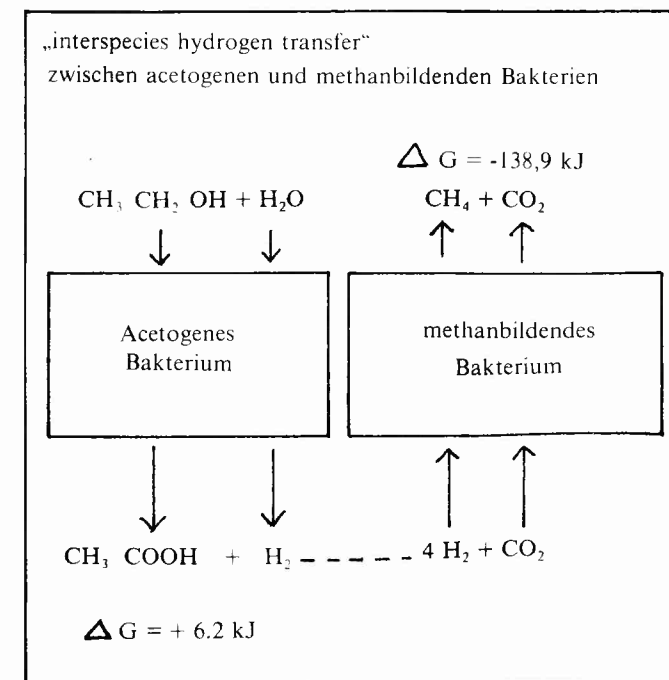
diese unterstützen; dies wird um so effektiver möglich sein, desto genauer die biologischen Abläufe bekannt sind.

Der Abbau hochmolekularer organischer Moleküle wie Kohlehydrate, Fette, Proteine zu Methan und Kohlendioxid ist an eine Nahrungskette gebunden, an der mindestens drei Mikroorganismen-Gruppen beteiligt sind. Die Biopolymere werden zunächst von der 1. Gruppe von Bakterien, den fermentativen (hydrolytischen) durch extrazelluläre Enzyme in niedermolekulare Bausteine wie Zucker, Fettsäuren, Glycerin und Aminosäuren hydrolysiert, anschließend in die Zelle aufgenommen und zu Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Milchsäure, Valeriansäure, Ethanol, Wasserstoff, Kohlendioxid, Ammoniak und Schwefelwasserstoff vergoren. Diese Substanzen können mit Ausnahme von Essigsäure, Wasserstoff und Kohlendioxid nicht von den methanbildenden Bakterien umgesetzt werden.

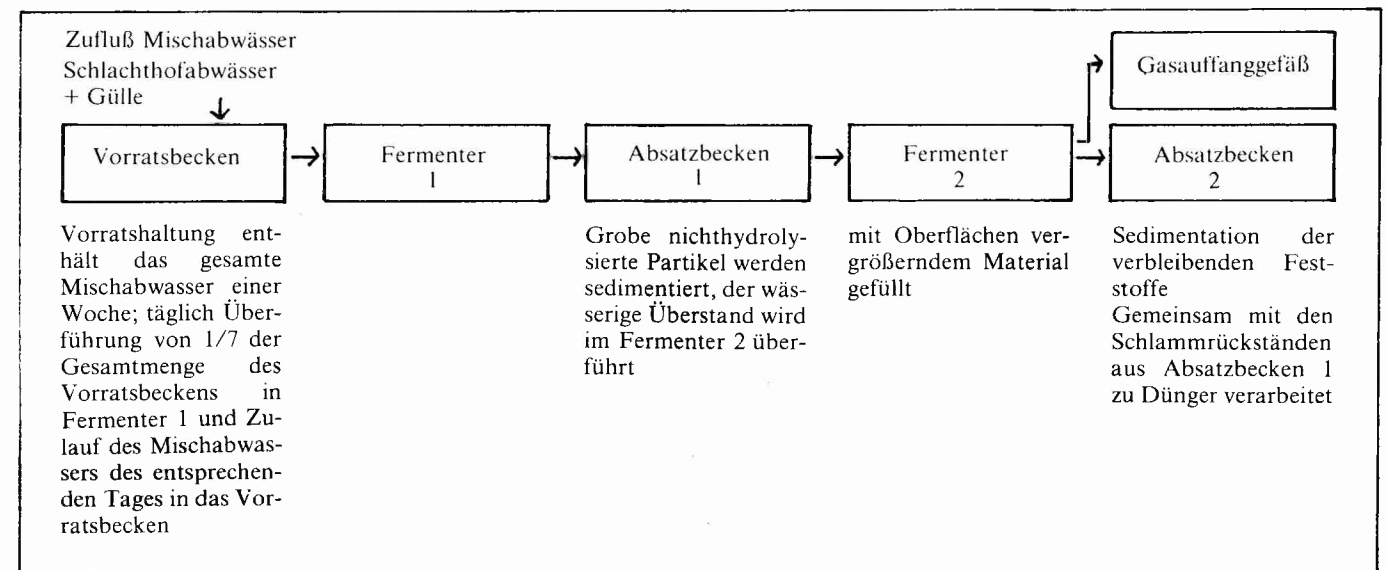
In natürlichen anaeroben Nahrungsketten findet sich zwischen den fermentativen Bakterien und den Methanbakterien eine weitere Bakteriengruppe, die acetogenen oder wasserstoffbildenden Bakterien. Diese bauen Propionsäure, Buttersäure, langkettige Fettsäuren, organische Säuren, Alkohole u.a. zu Essigsäure, Wasserstoff und Methan ab und liefern somit das Substrat für die methanbildenden Bakterien. Von Bedeutung für die technische Nachbildung dieser Abbaukette sind die in jüngster Zeit gewonnenen Erkenntnisse über das Zusammenwirken der acetogenen und der methanbildenden Bakteriengruppe. Die acetogenen Bakterien benötigen einen sehr niedrigen Wasserstoff-Partialdruck für die Umsetzung von z.B. Ethanol, Buttersäure und Propionsäure. In der Natur wird dies durch die Methanbakterien erreicht, die den gebildeten Wasserstoff verbrauchen. Acetogene und methanbildende Bakterien leben in enger räumlicher Symbiose, um so den „interspecies hydrogen transfer“ zu gewährleisten.

Sowohl acetogene Bakterien als auch die methanbildenden Bakterien sind erst in jüngster Vergangenheit entdeckt und Gegenstand intensiver Forschung geworden. Da sie zu den sauerstoffempfindlichsten, bekanntesten Organismen gehören, müssen spezielle anaerobe Bedingungen für die Kultur dieser Organismen eingehalten werden (Hungate-Technik).

Bereits anhand dieser stark vereinfachten Darstellung der komplizierten Abbaukette organischer Substanzen mit Hilfe anaerob lebender Bakterien wird deutlich, daß der optimale Abbau - d.h. Reduzierung der organischen Belastung der Abwässer und hohe Methanausbeute - eine ausbalancierte Kooperation der drei Organismengruppen voraussetzt, die weder eine Akkumulation von Stoffwechselzwischenprodukten noch deren Limitierung für die eine oder andere Bakteriengruppe zuläßt. Es liegt auf der Hand, daß detaillierte Kenntnisse, die in der Natur ablaufenden Prozesse helfen, eine Optimierung der Abbauprozesse und der Methansynthese in großtechnischen Anlagen zu erreichen.



Aufbau der Laboranlage:



Die Arbeitsgruppe Mikrobiologie arbeitet seit einigen Jahren an der Analyse der mikrobiologischen und biochemischen Prozesse, die dem Abbau von organischen Substanzen zu Biogas zugrunde liegen. Im Rahmen eines FuE Projektes sollen diese Erkenntnisse in die Praxis umgesetzt werden.

Die Abwässer eines Schlachthofes sollen gemeinsam mit Gülle in einer kontinuierlich betriebenen Biogasanlage vergoren werden. Die Anlage ist so konzipiert, daß der gesamte wöchentliche Abwasseranfall innerhalb von sieben Tagen verarbeitet wird. Bei der Prozeßführung wird insbesondere Wert gelegt auf:

- den optimalen Abbau der organischen Belastung,
- die Gewinnung eines hochwertigen Energieträgers,
- eine weitgehende Beseitigung der Geruchsbelästigung,
- die Verwendung des entwässerten Schlammes als Dünger.

Schlachtabwässer werden derzeit von den kommunalen Kläranlagen entsorgt; dies ergibt in zweierlei Hinsicht Probleme. Einerseits müssen die Schlachthöfe ca. 20 Prozent ihrer Betriebskosten für Abwasserbeseitigung, Wasser und Energie veranschlagen, auf der anderen Seite sind die kommunalen Kläranlagen oft bis an die Grenze ihrer Kapazität ausgelastet; bei stoßweisem Anfall der Abwässer kann es sogar zu Überbelastungen kommen.

Die im Rahmen dieses Projektes zu klärenden Abwässer stammen von einem Schlachthof mittlerer Größe, dem eine Rindermasthaltung angeschlossen ist. Die Abwässer des Schlachthofes sollen gemeinsam mit der anfallenden Gülle in einer ca. 130 m³ fassenden Biogasanlage vergoren werden; dabei soll eine möglichst hohe Raum-Zeit-Ausbeute erzielt werden. Das erzeugte Biogas wird für den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage und des Schlachthofes verwendet.

● In dem Schlachthof wird einmal wöchentlich geschlachtet; an den übrigen Wochentagen wird das Fleisch verarbeitet. Dies hat zur Folge, daß sowohl wechselnde Mengen an Abwässer als auch unterschiedlich belastete Abwässer im Wochenverlauf anfallen. Um eine weitgehende gleichmäßige Belastung der Fermentationsanlage zu gewährleisten, mußten die optimalen Bedingungen einer sog. „Vorratshaltung“ der zu klärenden Abwässer gefunden werden.

● Die Abwässer des Schlachthofes sowie die Gülle enthalten organische Abfälle, die eine komplexe Zusammensetzung haben und zum überwiegenden Anteil in partikulärer Form - also nicht gelöst - vorliegen. Die mikrobielle Hydrolyse dieser Substanzen ist der geschwindigkeitsbestimmende Schritt in der Methanogenese.

Dabei ist eine gut ausbalancierte Kooperation der drei beteiligten Organismengruppen, die weder zu einer Akkumulation noch zu einer Limitierung von Zwischenprodukten führt, für eine gute Gasausbeute und Reinigung unerlässlich. Bei Limitierung oder Akkumulation von Zwischenprodukten kann der Prozeß der Methanbildung zum Stillstand kommen. Um dies zu vermeiden, ist insbesondere der „interspecies hydrogen transfer“ zu gewährleisten: d.h. die räumliche Nähe der beteiligten Bakterien darf nicht durch ungenügende Populationsdichte (hervorgehoben durch z.B. Limitierung der Zwischenprodukte) oder durch heftiges Durchmischen des Substrates gestört werden. Aufgrund dieser Überlegungen wurde ein zweistufiger Prozeß entwickelt, bei dem in der 1. Stufe eine weitgehende Hydrolyse der organischen Makromoleküle und der Abbau zu niedermolekularen Zwischenprodukten erfolgt. Der von verbleibenden Feststoffen weitgehend befreite Ablauf wird in eine 2. Stufe überführt, in der die Methanisierung stattfindet. Um die räumliche Nähe der acetogenen und methanbildenden Bakterien zu erreichen, wird dieser Reaktor mit einem oberflächenvergrößerten Material gefüllt, auf dem sich die Bakterien ansiedeln können. In dem Reaktor wird das nun vorwiegend niedermolekulare organische Verbindungen enthaltende Abwasser aus der 1. Abbaustufe eingeleitet. Es umströmt das mit den Bakterien besiedelte Material, wobei der weitere Abbau zu Methan und Kohlendioxid erfolgt.

Die Arbeiten zur Optimierung des Abbaus der Schlachthofabwässer und der Gülle sowie die Optimierung der Methanbildung wurden zunächst mit einer Laboranlage (ca. 40 l Arbeitsvolumen) durchgeführt. Sie sind soweit abgeschlossen, daß im Januar dieses Jahres mit der Übertragung der Erkenntnisse in eine 30 m³ Technikumsanlage begonnen wurde. Nach Abschluß der Optimierungsarbeiten in der Technikumsanlage werden die gewonnenen Daten auf die geplante Endstufe - eine Biogasanlage mit ca. 130 m³ Fassungsvermögen - übertragen.

Leben ohne Sauerstoff?

Ökologische Strategien von Pflanzen in Sumpfgebieten

Von Petra Moog und Peter Janiesch



Wurzelhorizonte im Marschboden (Quellerzone). Eisenoxidausfällungen entlang der Wurzelbahnen des Quellgrases. (Bild: Roschkowsiki)

Der Titel „Leben ohne Sauerstoff“, bezogen auf höhere Pflanzen, erscheint zunächst sicher fragwürdig, da bekanntlich die Atmosphäre 21 Prozent Sauerstoff enthält, der zum größten Teil von den Pflanzen produziert wird. Zudem können chlorophyllhaltige (grüne) Pflanzenzellen durch die Photosynthese Sauerstoff aus Wasser freisetzen, solange CO₂ und Licht zur Verfügung stehen. Sie dient u.a. der Bereitstellung von Energie in Form von ATP Pflanzenteile, wie z.B. die Wurzeln, die kein Chlorophyll enthalten, sind zur ATP-Gewinnung auf die oxidative Phosphorylierung im Rahmen der Atmungskette angewiesen. Dafür ist eine ausreichende Sauerstoffversorgung essentiell. Trotzdem besiedeln viele Pflanzengesellschaften Lebensräume, deren Böden extrem sauerstoffarm sind. Daraus ergibt sich die Frage, wie Pflanzen auf diesen Böden ihren Energiebedarf decken können und durch welche Anpassungen sie anderen Pflanzen an diesen Standorten überlegen sind.

Sauerstoffmangel im Boden

Durch Diffusion aus der Atmosphäre liegt der Sauerstoffgehalt der Kapillarräume in gut durchlüfteten Böden bei ca. 15 bis 20 Prozent und gewährleistet so eine ausreichende Versorgung der Wurzeln. Bei Staunässe sind die Bodenkapillaren vollständig mit Wasser gefüllt und der Gasaustausch zwischen Atmosphäre und Boden ist

wegen der geringen Löslichkeit und Diffusionsrate von Sauerstoff in Wasser unterbrochen. Der verbleibende Sauerstoff wird zudem sehr schnell von den Mikroorganismen aufgezehrt. Nur die oberen Millimeter der Bodenoberfläche enthalten noch Sauerstoff.

Verschiedene Umwelteinflüsse, wie z.B. anhaltende Regenfälle in Herbst und Winter oder Überschwemmungen im Frühjahr nach der Schneeschmelze führen zu temporärer Staunässe im Boden. Dadurch wird die Wurzelatmung der dort lebenden Pflanzen eingeschränkt oder vollständig unterdrückt.

In Feuchtgebieten (Sümpfen, Mooren, Salzwiesen) führt der hohe Grundwasserspiegel zu permanenter Staunässe und vollständig anaeroben Substratbedingungen, soweit kein durchlüftetes, sauerstoffreiches Wasser zugeführt wird. Sauerstoffmangel induziert Gärungsprozesse bei im Boden lebenden Mikroorganismen, die zur Bildung und Anreicherung phytotoxischer Verbindungen im Wurzelbereich führen. Bedingt durch die reduzierenden Bodenbedingungen reichern sich außerdem Mn²⁺, Fe²⁺, H₂S und in geringen Mengen NO₂ an, die nachgewiesenermaßen das Wachstum und die Entwicklung von Pflanzen schädigen. Pflanzen, die in der Lage sind, diese Bedingungen zu überstehen, werden als überflutungstolerant bezeichnet; überflutungstolerante Arten dagegen werden durch Staunässe stark geschädigt.

Sauerstoffmangel bei Pflanzenwurzeln

Um ihren Stoffwechsel aufrechtzuerhalten und zu wachsen, gewinnen normalerweise ausreichend mit Sauerstoff versorgte Zellen ihre Energie über die Oxidation der Kohlenhydrate in drei Schritten:

Im ersten Schritt, der Glykolyse, wird 1 mol Glucose zu 2 mol Pyruvat (Brenztraubensäure) abgebaut, dabei werden 2 mol ATP und 2 mol NADH gebildet.

Im zweiten Schritt der Reaktionsfolge tritt Pyruvat in den Citratzyklus ein und wird zu CO₂ abgebaut. Im Verlauf dieser Reaktionen wird 1 mol ATP und 5 mol NADH (bzw. FADH) gewonnen.

Im dritten Schritt fließen NADH und FADH aus dem Citratzyklus zusammen mit dem NADH aus der Glykolyse in die Atmungskette. Pro mol NADH werden 3 mol ATP (2 für FADH) gebildet. In diesem Prozess werden Elektronen und Protonen über die Elektronentransportkette von NADH unter Bildung von Wasser auf Sauerstoff übertragen, die dabei gewonnene Energie wird in Form von ATP gespeichert. NADH und FADH werden zu NAD⁺ und FAD⁺ reoxidiert und zum Ausgangspunkt zurückgeschleust.

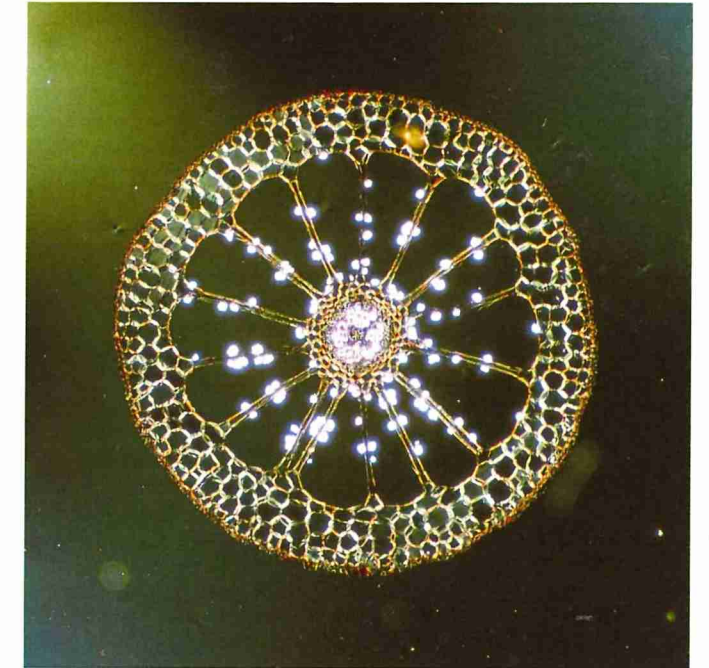
Die Energiebilanz in ATP-Form:

Glykolyse : 1 Glucose	→	2 Pyruvat	+	2 NADH + 2 ATP
Citratcyclus : 2 Pyruvat	→	2 FADH + 8 NADH + 2 ATP		
		2 FADH + 10 NADH		
Atmungskette : 10 NADH + 2 FADH	→			34 ATP
				38 ATP

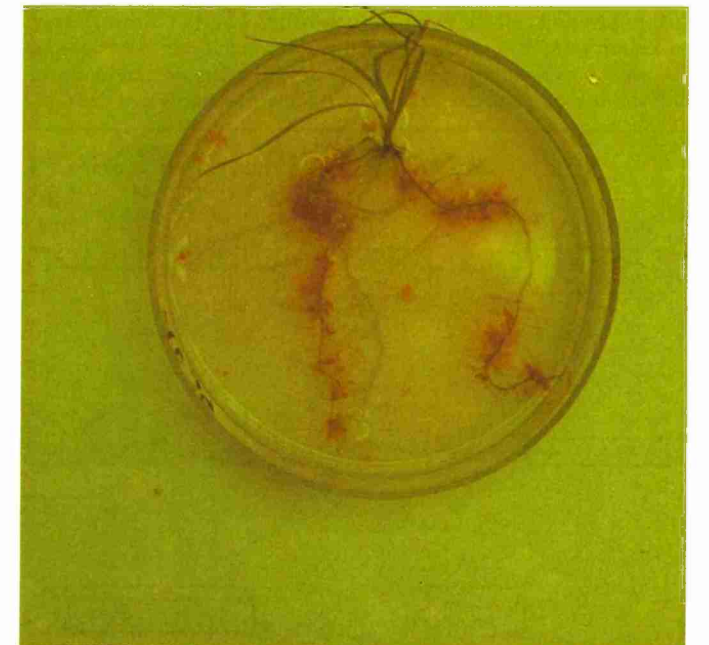
Wird ein Boden, in dem Pflanzen wachsen, überflutet, stellt die Elektronentransportkette der Wurzelzellen bei Sauerstoffmangel ihre Funktion ein; dies führt zum Rückstau von NADH und damit zur Unterdrückung des Citratzyklus, da kein NAD⁺ mehr zur Verfügung steht. Nur der erste Schritt der beschriebenen Reaktionsfolge, die Glykolyse, kann noch ablaufen. Das soeben gebildete NADH wird dann dazu verwendet, Pyruvat in Laktat (Milchsäure) oder Ethanol (Alkohol) umzuwandeln. Dieser bei Sauerstoffmangel auftretende Abbau von Glucose zu Ethanol/Lactat wird Gärung genannt. Die Energieausbeute beträgt lediglich 2 mol ATP/mol Glucose.

Pflanzenschäden bei Sauerstoffmangel

● **Wurzelschäden:** Die Reaktionen überflutungstoleranter Arten auf biotopbedingten Sauerstoffmangel ist vorwiegend an Kulturpflanzen wie Erbsen, Mais, Weizen und nur sehr wenig an wildwachsenden Pflanzen untersucht worden. Dabei zeigte es sich, daß Ethanol in hohen Konzentrationen in den Wurzeln akkumulierte. Parallel wurde eine erhöhte Glykolyserate festgestellt, die zur weiteren Ethanolbildung führt. Da ein hoher Ethanolgehalt zur Auflösung der Zellmembranen führt, wurde hierin die Ursache für den Tod der Pflanzen gesehen. Diese Hypothese wird in jüngster Zeit bezweifelt, da sowohl Wurzeln als auch isolierte Protoplasten weit aus höhere von außen hinzugefügte Ethanolkonzentrationen tolerieren können. Bei den von uns untersuchten Sumpfschilfarten traten ebenfalls hohe Ethanolkonzentrationen unter anaeroben Bedingungen auf, ohne daß Schäden beobachtet werden konnten. Die alternative Hypothese zur Erklärung auftretender Schäden wird in einer ungenügenden ATP-Versorgung für Wachstum und



Sproßquerschnitt vom Tausendblatt (*Myriophyllum verticillatum*) mit stark entwickeltem Durchlüftungsgewebe (Aerenchym) und Calciumoxalat-Kristallen



Nachweis der Eisenoxidation durch Pflanzenwurzeln (*Carex elata*) in einer Agrar-Kultur unter anaeroben Bedingungen

Stoffwechsel gesehen. Dies ist Gegenstand aktueller Untersuchungen. Auch wenn Sauerstoffmangel im Boden zweifellos Auslöser für Stoffwechseländerungen der Wurzeln ist, darf nicht vergessen werden, daß er nicht immer die direkte Schadensursache sein muß. Die reduzierenden Bodenbedingungen und die mikrobielle Respiration durch obligate und fakultative Anaerobier können zur Bil-

dung und Anreicherung von z.B. Fe^{2+} , Mn^{2+} , NO_2 und H_2S führen, die nachgewiesenermaßen zu Pflanzenschäden führen.

● **Sproßschäden:** Die Mechanismen, die zu Sproßschäden führen, unterscheiden sich grundsätzlich von den Wurzelschäden, da die Sprosse keinem Sauerstoffmangel ausgesetzt sind. Die Störungen von Wurzelwachstum und -funktion führen entweder zur ungenügenden Versorgung des Sprosses mit Wasser, Nährstoffen und Hormonen oder einer abnormen Überschwemmung mit toxischen Substanzen, die durch den Sauerstoffmangel entstanden sind. An den Sprossen zu beobachtende Schäden sind beispielsweise Wachstumshemmungen, Vergreisung und Mangelerscheinungen verschiedener Mineralstoffe.

Anpassungsstrategien

● **Anatomische Anpassungsstrategien:** Engverbunden mit der Überflutungstoleranz scheint die Fähigkeit zu sein, durch anatomische Veränderungen die Wurzeln mit Sauerstoff versorgen zu können. In Sproß und Wurzel entstehen z.B. durch Zellwandauflösung langgestreckte Verbindungskanäle, wodurch ein Gastransport von den oberirdischen zu den unterirdischen Pflanzenteilen möglich wird. Diese Kanäle werden Aerenchyme genannt.

Bei Wasserpflanzen, z.B. Seerosen, konnte in derartigen Aerenchymenten ein Lufttransport von den Schwimmblättern zu den Rhizomen nachgewiesen werden. Dies führt bei einigen Arten dazu, daß Sauerstoff an der Wurzeloberfläche in das umgebende Medium abgegeben wird. Entsprechende Untersuchungen an Sumpfpflanzen über die Gaszusammensetzung in Aerenchymenten stehen noch aus und werden zur Zeit von uns bearbeitet. Hierbei wird z.B. auch zu klären sein, ob Durchmesser und Volumen dieser Aerenchyme für eine ausreichende Sauerstoffversorgung der Wurzeln durch Diffusion groß genug sind oder ob andere Mechanismen des Gas-

transportes eine Rolle spielen. In Wasserkulturen konnte gezeigt werden, daß durch Umstellung auf anaerobe Substratbedingungen eine erhöhte Sauerstoffabgabe durch die Wurzeln induziert werden kann. Dies läßt sich auch über die Oxidation von Fe^{2+} zu Fe^{3+} in der direkten Umgebung der Wurzeln (Rhizosphäre) sowohl an Agrarkulturen als auch im Freiland zeigen.

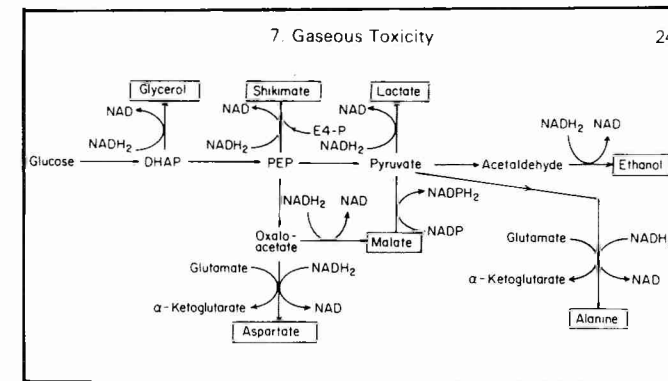
Eine weitere anatomische Anpassungsstrategie ist an Mangroven zu beobachten. Ihre Wurzeln bilden senkrecht nach oben wachsende Luftwurzeln aus, die mit stark ausgeprägten Aerenchymenten erfüllt sind. Ihre Spitzen ragen bis über die Wasseroberfläche und führen so den Sauerstoff den unterirdischen Wurzelteilen zu.

● **Metabolische Anpassungsstrategien:** Die Bildung von Aerenchymenten ist zwar charakteristisch für viele Sumpfpflanzen, dennoch reicht der Gastransport für sehr tiefwurzelnde Arten vermutlich nicht aus, um Sauerstoffmangel zu vermeiden. Das gleiche gilt für Arten, die normalerweise auf gut durchlüfteten Böden wachsen (deshalb keine leistungsfähigen Aerenchymenten aufweisen) und unregelmäßig saisonal bedingt überflutet werden. In diesen Fällen muß die Überflutungstoleranz einer Art entweder die Fähigkeit beinhalten, das Ethanol auszuscheiden oder dessen Produktion zu vermeiden und stattdessen nicht toxische Endprodukte der Glykolyse zu bilden. Die Untersuchungen zu dieser Fragestellung ergaben eine Reihe von metabolischen Adaptationen mit verschiedenen nichttoxischen Endprodukten. Die Ergebnisse wurden an unterschiedlichen Arten gewonnen.

Am Beispiel der von uns untersuchten überflutungstoleranten Segge *Carex remota* konnten darüber hinaus unter anaeroben Bedingungen Beziehungen einzelner Stoffwechselwege zueinander nachgewiesen werden. So wird nach Einsetzen anaerober Substratbedingungen die Ethanolproduktion der Wurzeln gedrosselt, während gleichzeitig die Konzentrationen von China- und Shiki-

misäure ansteigen. Diese Säuren werden im Shikimisäureweg gebildet, einem komplizierten Syntheseweg, dessen Bedeutung in der Bereitstellung aromatischer Aminosäuren und vieler sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe liegt. Offenbar scheint zwischen diesen Stoffwechselwegen, Glykolyse und Shikimisäureweg eine Verknüpfung zu bestehen, die durch Umweltbedingungen beeinflusst wird.

Es wird deutlich, daß Pflanzen, die Feuchtgebiete besiedeln, über verschiedene anatomische und metabolische Anpassungsmechanismen verfügen. Isoliert betrachtet, ergeben die einzelnen Adaptationen noch kein einheitliches Bild der Anpassungsstrategien,



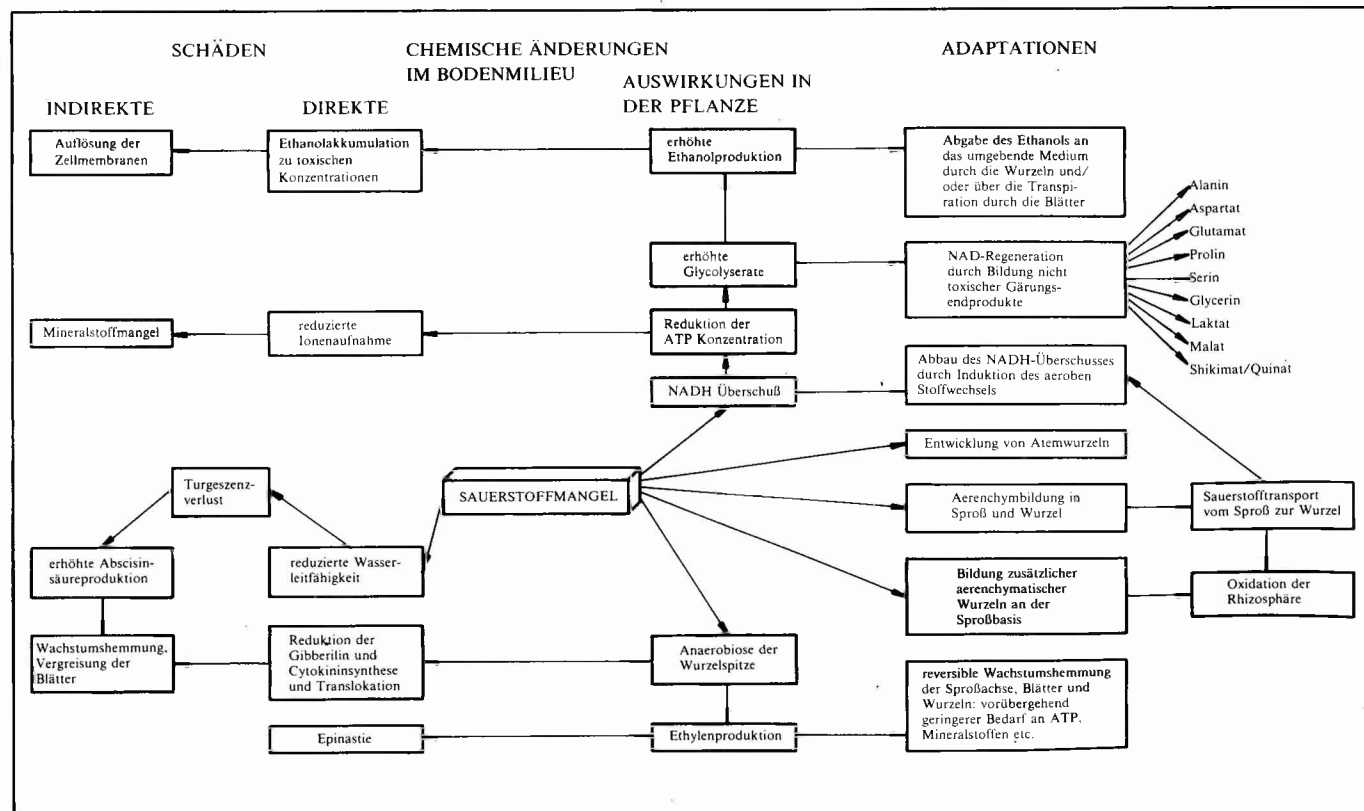
Stoffwechselendprodukte bei Anaerobiose

zumal aus der Literatur teilweise widersprüchliche Ergebnisse bekannt sind. Ziel der in unserer Arbeitsgruppe angestrebten Untersuchungen ist es daher, Verknüpfungen zwischen Standortbedingungen und physiologischen Vorgängen in Pflanzen nachzuweisen.

Schlußbemerkung

Die Frage „Leben ohne Sauerstoff?“ kann somit nicht eindeutig mit ja oder nein beantwortet werden. Einmal ersetzen die Pflanzen bei Überflutung die fehlenden Luftkapillarräume im Boden funktionell durch aerenchymatische Wurzeln, sodaß die unterirdischen Teile über den Sproß mit Sauerstoff versorgt werden können. Dabei werden durch die Sauerstoffabgabe der Wurzeln in der Rhizosphäre oxidative Bedingungen geschaffen. Andererseits zeigen die verschiedenen metabolischen Anpassungen auch, daß Pflanzenteile zeitweilig ohne Sauerstoff leben können. Damit kommt den höheren Pflanzen bei der Besiedlung dieser Standorte eine wichtige Pionierrolle zu.

Am Beispiel des Gastransportes wird deutlich, daß die Sauerstoffversorgung der Rhizosphäre durch die Pflanze gewährleistet sein kann. Dies ermöglicht es anderen Organismen gleichfalls, diese Böden zu besiedeln. In einem weiteren Schritt kann man aus diesen multikausalen Betrachtungen ableiten, daß z.B. Strukturen und Funktionen von Ökosystemen nur durch eine Vielzahl miteinander verzahnter Einzelprozesse erklärt werden können.



Ihr Partner bei all Ihren Aufgaben für die Druckindustrie

Littmannndruck

seit 1863

Offsetdruck · Buchdruck

Rosenstraße 42/43
2900 Oldenburg
Telefon (04 41) 2 70 51/52

Lungen durch die Jahrsmillionen

Von Steven Perry

Dr. Kleinkind schritt aus dem Operationssaal, streifte seine verschmierten Gummihandschuhe ab, schob den Mundschutz hinunter und trat in das Wartezimmer hinein.

„Ihr neuer Sohn liegt auf der Intensivstation, Herr Jedermann, aber ich glaube er wird durchkommen“.

„Gott sei Dank!“ atmete der Wartende. „Aber, das versteh' ich nicht, Herr Doktor. Wie kann so ein Zwerchfellbruch zustande kommen? Und, mußten Sie unbedingt operieren? Ich meine, kann man nicht damit leben?“

„Ja, das ist so,“ sagte der grün-bekleidete Arzt und setzte sich neben dem besorgten Vater auf das Sofa nieder. „In einem frühen Stadium der Entwicklung liegen die Lungen ungefähr in der Körpermitte und erstrecken sich durch zwei große Löcher im Zwerchfell nach hinten. Später ziehen sie sich nach vorne durch diese Löcher, und das Zwerchfell schließt sich. Bei Ihrem Kind schlossen sich diese Löcher eben nicht, was zur Folge hat, daß beim Einatmen, anstatt daß sich die Lungen mit Luft füllen, sich Darm und Leber in die Brusthöhle verschieben.“

Herr Jedermann schaute den Arzt verwundert an. „Das ist ja eine komische Sache, nicht wahr, daß die Lungen erst durch Löcher im Zwerchfell hängen. Wozu das alles?“

„Tja, ich habe das nicht entworfen, Herr Jedermann“.

Aber Herr Doktor, das war wirklich nicht erschöpfend. Dies hat alles seinen Sinn für das Wachstum und die hydrostatische Stabilität des Fötus, das ja auch ein Lebewesen ist. Aber es hat auch seine historische Bedeutung in der phylogenetischen Geschichte der Landwirbeltiere. Denn es ist seit mindestens 150 Jahren bekannt, daß höher entwickelte Tiere embryologisch Ähnlichkeit mit frühen Entwicklungsstadien ihrer primitiven Verwandten besitzen. Dies impliziert, daß die Vorfahren der Säugetiere kein Zwerchfell besaßen.

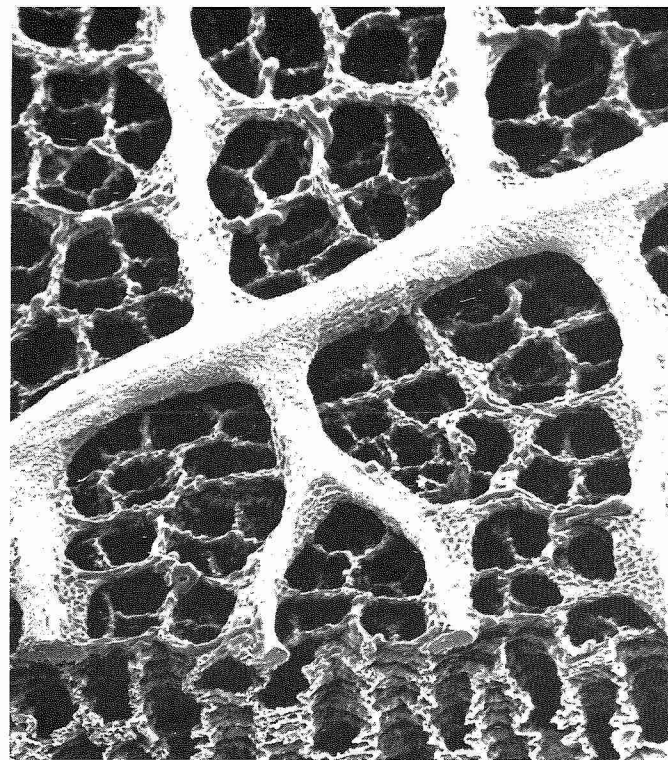
Wie konnten sie aber ohne Zwerchfell atmen, wenn das Kind von Herrn Jedermann das nicht kann?

Hiermit kommen wir zu einem wichtigen Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe Zoomorphologie: Lungenevolution.

Zunächst hört sich die Rekonstruktion der Lungenevolution leicht an. Man braucht nur die Lungen von Lungenfischen, Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren nebeneinander zu legen, die Ähnlichkeiten und Unterschiede zu beschreiben und schon ist die Sache erledigt. So einfach ist das aber leider nicht. Es ist zwar richtig, daß Amphibien aus lungenfisch-ähnlichen und Reptilien aus Amphibien hervorgegangen sind, aber diese Vorfahren waren nicht die Lungenfische, Amphibien usw., die es heute noch gibt.

Um die Aufgabe noch weiter zu erschweren: Lungen werden nicht einmal als Fossile konserviert. Dies bedeutet, daß auch wenn eine lückenlose Fossilienammlung vorliegen würde, die Evolution der Lungenstruktur immer noch nicht direkt untersucht werden könnte.

Es gibt allerdings eine Reihe indirekter Hinweise, die annäherungsweise auf die Lungenstruktur schließen lassen. Dieses Prinzip der Rekonstruktion fehlender Teile geht auf den französischen vergleichenden Anatom und Gründer der modernen Paläontologie, Ge-



In dieser rasterelektronenmikroskopischen Übersichtsaufnahme des wabenartigen Lungenparenchyms einer Eidechse (Lacerta sicula) stellen die großen, schräg verlaufenden Strukturen in der oberen Bildhälfte Muskelbalken dar, die zum Stützen der Trennwände des Lungengewebes dienen. Diese Trennwände (in der unteren Bildhälfte senkrecht angeschnitten) tragen auf jeder Seite ein Netz feinsten Blutkapillaren, die hier als kleine Erhebungen an den Eingängen zu den wabenartigen Lufträumen zu sehen sind. Am unteren Bildrand liegt ein großes Blutgefäß. Diese Aufnahme ist während einer Zusammenarbeit mit Prof. Duncker (Gießen) zustande gekommen.

orges Cuvier, zurück. Sein 1812 formuliertes „Gesetz der Korrelation der Teile“ etwas umformuliert und auf die Lungen bezogen lautet, daß aus funktionellen Gründen jede beliebige Lunge nicht zu jedem beliebigen Tier paßt. Oder andersherum: Kennt man die funktionellen Sachzwänge im Körper, so kann man eine passende Lungenstruktur finden.

Tatsächlich findet man zunächst eine Vielfalt passender Strukturen, weil die Sachzwänge nur unvollständig bekannt sind. Je genauer diese Faktoren beschrieben werden, umso präziser ist die Aussage über die Lungenstruktur. Der Vorgang ähnelt dem Lösen eines Bilderrätsels und hat mit den sonst üblichen Methoden der systematischen Zoologie wenig gemeinsam.

Die erste Frage betrifft die maßstäbliche Leistungsfähigkeit der Lungen. Hier spielt die sogenannte „Sauerstoff-Diffusionskapazität“ der Lungen eine zentrale Rolle. Das heißt, wie groß ist die

Durchlässigkeit der Lungen für Sauerstoff. In der Lunge sind unzählige viele, winzige Blutkapillaren eingebettet. Da diese Blutgefäße geschlossen sind, muß der Sauerstoff durch Lungengewebe diffundieren, bevor er vom Blut aufgenommen wird und dem Körper zur Verfügung steht. Die Diffusionskapazität hängt einerseits von der Lungenstruktur ab (direkt proportional zur Lungenoberfläche und invers proportional zur Dicke der Diffusionsbarriere) und andererseits von der Lungenfunktion (direkt proportional zur Sauerstoffverbrauchsrate und invers proportional zur Sauerstoffspannung über die Diffusionsbarriere). Im Prinzip müßten die strukturbedingten und funktionsbedingten Ausdrucksweisen die gleichen Ergebnisse liefern und die Diffusionskapazität könnte als Rosettastein für die Übersetzung von Lungenmorphologie in Atmungsphysiologie dienen. Leider ist die Übereinstimmung aber nicht perfekt, so daß auch diese Hilfe für die Lungenrekonstruktion nur bedingt einsetzbar ist.

Unsere Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß die Unterscheidung zwischen Hochleistungs- und Niedrigleistungslungen berechtigt ist. Charakteristisch für Hochleistungslungen (z.B. von Vögeln oder Säugetieren) sind eine sehr große Diffusionskapazität, ein hohes Oberflächen-zu-Volumen Verhältnis und ein großes Blutvolumen in den Lungenkapillargefäßen.

Zweitens fragt man nach Körperform und Körpergröße. Mit Ausnahme der Schlangen besitzen alle Landwirbeltiere, die mehr als zehn Kilogramm Körpergewicht erreichen, komplizierte, mehrkammerige Lungen. Dies gilt nicht nur für Säugetiere und Vögel, sondern auch für solche wie Krokodile, Schildkröten und Warane, die eher einen bescheidenen Sauerstoffverbrauch aufweisen. Den mehrkammerigen Lungenbauplan interpretieren wir funktionell als mehrere, parallelgeschaltete einkammerige Lungen. Dieser Bauplan dient dazu, den Diffusionsweg von Sauerstoff innerhalb der Lungen möglichst gering zu halten und gleichzeitig eine große Oberfläche zu bieten. Wegen der günstigen Oberflächen-zu-Volumen Verhältnisse von schlauchförmigen Lungen kommen Schlangen und einige Eidechsen mit einer einfachen unverzweigten, wabenartigen Oberflächenvergrößerung zurecht.

Der dritte Hinweis auf Lungenstruktur ist die Verwachsung der Lunge mit der Körperwand. Verwachsene Lungen zeigen sehr oft eine ungleichmäßige Verteilung der Innenoberflächen: In der Fachsprache „heterogene Parenchymverteilung“. Bei einigen Tieren (Vögeln, Flugsauriern und einigen Dinosauriern der Gruppe Saurischia) findet man Lufträume in den Knochen. Dies bedeutet, daß das Atmungssystem mindestens an den Stellen, in die die Lufträume einmünden, mit dem Skelett verwachsen ist (war).

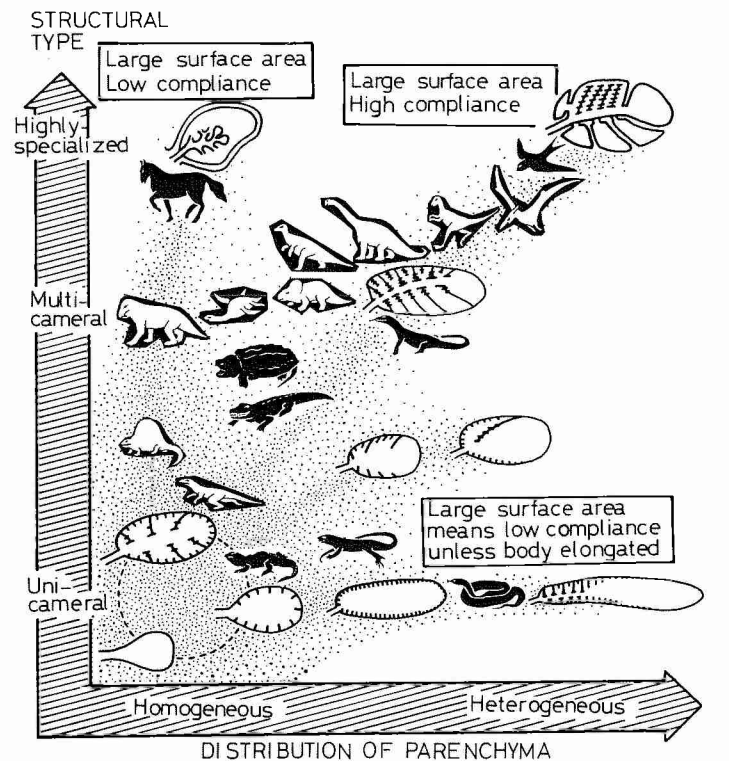
Bei den Vögeln sind die Austauschoberflächen im Atmungssystem so ungleichmäßig verteilt, daß man von „eentlichen“ Lungen und von Luftsäcken spricht, wobei die Luftsäcke keine Blutgefäße für den Gasaustausch besitzen.

Unsere atmungsphysiologischen Untersuchungen haben ergeben, daß die ungleichmäßige Verteilung der Lungenoberflächen bedeutende atmungsmechanische Vorteile bieten kann. Sackartige Lungenanteile sind zwar für den Gasaustausch ineffektiv, aber sie sind extrem leicht zu entfallen. Ist die Lunge so konstruiert, daß die Luft unterwegs zu diesen dehnbaren Teilen die Eingänge zu den dichter septierten Teilen streift, so kommt eine Belüftung der Austauschoberfläche zustande, aber die Atemarbeit bleibt trotzdem sehr gering. So benötigt ein Reptil mit heterogen verteiltem Lungenparenchym oder ein Vogel nur etwa ein Zehntel so viel Arbeit wie ein Säugetier, um das gleiche Volumen Luft in die Lungen zu bewegen.

Aus den angegebenen drei funktionsmorphologischen Überlegungen ist es also möglich, eine Vorstellung von der in Frage kommen-

den Lungenstruktur zu ermitteln. So für einen Flugsaurier: Mehrkammerige, angewachsene Lungen mit ungleichmäßig verteiltem Gasaustauschgewebe.

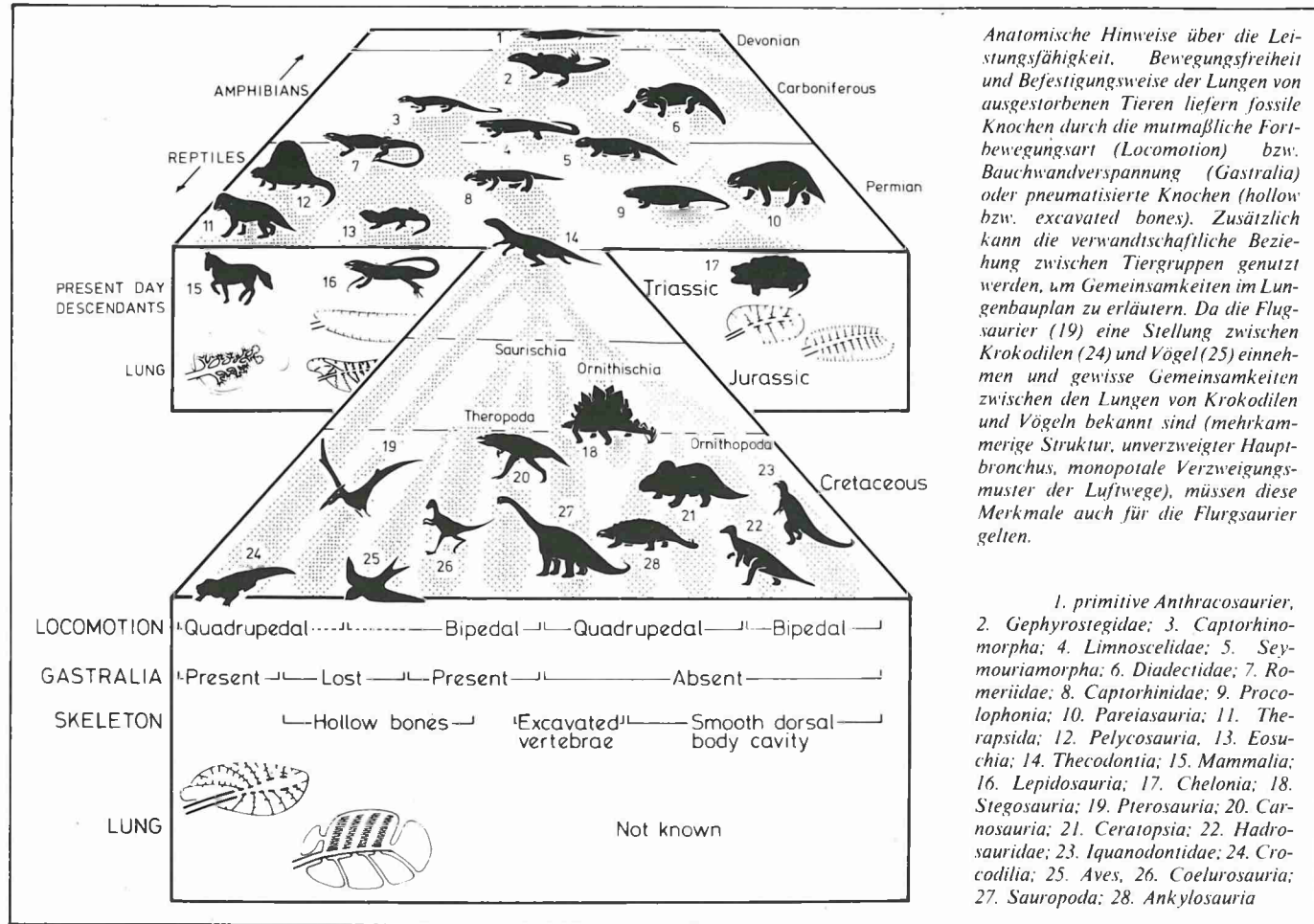
Dieses Bild kann jedoch mit Hilfe der Tiersystematik und der vergleichenden Embryologie etwas verfeinert werden. Liegen die Flugsaurier zwischen zwei Gruppen, die lebende Vertreter haben, und haben diese Vertreter embryologische Ähnlichkeiten im Lungenbauplan (wie dies für Krokodile und Vögel der Fall ist), so geht man davon aus, daß die dazwischen liegende Tiergruppe den gleichen Bauplan besitzt, obwohl diese Tiere längst ausgestorben sind. So auch für die Flugsaurier: Einen unverzweigten Luftweg (Hauptbronchus) innerhalb der Lunge, wovon grundsätzlich drei oder vier Reihen von Kammern vorne und mehrere hinten abgehen.



Eine zweidimensionale Aufteilung von Lungenbautypen und der Verteilungsart von Gasaustauschgewebe in der Lunge zeigt einige günstige Kombinationen dieser Parameter, die zu Hochleistungslungen führen können. Besonders vorteilhaft ist die mehrkammerige (multicameral) Lunge mit ungleichmäßig verteilten Gasaustauschoberflächen (heterogeneous parenchyma). Dieser Grundtyp spielte im Mesozoikum gewiß eine bedeutende Rolle und diente als Ausgangspunkt für das hochspezialisierte Lungen-Luftsacksystem der Vögel. Die Urformen der Säugetiere haben einen anderen Weg eingeschlagen. Das fein gegliederte, homogen verteilte Parenchym der Broncho-alveolaren Lunge konnte nur durch die Zusammenentwicklung des muskulösen Zwerchfells zu einem Hochleistungsorgan entwickelt werden.

Es mag interessant sein zu wissen, wie Flugsaurierlungen ausgesehen haben, aber die Wichtigkeit dieser Übung liegt auf einer anderen Ebene: Wir versuchen die wechselseitigen Beziehungen zwischen Lungenstruktur, Lungenfunktion, Körperstruktur und Körperfunktion (in Bezug auf die Lungen) zu ergründen. Die untersuchten Tierarten mögen unterschiedlich sein, aber die Prinzipien, die die Funktionsmorphologie des Atmungsapparates bestimmen, bleiben gleich: Wir müssen herausbekommen, wie diese Prinzipien im Einzelfall zusammenwirken.

Bei allen vierbeinigen Wirbeltieren außer den Lurchen wird die Luft durch Erweiterung des Körpers in die Lungen hineingezogen.



Anatomische Hinweise über die Leistungsfähigkeit, Bewegungsfreiheit und Befestigungsweise der Lungen von ausgestorbenen Tieren liefern fossile Knochen durch die mutmaßliche Fortbewegungsart (Locomotion) bzw. Bauchwandverspannung (Gastralia) oder pneumatisierte Knochen (hollow bzw. excavated bones). Zusätzlich kann die verwandtschaftliche Beziehung zwischen Tiergruppen genutzt werden, um Gemeinsamkeiten im Lungenbauplan zu erläutern. Da die Flugsaurier (19) eine Stellung zwischen Krokodilen (24) und Vögeln (25) einnehmen und gewisse Gemeinsamkeiten zwischen den Lungen von Krokodilen und Vögeln bekannt sind (mehrkammerige Struktur, unverzweigter Hauptbronchus, monopotale Verzweigungsmuster der Luftwege), müssen diese Merkmale auch für die Flugsaurier gelten.

1. primitive Anthracosaurier, 2. Gephyrostegidae; 3. Captorhinomorphia; 4. Limnoscelidae; 5. Seymouriamorpha; 6. Diadectidae; 7. Romeriidae; 8. Captorhinidae; 9. Procolophonia; 10. Pareiasauria; 11. Therapsida; 12. Pelycosauria; 13. Eosuchia; 14. Thecodontia; 15. Mammalia; 16. Lepidosauria; 17. Chelonia; 18. Stegosauria; 19. Pterosauria; 20. Carnosauria; 21. Ceratopsia; 22. Hadrosauridae; 23. Iguanodontidae; 24. Crocodilia; 25. Aves; 26. Coelurosauria; 27. Sauropoda; 28. Ankylosauria

Dies geschieht mit Hilfe der Körperwandmuskulatur. Dementsprechend ist ein Schwerpunkt unserer Forschung die vergleichende Funktionsmorphologie der Körperwand. Dieser Aspekt ist zur Zeit das Thema einer Doktorarbeit.

Ein anderer Schwerpunkt ist die Funktionsmorphologie von Lungen unterschiedlichen Bauplans. Hier sind atmungsphysiologische Untersuchungen an Eidechsen und Schlangen durchgeführt worden. Die morphologische Seite dieses Schwerpunktes stellt die genaue Bestimmung der morphologischen Sauerstoff-Diffusionskapazität dar. Diese Werte werden anschließend mit den entsprechenden physiologischen Werten verglichen, um so die Effizienz des Atmungssystems zu errechnen. Zu dieser Schwerpunktrichtung zählen nicht nur Untersuchungen an Wirbeltieren, sondern auch jene an Fischkiemen und Spinnenlungen.

Die Synthese von Resultaten aus diesen verschiedenen Richtungen ist unser Hauptziel. Dieses Ziel wird zu unseren Lebzeiten sicherlich nicht vollständig realisiert werden können, doch bringt auch die teilweise Realisierung große Fortschritte, und je besser das Netz von funktionellen und strukturellen Zusammenhängen bekannt wird, desto genauer sind die Voraussagen für unbekannte Systeme.

Eine zusammenhängende Arbeitshypothese für die Hauptrichtungen in der Evolution des Atmungssystems der Landwirbeltiere liegt bereits vor. Durch gezielte Nachuntersuchungen an heute noch lebenden Tiergruppen - z.B. Drs Charles Klaver (Groningen) an Chamaeleons oder von Hans Becker (aus unserer Arbeitsgruppe) an Waranen - kann man die Entwicklungsrichtung hin zu mehrkammerigen Lungen verfolgen. Ergänzende physiologische Unter-

suchungen machen die biomechanischen und atmungsphysiologischen Folgen verschiedener Lungenbaupläne deutlich, was wiederum zu einer gezielten Untersuchung der Atmungsmuskulatur bzw. der fossilen Funde führte.

Am Beispiel der Säugetiere - und dies hat auch Folgen für das Kind von Herrn Jedermann - haben unsere Ergebnisse bereits gezeigt, daß die Säugetierlunge eigentlich viel zu schwer zu entfallen ist. Offensichtlich haben die Urahnen der Säugetiere bereits frühzeitig Lungen mit einer homogenen Verteilung von Gasaustauschgewebe besessen und durch die gleichzeitige Evolution des immer effizienter werdenden Zwerchfells konnte dieser Lungenbauplan zu einer Hochleistungslunge werden. Zwischenstufen, wo die Lungen zum Teil durch eine unvollständige, zwerchfellähnliche Membran abgedeckt sind, wurden von Professor Duncker (Gießen) beim Chamaeleon nachgewiesen. Ein ähnliches Zwischenstadium ist auch für die Urahnen der Säugetiere vorstellbar. Noch wichtiger aber für uns Menschen ist das eventuelle Umsetzen dieser Erkenntnisse in Behandlungsmethoden für pathologische Zustände im Atmungssystem.

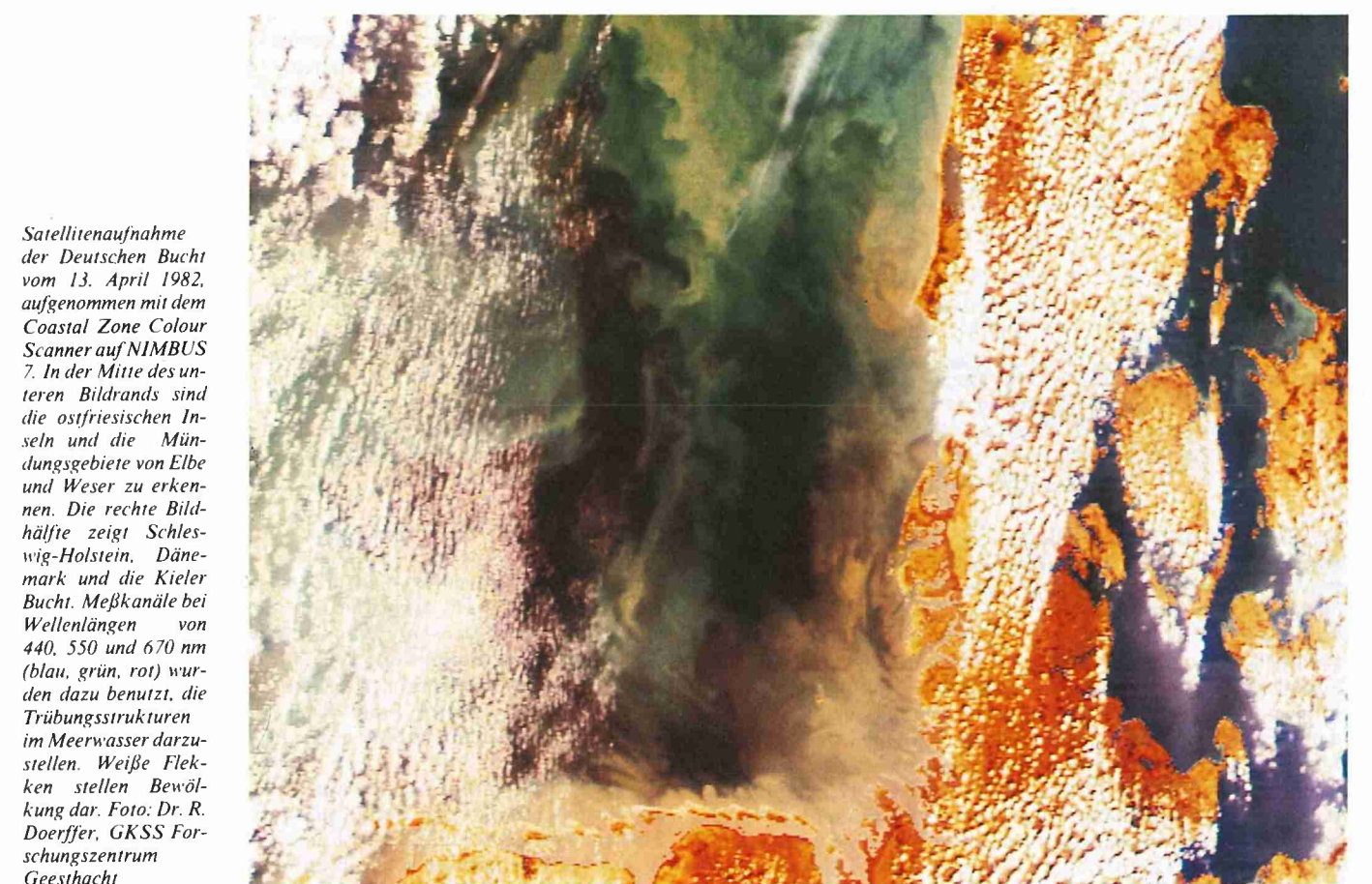
Vor etwa einem Jahr klingelte bei mir das Telefon. Es war ein Anruf aus der University of Calgary (Canada), wo eine Arbeitsgruppe, die sich mit Fehlentwicklungen des Atmungssystems beim Menschen befaßt, Vergleichsmöglichkeiten und Anregungen aus anderen Tiergruppen suchte. Ein gemeinsames Forschungsvorhaben mit diesem Institut ist jetzt in der Planung.

Ja, Herr Jedermann, ich habe das System auch nicht entworfen. Aber vielleicht mit ein bißchen Zeit, Geduld und sehr viel Arbeit werden wir es besser verstehen können.

Physik

Meeresforschung mit Laserfernmessverfahren

* Von Rainer Reuter



Satellitenaufnahme der Deutschen Bucht vom 13. April 1982, aufgenommen mit dem Coastal Zone Colour Scanner auf NIMBUS 7. In der Mitte des unteren Bildrands sind die ostfriesischen Inseln und die Mündungsgebiete von Elbe und Weser zu erkennen. Die rechte Bildhälfte zeigt Schleswig-Holstein, Dänemark und die Kieler Bucht. Meßkanäle bei Wellenlängen von 440, 550 und 670 nm (blau, grün, rot) wurden dazu benutzt, die Trübungsstrukturen im Meerwasser darzustellen. Weiße Flecken stellen Bewölkung dar. Foto: Dr. R. Doerffer, GKSS Forschungszentrum Geesthacht

In den vergangenen Jahren hat man erkannt, daß der innere Aufbau der Meere sehr komplizierte Strukturen aufweist. Wirbel und Fronten, die in der Atmosphäre vergleichsweise leicht zu beobachten sind, werden im Meer durch Wassermassen mit unterschiedlichen Eigenschaften wie Temperatur und Salzgehalt gebildet und stellen dominierende und häufig anzutreffende hydrographische Erscheinungen dar. Ihre Dimensionen reichen im offenen Ozean bis 1.000 km, in Randmeeren wie der Nordsee liegen sie bei typisch zehn km und weisen dort häufig eine Lebensdauer von nur wenigen Stunden auf. Die Existenz dieser Wirbel und Fronten hat entscheidende Konsequenzen für die Dynamik von Meeresströmungen, die marinbiologischen Lebensbedingungen und auch das Klima.

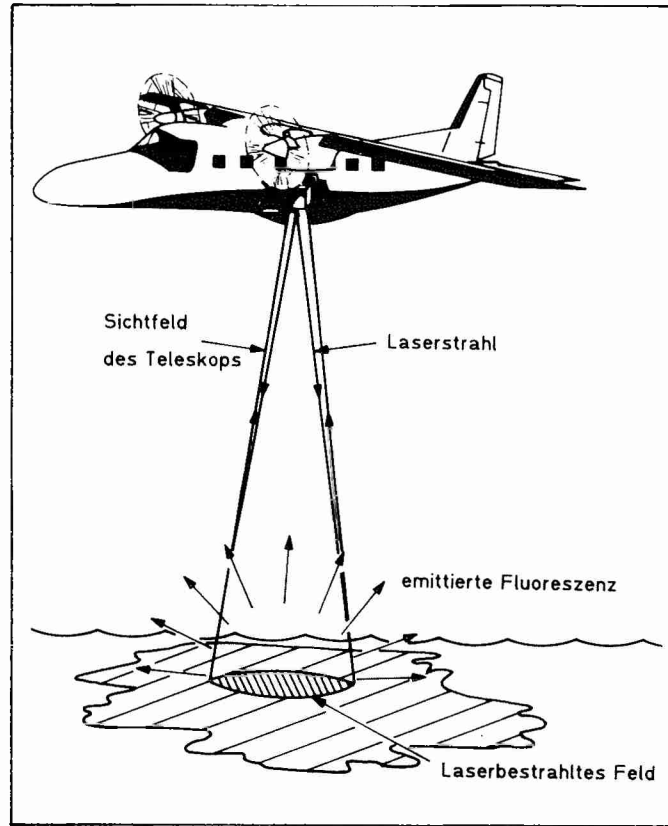
Es ist offensichtlich, daß diese hydrographischen Prozesse in ihrer räumlichen und zeitlichen Entwicklung von Forschungsschiffen aus nur schwierig zu untersuchen sind. Aufgabe der Fernerkun-

dung ist es, durch Messungen aus einer größeren Distanz einen Gesamtüberblick der Verhältnisse in den oberen Wasserschichten ausgedehnter Meeresgebiete zu erhalten und somit zu einem umfassenderen Verständnis der dort vorliegenden physikalischen und biologischen Vorgänge beizutragen.

Die Anwendung optischer Sensoren auf Satelliten hat hierfür wesentliche Beiträge geleistet. Diese Systeme registrieren die Farbe des Meerwassers und leiten aus ihr Informationen über die Konzentrationsverteilung an Phytoplankton ab, dessen Farbpigmente - im wesentlichen das Chlorophyll - die Meerwasserfarbe bestimmen: ein biologisch produktives Meeresgebiet besitzt eine braungrüne Färbung, während produktionsarme Gebiete die blaue Eigenfarbe reinen Wassers aufweisen. Aus diesen Daten lassen sich auch indirekt Informationen über Meeresströmungen ableiten, da sich die beteiligten Wassermassen häufig durch unterschiedliche Planktonkonzentrationen auszeichnen.

Satellitenmeßverfahren werden über dem offenen Ozean sehr erfolgreich eingesetzt. Im Küstenbereich bereitet die Dateninterpre-

* An dem Forschungsprojekt waren außerdem beteiligt: Dorothee Diebel-Langhor, Frank Dieter Dörre, Kurt Paul Günther, Theodor Hengstermann, Klaus-Dieter Loquay und Rainer Zimmermann



Das ozeanographische Laserfernerkundungsverfahren. Kurze Laserlichtimpulse bestrahlen die oberen Wasserschichten, ein optisches Teleskop erfaßt Streu- und Fluoreszenzlicht

tation jedoch Probleme wegen der dort neben dem Phytoplankton ebenfalls vorkommenden anderen Substanzen wie mineralische Schwebstoffe und gelöstes organisches Material. Sie beeinflussen in komplizierter Weise die Farbe des Meerwassers und können daher nicht quantitativ unterschieden werden. Darüber hinaus führt die häufige Wolkenbedeckung im Bereich der Nord- und Ostsee zu wesentlichen Einschränkungen der Einsatzbarkeit dieser Meßverfahren, wenn langfristige und kontinuierliche Beobachtungsreihen erhalten werden sollen.

Ozeanographische Laserfernerkundung

Eine andere Methode der Fernerkundung des Meeres beruht auf der Anwendung von Lasern, die in Forschungsflugzeugen bei typischen Flughöhen von 100 bis 500 m betrieben werden. Hochleistungslaser erzeugen sehr kurze intensive Lichtimpulse im sichtbaren oder ultravioletten Spektralbereich, die in Richtung Meeresoberfläche ausgesandt werden und in den oberen Wasserschichten Streu- und Fluoreszenzlicht erzeugen. Diese Signale werden mit einem lichtstarken Teleskop erfaßt, mit optischen Filtern in verschiedene der jeweiligen Aufgabenstellung angepaßte spektrale Anteile zerlegt und mit Fotodetektoren in ihrer Intensität vermessen.

Die Benutzung sehr kurzer Laserimpulse mit Zeitdauern im Nanosekundenbereich erlaubt es, Signalanteile, die durch das Sonnenlicht hervorgerufen werden, auf elektronischem Weg zu unterdrücken, weshalb das Meßverfahren Tag und Nacht einsetzbar ist. Es wird auch durch Bewölkung nicht eingeschränkt, solange die

Wolkenuntergrenze die Meßflughöhe nicht unterschreitet und eine freie Sicht zur Wasseroberfläche durch Dunst nicht eingeschränkt ist. Es ist auch möglich, das Meßverfahren als „optisches Radar“ zu benutzen. Der zeitliche Verlauf der Signale enthält Informationen über die tiefenabhängige Verteilung der untersuchten Größen in der Wassersäule. In wenig trüben Meeresgebieten, wo das Laserlicht durch das Wasser nur mäßig geschwächt wird, sind Eindringtiefen von 15 m mit einer Tiefenauflösung von 1 m experimentell erreicht worden.

Das Laserfernerkundungsverfahren - auch Lidar (Light Detection and Ranging) genannt - erlaubt zwar nicht eine mit der Satellitenmethode vergleichbar hohe Flächenabdeckung. Es lassen sich jedoch Meeresgebiete wie etwa die Deutsche Bucht in einer Zeitspanne vermessen, die verglichen mit charakteristischen Strömungen oder den Gezeiten kurz ist, und somit Momentaufnahmen des hydrographischen Zustands erhalten.

Wie im folgenden Abschnitt näher erläutert wird, können mit laserspektroskopischen Methoden verschiedene für die Meeresforschung bedeutsame Eigenschaften des Meerwassers untersucht werden. Laserfernermeßverfahren werden daher zunehmend im Rahmen ozeanographischer Forschungsprogramme eingesetzt. Insbesondere lassen sich auch die unterschiedlichen im Küstenbereich auftretenden Substanzen, welche die von Satelliten registrierte Meerwasserfarbe bestimmen, selektiv nachweisen und empfindlich vermessen. Dies führt zu einer Unterstützung der Satellitenbildauswertung längs der Fluglinie des Forschungsflugzeugs und somit zu einer wesentlichen Verbesserung der Fernerkundung des Meeres.

Optische Spektroskopie

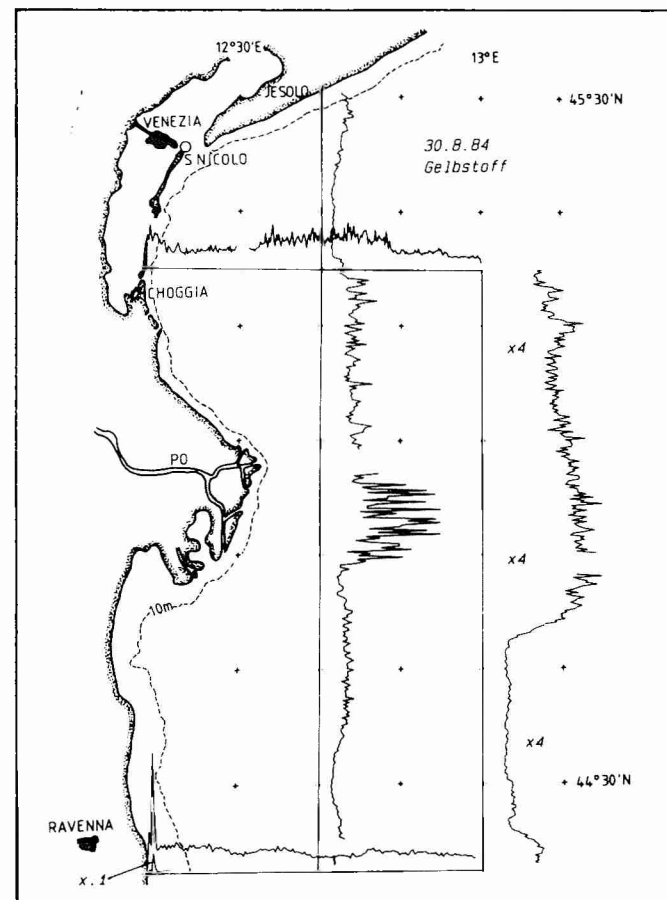
Natürliches Meerwasser enthält neben gelösten Salzen mineralische Schwebeteilchen, die durch Erosionsprozesse an der Küste und am Meeresboden sowie durch Flußwasserzufuhr auftreten. Weiterhin Phytoplankton, das seine für das Wachstum benötigte Energie aus photochemischen Reaktionen an Chlorophyll gewinnt. Es bildet die erste Stufe der marinen Nahrungskette und stellt somit ein Maß für die biologische Produktivität eines Meeresgebiets dar.

Im Meerwasser finden sich auch gelöste organische Substanzen. Sie entstehen durch den Zerfall pflanzlichen Materials auf dem Festland und werden durch Flüsse dem Meer zugeführt. Wegen der Eigenschaft, in höherer Konzentration Wasser charakteristisch gelb zu färben, werden sie mit dem Sammelbegriff „Gelbstoff“ umschrieben. Die Besonderheit des Gelbstoffs, chemisch vergleichsweise stabil zu sein, eröffnet einen wichtigen Anwendungsbereich als Markierungssubstanz: die Transportwege von Flußwasser im Küstenbereich und seine Vermischung mit Meerwasser läßt sich durch Kartierung der Gelbstoffkonzentration verfolgen. Darüber hinaus zeichnen sich verschiedene Meerwassertypen neben charakteristischen Temperaturen und Salzgehalten auch durch typische Gelbstoffwerte aus und können somit optisch unterschieden werden.

Bei Bestrahlung mit Laserlicht treten alle diese Substanzen mit dem Lichtstrahl in Wechselwirkung: suspendierte Teilchen wie mineralische Schwebstoffe und Plankton streuen das Licht, organische Substanzen wie Gelbstoff und das Plankton zeigen Fluoreszenz. Das Streu- und Fluoreszenzlicht ist bezüglich seiner Wellenlänge charakteristisch für die jeweiligen Substanzen, was ihren selektiven Nachweis ermöglicht. Die Abbildung zeigt dies an der spektroskopischen Aufnahme einer nordwestlichen Helgoland entnommenen Meerwasserprobe. Bei der Wellenlänge des Laserlichts im nahen Ultraviolett (308 nm) wird Streulicht an Schweb-

teilchen und Wasser beobachtet. Das scharfe Maximum bei 344 nm wird durch das Wasser hervorgerufen und beschreibt einen Streuprozess, der als Raman-Streuung bezeichnet wird; er ist von besonderer wichtiger Bedeutung für die Laserfernerkundung, da die beobachtete Intensität von der Zahl der vom Laserstrahl erfaßten Wassermoleküle, oder anders ausgedrückt von der Eindringtiefe des Laserstrahls in die Wassersäule abhängt, und somit ein Maß für die Trübung des Wassers darstellt. Gelbstoff und das im Phytoplankton enthaltene Chlorophyll zeigen schließlich eine Fluoreszenz mit Maximalwerten bei 430 bzw. 685 nm.

Da sich die genannten spektralen Strukturen eindeutig identifizieren lassen, können die hierfür ursächlichen Substanzen durch Intensitätsmessungen bei den für sie charakteristischen Wellenlängen in ihrer Konzentration vermessen werden.



Verteilung gelöster organischer Stoffe (Gelbstoffe) in der nördlichen Adria. Diese Substanzen werden der Adria durch das Flußwasser des Po zugeführt. Ihre Kartierung läßt mehrere Wassertypen erkennen, die durch ausgeprägte Fronten voneinander getrennt sind.

Das Meßsystem

Im Zeitraum 1983-84 wurde in der Arbeitsgruppe „Angewandte Optik“ des Fachbereichs Physik der Universität ein Laserfernerkundungssystem für die oben beschriebenen Aufgaben in der Meeresforschung, das Ozeanographische Lidar System, entwickelt. Das Instrument wurde so flexibel anwendbar konzipiert, daß es auch für die Vermessung von Mineralölverschmutzungen benutzt werden kann. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, physikalische

und technologische Verbesserungen des Meßprinzips nach dem Abschluß entsprechender Laboruntersuchungen im Flugzeug unter realistischen Bedingungen effizient zu erproben.

Das Kernstück des Systems bildet ein Excimerlaser, der mit Xenonchlorid als lasender Substanz Lichtimpulse bei einer Wellenlänge von 308 nm mit 10 MW Spitzenleistung erzeugt. Diese Laserimpulse werden in Richtung Meeresoberfläche ausgesandt; alternativ können sie dazu benutzt werden, einen Farbstofflaser optisch zu pumpen. Dieser zweite Laser emittiert durch Wahl eines geeigneten organischen Farbstoffs als lasendes Medium Lichtimpulse bei 450 nm mit 1 MW Spitzenleistung. Es stehen somit Laserstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen zur Anregung von Streu- und Fluoreszenzprozessen in der Wassersäule zur Verfügung, die je nach dem experimentellen Erfordernissen ausgewählt werden: für die Untersuchung von Ölverschmutzungen ist die UV-Strahlung des Excimerlasers von Vorteil, während für die hier beschriebenen ozeanographischen Fragestellungen die blaue Strahlung des Farbstofflasers sich als geeigneter erweist.

Die in der Wassersäule erzeugten optischen Signale werden von einem lichtstarken Spiegelteleskop mit einem Öffnungsdurchmesser von 40 cm empfangen. Mit optischen Filtern werden aus dem so erhaltenen Spektrum diejenigen Wellenlängenbereiche ausgewählt, die für die untersuchten Substanzen bzw. hydrographischen Meßgrößen besonders signifikant sind. Photomultiplier erzeugen aus den Lichtsignalen elektrische Spannungen, die schließlich von einem Analog/Digital-Converter mit einer Abtastrate von 500 MHz in digitale Daten gewandelt werden.

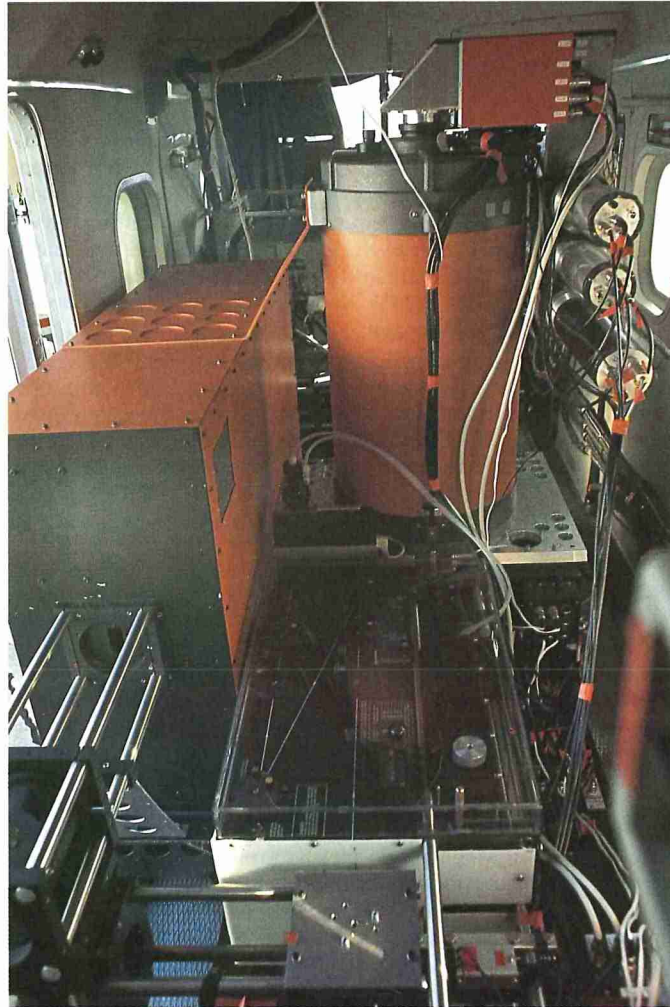
Das System wird durch einen Bordrechner gesteuert, der den jeweils gewünschten Laser und die Signalkanäle festlegt, die gewonnenen Daten auf Magnetband speichert und eine erste Datenauswertung mit einer Ausgabe auf Sichtschirm oder Drucker noch während des Flugs durchführt.

Ergebnisse ozeanographischer Experimente

Das ozeanographische Lidar System wurde seit seiner Entwicklung in mehreren Experimenten erfolgreich eingesetzt. Die Deutsche Bucht ist das wichtigste Einsatzgebiet, wo in Gemeinschaftsprojekten mit Institutionen, die in den Bereichen Meereskunde und Fernerkundung tätig sind wie beispielsweise das Institut für Polar- und Meeresforschung Bremerhaven oder das GKSS Forschungszentrum Geesthacht, die Dynamik der dort vorliegenden Meeresströmungen und der biologischen Produktivität untersucht werden.

Hier werden einige Ergebnisse vorgestellt, die im Rahmen eines ausgedehnten Experiments in der nördlichen Adria gewonnen wurden. Ziel der Untersuchungen, die von der Gemeinsamen Forschungseinrichtung ISPRA der Kommission der Europäischen Gemeinschaften getragen wurden, war es, die in der Adria vorliegenden vergleichsweise komplizierten hydrographischen Verhältnisse besser verstehen zu lernen.

Die Hydrographie dieses Meeresgebiets wird wesentlich durch entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn verlaufende Meeresströmungen geprägt. Sie führen klares, nährstoffarmes und somit biologisch wenig produktives Wasser aus dem jugoslawischen Teil der Adria an die italienische Küste und transportieren es dort nach Süden. Diesem großräumigen Strömungssystem überlagert sich die Flußwasserzufuhr des Po, die sich durch hohe Trübungswerte und Nährstoffreichtum auszeichnet, wodurch der hydrographische Aufbau und die biologischen Lebensbedingungen nachhaltig beeinflusst werden. Im Ergebnis führen diese Faktoren zu einer



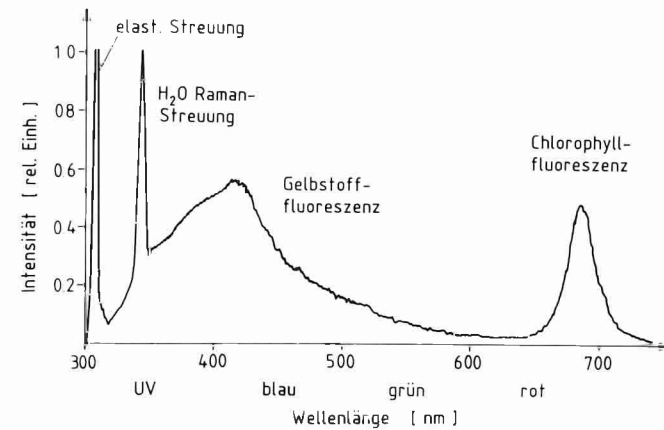
Das ozeanographische Laserfernerkundungssystem. Links: Excimerlaser mit Emission im UV, unten: Farbstofflaser mit Emission im sichtbaren Spektralbereich, Mitte: Teleskop und Detektorsysteme

räumlichen und zeitlichen Variabilität, wie sie in anderen Küstenmeeren nur selten angetroffen werden.

Die Abbildung der Adria-Karte zeigt die Ergebnisse einer am 30. August mit dem Ozeanographischen Lidar System durchgeführten Befliegung. Flugkurse sind als gerade Linien eingetragen, die gleichzeitig als Basislinien für die Registrierung der vorgefundenen Verteilung des Gelbstoffs dienen.

Man erkennt, daß eine ganze Anzahl unterschiedlicher Wasserkörper mit charakteristischen Gelbstoffwerten angetroffen wurden: das Mündungsgebiet des Po mit hohen, stark strukturierten Konzentrationswerten; nördlich und südlich daran anschließend sehr einheitliche Wassermassen, die ein Mischwasser der offenen Adria und des Po darstellen; im südöstlichen Untersuchungsgebiet schließlich das reine Adriawasser mit sehr geringen Gelbstoffwerten. Diese Wasserkörper sind durch scharfe Übergangsbereiche, sogenannte Fronten, voneinander getrennt.

Vor der Küste von Ravenna wurde eine extrem hohe Konzentration roter Algen gefunden. Dieses als „rote Gezeit“ bekannte Phä-



Emissionsspektrum einer Wasserprobe der Deutschen Bucht bei Bestrahlung mit UV-Laserlicht (308 nm). Wasser und darin enthaltene Substanzen führen zu eindeutig identifizierbaren spektralen Strukturen. Die hierfür ursächlichen Eigenschaften des Meerwassers können daher spezifisch nachgewiesen werden.

nomen tritt während des Sommers gelegentlich auf und führt zu einer intensiven Rotfärbung der See. Das absterbende Plankton erzeugt starke Geruchsbelästigungen und ist daher bei Badegästen wie Tourismusbranche gleichermaßen gefürchtet.

Die hier dargestellten Daten stellen nur einen kleinen Teil der erhaltenen Meßergebnisse dar. Eine Gesamtdarstellung und Auswertung unter Berücksichtigung von Ergebnissen, die von Forschungsschiffen und anderen Forschungsflugzeugen aus gewonnen wurden, wird derzeit bearbeitet. Hiervon ist ein wichtiger Schritt zu einem besseren Verständnis der ozeanographischen und ökologischen Faktoren, welche die Adria bestimmen, zu erwarten.

Ausblick

Die bisher zur Fernerkundung des Meeres mit Lasern geleisteten Arbeiten haben gezeigt, daß dieses Meßverfahren neue und wesentliche Beiträge zur Meeresforschung leisten kann. Das hier beschriebene Ozeanographische Lidar System soll daher auch in Zukunft hinsichtlich seiner meßtechnischen Möglichkeiten weiterentwickelt und im Rahmen entsprechender Forschungsprogramme eingesetzt werden.

Neben der Anwendung in Forschungsflugzeugen zur Untersuchung von Küstenmeeren wurde von meereskundlichen Instituten angeregt, das Meßverfahren auch auf Forschungsschiffen einzusetzen. Es könnten dann auch Meeresgebiete wie der Mittelatlantik oder das Südpolarmeer, die von den für Fernerkundungsaufgaben zur Verfügung stehenden Flugzeugen nicht mehr erreicht werden können, untersucht werden. Vorteil des Meßverfahrens wäre die Möglichkeit einer kontinuierlich arbeitenden und zeitsparenden Registrierung.

Die Entwicklung von Laserfernmesssystemen, die speziell der Analyse von Ölverschmutzungen des Meeres dienen und in ständig eingesetzten Überwachungsflugzeugen betrieben werden sollen, wird derzeit vorbereitet. Schließlich wird untersucht, inwieweit das Meßverfahren auch für Umweltforschungsaufgaben auf dem Festland, insbesondere für eine Früherkennung von Waldschäden sinnvoll eingesetzt werden kann.

Vom Fahrrad zum energiesparenden Leichtfahrzeug

Von Falk Rieß

Das Fahrrad ist eine ebenso alte wie geniale Erfindung. Ohne großen Energieaufwand bietet es eine hohe Mobilität. Es ist technisch eher anspruchslos, pflegeleicht und umweltfreundlich. Nach einer Entwicklungszeit von 50 Jahren, die viele bizarre Konstruktionen hervorbrachte, hatte das Fahrrad bereits in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts praktisch seine heutige Form erreicht: das luftbereifte Niederrad mit Diamantrahmen, gleichgroßen Rädern und Kettenantrieb. Es brachte die besten Voraussetzungen für eine Serienfertigung mit und wurde folgerichtig zum bedeutendsten Individualverkehrsmittel: Es gibt heute (noch?) mehr Fahrräder als Autos, weltweit und auch in der Bundesrepublik; in der Volksrepublik China werden pro Jahr sogar 30 Millionen Fahrräder hergestellt (etwas weniger als der Bestand in der Bundesrepublik). Das Fahrrad ist konkurrenzlos billig, besitzt eine einfache, durchschaubare Technik und erhöht die erreichbare Geschwindigkeit gegenüber dem Laufen um den Faktor 3 bis 4 bei gleichem Energieverbrauch. Was soll dann also noch Fahrradforschung oder allgemeiner formuliert: wissenschaftliche Beschäftigung mit energiesparenden Fahrzeugen auf der Grundlage von Fahrradtechnologie?

Gegenstände der Fahrradforschung

Es gibt eine Reihe guter Gründe, sich trotz der endgültigen Form, die das Fahrrad schon seit 100 Jahren gewonnen zu haben scheint, wissenschaftlich mit Fahrrädern oder fahrradähnlichen Fahrzeugen zu befassen. Zum einen erfordern auch kleine technische Verbesserungen, deren das Fahrrad in seiner heutigen Form durchaus noch bedarf (Beispiel: Beleuchtungssystem, Transportmöglichkeiten), wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen. Zum anderen sind viele Wissenschaftler überzeugt, daß das Fahrrad wohl eine Lösung für ein energiesparendes Fahrzeug ist, daß aber auch ganz andere Fahrzeugformen möglich sind und auf ihre Eigenschaften hin untersucht werden müssen. Die Geschichte des Fahrrads bietet hierfür eine große Anzahl von Beispielen, die wegen der Fixierung der Fahrradentwicklung auf den Rennsportbereich allerdings nicht weiterverfolgt wurden.

Fahrradforschung ist nicht einer einzigen wissenschaftlichen Disziplin zuzuordnen, sie nutzt Kenntnisse und Untersuchungsmethoden aus der Medizin (Physiologie), den Ingenieurwissenschaften (Maschinenbau) und der Physik (Mechanik, Hydrodynamik). Die gegenwärtig untersuchten Fragestellungen umfassen

- theoretische Probleme (realitätsnahes Rechenmodell für Fahrer und Fahrer, Fahrstabilität),
- ergonomische Probleme (Leistungsentfaltung bei anderen Sitzhaltungen, z.B. zurückgelehnt),
- Ergonomie von Komponenten (Anpassung von z.B. Schaltungen und Bremsen an die menschliche Leistungsfähigkeit),
- Weiterentwicklung des Antriebs (Verbesserung des physiologischen Wirkungsgrades durch Veränderung der Winkelgeschwindigkeit während einer Kurbelumdrehung oder gänzlich neue Konzepte, wie z.B. lineare Antriebe),
- die Entwicklung neuer Fahrzeugkonzepte auf der Grundlage von Fahrradtechnologie.

Die Zentren der Fahrradforschung liegen gegenwärtig in Japan in Forschungsinstitutionen der Privatindustrie und in den Universitäten vornehmlich der Westküste der USA. (Letztere sind in erster Linie an der Erzielung hoher Fahrleistungen orientiert). Die deutsche Fahrradindustrie ist schon finanziell nicht in der Lage, ernsthaft technisch-naturwissenschaftliche Grundlagenforschung zu betreiben; den Universitäten dagegen erscheint Fahrradforschung wiederum zu angewandt und praxisorientiert.

Ein neuer Fahrzeugtypus

Das Interesse an einem neuen, am Fahrrad orientierten alltags-tauglichen Fahrzeugtyp ergibt sich aus einer Analyse verkehrspolitischer Entwicklungen und aus der Berücksichtigung von Überlegungen zum besseren Schutz der Umwelt. Seit einiger Zeit gibt es die Bestrebung, Innenstädte und Wohngebiete verkehrsmäßig zu beruhigen, d.h. durch eine Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit die Zahl und Schwere der Verkehrsunfälle zu verringern sowie gleichzeitig Lärm und Schadstoffemission zu reduzieren. Unter solchen Bedingungen wird der Gebrauch des Automobils in seiner jetzigen Form zunehmend obsolet: Energieverbrauch und Kosten stehen nicht mehr in einem sinnvollen Verhältnis zu den erzielbaren Transportleistungen.

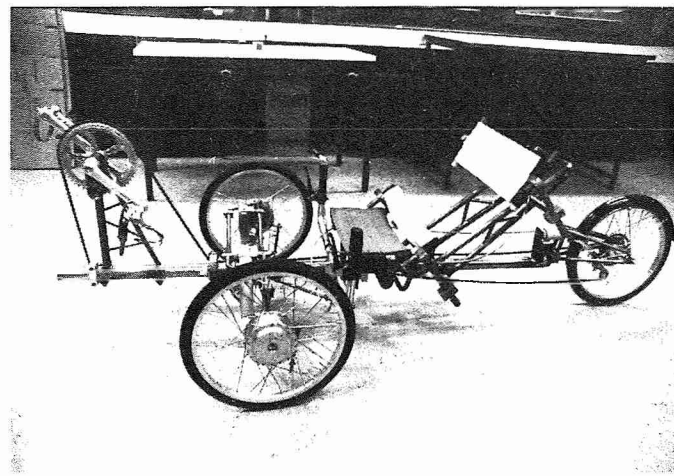
Es gilt also ein Fahrzeugkonzept zu entwickeln, das die Vorteile des Automobils (hohe Transportkapazität, gute Fahrleistungen, Bequemlichkeit, Witterungsschutz) mit denen des Fahrrads verbindet (Schadstofffreiheit, Energiesparsamkeit, Einfachheit der Technik). Anders ausgedrückt: das Fahrrad muß seine diese Vorteile hervorbringenden technischen Merkmale bzw. Bestandteile beibehalten: geringes Gewicht (Rohrrahmen), niedriger Rollwiderstand (Hochdruckreifen), hocheffizienter Antrieb mit großem Übersetzungsbereich (Kettenblätter, Zahnkränze, Kettenschaltung). Hinzukommen müssen technische Merkmale, die dem Fahrradkonzept Sicherheit und Bequemlichkeit hinzufügen. Ergebnis eines solchen Entwicklungsprozesses ist das Oldenburger Leichtfahrzeug (OLF), das als Experimentalfahrzeug und Prototyp der Erprobung und Optimierung des gesamten Fahrzeugkonzeptes dienen soll.

Das Fahrwerk

Die praktischen Vorteile eines Dreirades gegenüber einem Zweirad liegen auf der Hand: Es erlaubt beliebig geringe Geschwindigkeiten. Balanceprobleme im beladenen Zustand oder bei Seitenwind entfallen (wichtig für ältere Menschen). Verschiedene Lademöglichkeiten können vorgesehen werden. Geometrische Überlegungen zur Lage des Schwerpunktes, Annahmen über die maximale Bremsverzögerung (0,8 g) und die Forderung nach Kippsicherheit sowie hoher Bremskraftübertragung führten zu der gewählten Radanordnung und den wichtigsten Abmessungen: zwei Räder vorn, eines hinten; Sitzposition etwas hinter der Vorderachse. Aus konstruktiven Überlegungen wurde der Antrieb nach hinten verlegt, angetriebene Vorderräder hätten neben einem Differential

einen Kardantrieb erfordert. Außerdem wird die Hinterradsteuerung derzeit weder theoretisch noch praktisch beherrscht.

Um Platz für den Radeinschlag zu sparen und den Wendekreis klein zu halten, wurden kleine Räder verwendet; der Zuwachs an Rollwiderstand (der proportional zum Durchmesser des Rades abnimmt) wurde durch die Ausstattung mit Hochdruckreifen kompensiert. Diese Entscheidung erfordert die Installation einer Federung, um der Forderung nach Bequemlichkeit gerecht werden zu können. Die Vorderräder werden an doppelten Dreieckslenkern geführt (die Konstruktion wurde dem Automobilbau entnommen), das Hinterrad an einer Längsschwinge; die Federungselemente bestehen aus PU-Schaumstäben, die eigengedämpft sind. Die Federung wurde so ausgelegt, daß das Fahrzeug von der Schwingungsfrequenz her sich dem Bequemlichkeitsstandard von Automobilen nähert (1 - 1,5 Hz). Erschwerend macht sich hierbei bemerkbar, daß beim Leichtfahrzeug die Zuladung das Fahrzeuggewicht um ein Mehrfaches übersteigt - im Gegensatz zum Automobil.



Oldenburger Leichtfahrzeug (OLF)

Experimentalfahrzeug und Prototyp eines alltagstauglichen, muskelgetriebenen Dreirads mit Federung
 Technische Daten:
 Radstand: 100 - 140 cm verstellbar
 Spurweite: 85 cm
 Gesamtlänge: 184 - 224 cm
 Gesamtbreite: 90 cm
 Wendekreisdurchmesser: ca. 5,80 m
 Gesamtmasse: 28,5 kg
 Gesamthöhe einschl. Fahrer: ca. 95 cm
 Radanordnung: zwei gelenkte Räder vorn, ein angetriebenes hinten
 Fahrwerk: vorne Doppelquerlenkerkonstruktion mit Mittelnachslenkung und modifizierter Ackermannsteuerung, hinten einfache Längsschwinge mit federungsunabhängigem Kettenantrieb
 Federlemente: Stäbe aus Cellasto (Polyurethan-Schaum), Dichte ca. 0,65 g/cm³
 Durchmesser vorn: 34 mm, Länge unbelastet: 173 mm, Durchmesser hinten: 41 mm, Länge unbelastet: 80 mm
 Räder: Durchmesser 17" [Zoll] (32-369), 36 Speichen, symmetrisch zentriert, Aluminiumfelgen, Hochdruckdrahtreifen (700 kPa)
 Bremsen: zwei Trommelbremsen vorn, Felgenbremse hinten
 Antrieb: mit normaler Schaltungskette 1/2"x3/32"; Kettenblätter vorne: 53, 48, 26 Zähne, Zahnkranzblock (Kassettennabe) hinten: 11, 14, 17, 21, 26, 32 Zähne (entspricht einer Entfaltung von 1,09 m bis 6,16 m)
 Verstellbarkeit (außer Radstand/Gesamtlänge):
 - Tretlagerhöhe, Tretlagerabstand vom Sitz
 - Schwerpunkt in Längsrichtung
 - Sitzneigung
 - Höhe und Neigungswinkel der Schulter- und Beckenabstützung

Lenkung, Bremsen, Antrieb

Für die Lenkung wurde ebenfalls ein Vorbild aus der Automobilkonstruktion gewählt: es handelt sich um eine weitgehend spur- und sturzkonstante, deshalb leichtgängige, Mittelnachslenkung; der Unterschied im Einschlagwinkel zwischen kurveninnerem und kurvenäußerem Rad (bis zu 15°) wird durch eine abgewandelte Ackermann-Konstruktion berücksichtigt. Die Lenkungsbetätigung erfolgt mit Handhebeln in Hüfthöhe. Durch die Lage des Schwerpunktes sind in der Vorderachse besonders wirkungsvolle Bremsen notwendig; es handelt sich um in die Nabenkonstruktion integrierte große Trommelbremsen.

Die Sitzposition wurde leicht nach hinten geneigt festgelegt (Liegeradposition). Sie bringt nicht nur aerodynamische Vorteile (geringe Höhe und damit geringe Querschnittsfläche), sondern hat sich auch in ergonomischen Untersuchungen als günstig und bequem erwiesen. Darüber hinaus verringert sie bei Unfällen die Gefahr von Kopfverletzungen. Entsprechend befindet sich das Tretlager vor der Vorderachse; die Kettenführung erfolgt unter dem Fahrer entlang dem Hauptrohr zum konventionellen Hinterradantrieb. Durch konstruktive Maßnahmen bleibt die Hinterradfederung von Antriebseinflüssen frei.

Karosserie

Von entscheidender Bedeutung für das Fahrzeugkonzept ist die Karosserie. Sie hat mehrfache Funktionen: zunächst dient sie als Witterungsschutz, außerdem ist sie das wichtige aerodynamische Hilfsmittel, das zusammen mit der geringen Stirnfläche für angemessene Fahrleistungen bei geringem Energieeinsatz sorgen soll (im Gegensatz zum Normalrad, das beim Einsatz von Regenkleidung eine Steigerung des Luftwiderstandes um etwa 70 Prozent erfährt). Nach Berechnungen und Messungen erscheint ein $c_w \cdot A$ -Wert von 0,2 m² erreichbar. Problematisch sind vor allem zwei Punkte: Die Karosserie muß trotz guten Strömungsverhaltens noch einen bequemen Einstieg bieten, und ihr Gewicht darf nicht so hoch sein, daß es sich beim Energieaufwand negativ bemerkbar macht (bei Bergfahrten und beim Beschleunigen).

Perspektiven

Die nächsten Entwicklungsschritte liegen bereits fest. Nach den ersten Fahrversuchen, die die grundsätzliche Brauchbarkeit des Fahrzeugkonzepts gezeigt haben, wird parallel an der Optimierung der Fahreigenschaften unter Sicherheitsgesichtspunkten (Variation der Fahrzeuggeometrie), an der Messung und Optimierung der Fahrwiderstände und damit am Aufbau einer (ersten) Karosserie gearbeitet. Mittels Datenfernübertragung wird es auch möglich sein, dynamische Belastungszustände an den wichtigsten Bauelementen meßtechnisch zu erfassen. Relativ bald sollen darüber hinaus erste Versuche mit Hilfsantrieben begonnen werden, die für bestimmte Fahrzwecke mit hohen Fahrwiderständen (Lastentransporte oder für körperlich leistungsschwache Verkehrsteilnehmer [alte Menschen, Behinderte, Kinder]) sinnvoll sein können, vor allem, wenn diese Hilfsantriebe aus regenerativen Quellen gespeist werden.

Fahrradforschung kann nur die naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen und Randbedingungen für ein solches energie- und rohstoffschonendes, dabei effektives und bequemes Verkehrsmittel bereitstellen. Die Lösung der drängenden Verkehrs- und Umweltprobleme erfordert zusätzlich rasche Entscheidungen der Politiker.

Geographie

Heimat: heile Welt?

Heimatsforschung und Geographie an der Universität Oldenburg

* Von Rainer Krüger

Ursprünglich bedeutete Heim das Zentrum der Welt - nicht in einem geographischen, sondern in einem existentiellen Sinne... In traditionellen Gesellschaften war all das wirklich, was der Welt einen Sinn verlieh. Das umgebende Chaos war zwar vorhanden und stellte eine große Bedrohung dar, aber vor allem deshalb, weil es unwirklich war, keinen Sinn ergab.
 John Berger

Wenn wir in heutiger Zeit über den Sinn unseres Lebens nachdenken, fällt uns häufiger der Gedanke an Heimat ein. Er verbindet sich mit dem Wunsch nach persönlicher Geborgenheit in sozialen Beziehungen, nach einer gesicherten Existenzgrundlage und gesunden Umwelt. Seiner Verwirklichung sind aber harte Grenzen gesetzt. Entdecken wir nicht im Fortschritt des gesellschaftlichen Systems zunehmend Sinnloses, Ungereimtes? Bereitet die Rationalität des Kapitals uns nicht materielle Ersatzwelten fragwürdigen Sinns? Schafft staatliches Planen und Handeln nicht oft herzlose Wirklichkeiten des Lebens?

Nun also der Griff zur Notbremse - „Geh über die Dörfer!“ - wie es der Aufmacher der SPIEGEL-Titelgeschichte über die Rückbesinnung auf Heimat anlässlich der Premiere von E. REITZ's Fernsehserie „Heimat“ verheißt? Heimat als eine Dimension menschlicher Selbstfindung, aber nicht losgelöst vom geographischen Ort, sondern bezogen auf dessen Überschaubarkeit an sozialer, dinglicher und psychischer Lebensqualität?

Also gingen wir über die Dörfer. Im Rahmen eines mehrjährigen Projektes „Erlebnis und räumliche Identität auf dem Lande“ wurden zwei ländliche Siedlungen untersucht: Ditzum (Unterems) im hiesigen Küstenbereich und das Matscher Tal in Südtirol. Bei der Arbeit über den Sielhafenort Ditzum haben wir uns absichtlich in einen kommunalen Planungskonflikt begeben, während es bei der Studie über das Matscher Tal um das Nachzeichnen eines vermeintlichen „heilen“ Mikrokosmos ging.

Wahrnehmungsgeographie in Ditzum

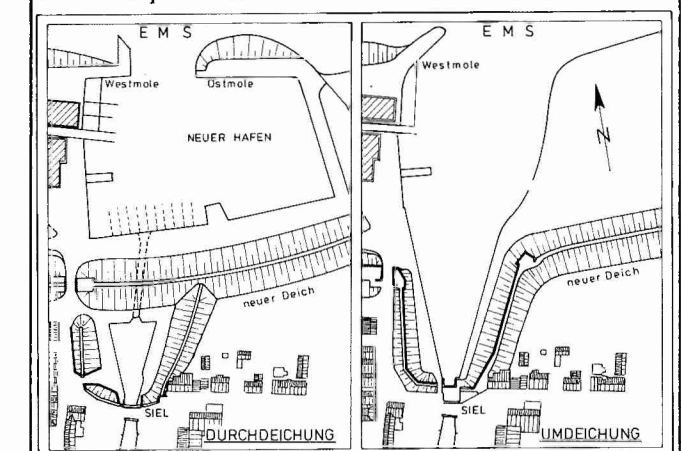
Über eine Befragung und Verhaltensbeobachtung sollte herausgefunden werden, ob und inwieweit sich die Ditzumer durch eine einschneidende Veränderung der ihnen vertrauten Baustrukturen betroffen fühlen. Es geht um ihre Reaktion auf staatliche Entscheidungen, denen wiederum erkennbare Motive zugrunde liegen. So wird die Absicht, einen neuen Seedeich und Hafen zu bauen, zum einen von der Einsicht getragen, daß ein besserer Schutz vor Hochwasser geboten sei. Zum anderen aber drückt sich darin die Vorstellung aus, daß der Staat durch infrastrukturelle Investitionen Wachstumsimpulse setzen kann, die örtlich die Existenzbedingungen der Einwohner verbessern (hier v.a. über Hafenausbau und innerörtlichen Flächenzuwachs eine stärkere Fremdenverkehrsentwicklung zu stimulieren). Gesellschaftliches Handeln, wahrge-

* An dem Forschungsprojekt waren außerdem beteiligt: Dietrich Hagen und Jürgen Hasse

nommen durch staatliche Initiativen, orientiert sich insofern an dem Leitbild systembedingten Fortschritts über lineares Wirtschaftswachstum.

Aus der Handlungsabsicht der staatlichen Planungsträger ergeben sich zwei unterschiedliche Einstellungsmuster der Bevölkerung. Für die Fischer und einzelne Bauern bedeutet die Zerstörung der alten Hafenanlage und der diese U-förmig säumenden Häuserzeile die Infragestellung subjektiv vertrauter Sinnstruktur. Dies deshalb, weil die vorhandene Baustruktur sozial-kommunikativ, aber auch funktional und ästhetisch eine gewohnte Lebensqualität sicherte. Das Wissen um den möglichen Verlust einer sozial wie räumlich-materiell vertrauten Umwelt führt diese Bevölkerungsgruppe dazu, über die Artikulation ihrer Bedürfnisse gegen die vorgesehenen Neubaumaßnahmen und weiter gegen die staatlichen Planungsträger und verantwortlichen Politiker anzugehen.

Deichbauproblematik in Ditzum:



„Ja, es soll alles so bleiben... es muß aber was gemacht werden.“ Der Satz bezieht sich konkret auf die Auseinandersetzung um die künftige Ortsentwicklung eines kleinen Sielhafenortes. Zwei unterschiedliche Planungskonzepte standen sich, wie auch Teile der Ditzumer Bevölkerung, unversöhnlich gegenüber. Soll, um geeigneten Schutz vor Hochwasserkatastrophen zu gewährleisten, die „Durchdeichung“ oder die „Umdeichung“ des bestehenden Hafenbereichs zum Tragen kommen. Bei der „Durchdeichung“ würde das alte Hafenbecken durch einen neuen Sieldeich vom offenen Wasser abgetrennt, würde ein neuer Hafen mit größerer Liegekapazität für Boote außerhalb der alten Ortslage entstehen sowie auf dem Terrain des dann zugeschütteten alten Hafens ein neuer Dorfplatz und Raum für zusätzliche Fremdenverkehrseinrichtungen, würde aber eine radikale Veränderung des Ortsbildes und ein Verlust des gewachsenen funktionellen wie visuell erfahrbaren Zusammenhangs von Hafen und umlaufendem Straßenzug eintreten. Eine stärker bewahrende Lösung, die „Umdeichung“, sieht eine Erhöhung des bestehenden, den Hafen U-förmig säumenden Deiches um 80 cm vor, so daß trotz eingeschränkter Sichtbeziehung zwischen Hafen und Häuserzeile die Verbundenheit beider Umweltausschnitte erhalten bliebe.“



Stelhafenort Ditzum (Unterems)

Letztlich wird somit über den Auslöser der baulichen Veränderungsabsicht ein Bewußtsein für die Lebensqualität bedrohende Leitvorstellung vom ökonomischen Fortschritt entwickelt. Ganz anders wird diese Zielvorstellung von der Gruppe der Arbeiter und Pendler in Ditzum angenommen. Aufgrund ihrer sozialen Defiziterfahrung als existenzgefährdete unselbständig Arbeitende erscheint ihnen der Neubau von Hafen und Seedeich geradezu als symbolisch überhöhte Wunschrealisierung besserer Lebensmöglichkeiten. Angesichts dieser selbstverständlichen Akzeptanz gravierender baulicher Veränderungen wird klar, wie wenig bedeutsam ihnen der räumlich-materielle Qualitätsaspekt von Umwelt für die eigene Lebenseinstellung ist.

Gerade der Befund über das Einstellungsmuster der Arbeiter bietet eine heilsame Rückkopplung der empirischen Ergebnisse an den erkenntnistheoretischen Stellenwert unserer Arbeit: es geht nicht um einen räumlichen Identitätsbezug für sich, unter dem Menschen Umwelt als Heimat erfahren. Statt dessen ist die Problemstellung auf der allgemeineren Ebene der Interpretation gesell-

schaftlicher Handlungsbedingungen und -formen anzusiedeln. Erst dort hinterläßt auch der räumliche Kristallisationspunkt von Heimat seine begründete Spur: als Teilaspekt von Identifikation mit Lebenswelt.

In der jüngsten Untersuchung über das Matscher Tal haben wir deshalb - von der wissenschaftstheoretischen Verankerung des Forschungsansatzes bis zur empirischen Ergebnisfindung - unsere Fragestellung geschärft.

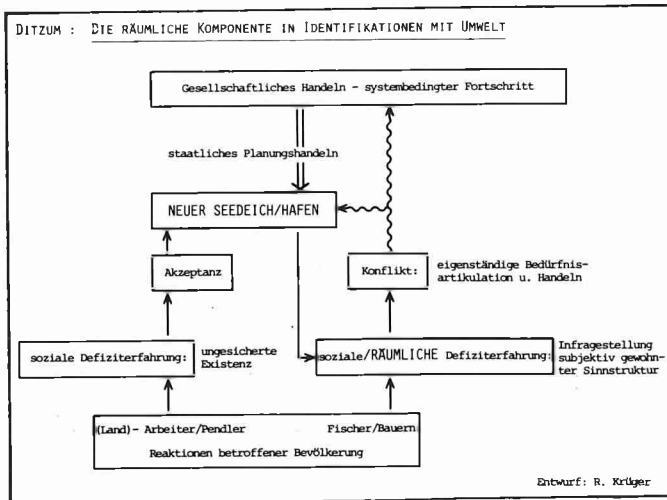
Heimat im Matscher Tal

Auszüge von einer Tafel an der Kirche

Das Matscher Tal, von den Urbewohnern Magh = Matte genannt, wurde schon in grauer Vorzeit von Menschen eines illyrischen Stammes bewohnt, weil die sonnigen Matten und Hänge stets Weide für große Herden boten. Getreide wächst auf 1830 m Höhe. ... Um 1200 zählte Matsch schon über 100 Familien. Anlage neuer Höhe bis über 1800 m, stundenlange Bewässerungskanäle, großartige Terrassierung der steilen Hänge. Stärkste Almwirtschaft wie nirgends im Lande. 1890 Anpflanzung von 10000 Bäumen oberhalb des Dorfes. ... Seit Oktober 1919 ist Matsch mit dem ganzen Südtirol dem Staate Italien einverleibt; der Name Matsch mit Mazia übersetzt.

Aus der Rezeption des theoretischen Diskussionsstandes in den Sozialwissenschaften ließ sich ein begrifflicher Bezugsrahmen entwickeln, über den sich das Verhältnis der Talbevölkerung zu ihrer Heimat differenziert interpretieren wird.

So gibt es ein gruppenspezifisches Lebensformmuster mit eher diffusen emotionalen Bindungen zu Dorf und Tal. Man kann diesen Zustand mit dem Begriff „Heimatgefühl“ belegen. Diese Einwohner verharren weitgehend unreflektiert in vorgegebenen Lebensstrukturen und Einstellungsmustern, also in einer eskapistischen Lebenseinstellung. Umgekehrt gibt es ein Lebensformmuster, das sich durch zielbewußte Vorstellungen und Handlungsvoll-



züge ausweist, durch eine prospektive Lebenseinstellung. Diese ist darauf gerichtet, konstruktive Entwicklungsperspektiven für eine bessere Lebensqualität im Alltag zu verfolgen, ohne mit der tradierten Lebenswelt brechen zu müssen (Vorhandensein eines Heimatbewußtseins).

Zwischen beiden Extremen steht eine Gruppe mit „konsistent-konservativer“ Lebensorientierung, die die Mehrheit der Einwoh-

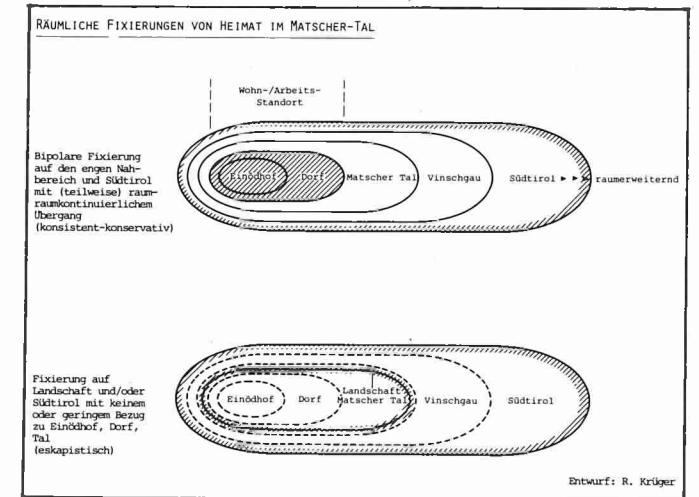


Matsch, Südtirol: Eine Straße im Vorderdorf

ner im Matscher Tal repräsentieren dürfte. Bei ihnen deckt sich weitgehend das Aktivitätsfeld ihrer Arbeit mit dem der sozialen Kommunikation und deren Reichweite (Einödhof und/oder das Dorf). Dieses konsistente „Synchronmuster“ gibt ihnen - noch - psychische Stabilität gegenüber ökonomischen Zwängen und Herausforderungen, die von außen die „heile Welt“ des Tales beeinflussen könnten.

Interessant war, anhand der Untersuchungsergebnisse auch zwei unterschiedliche räumliche Fixierungen der Heimat nachweisen zu können.

1. Eine bipolare Fixierung zwischen der Verortung am Wohn- und Arbeitsstandort (Einödhof oder Dorf) und der regionalen Einheit Südtirol. Dazwischen liegt teilweise ein raumkontinuierlicher Übergang (Matscher Tal - Vinschgau). Typischerweise sind es Probanden des konservativ-konsistenten Lebensformmusters, die v.a. als Almbauern, aber auch als im Dorf tätige Einwohner die ihnen vertraute tägliche Arbeitswelt mit dem einen Pol, der kleinstmöglichen Raumeinheit (Einödhof, aber auch Dorf) zur Deckung bringen. Sie betten diesen Raumbezug aber gleichzeitig raumerweiternd in den regional-kulturellen Rahmen Südtirols ein. Die kleinräumliche Dimensionierung von Einödhof oder Dorf dürfte somit



Heimat in unterschiedlichen Lebensformmustern des Alltags

Intensität des Heimatbezugs	Bewußtseins- und Handlungsqualität	Gruppenspezifische Konkretisierungen im Alltagsleben der Matscher
Heimatgefühl	Eskapistisch: Anpassung an strukturell vorgegebene Lebensbedingungen	Besitz(mehrung), idealisierte „harte“ Arbeit, idealisierte Naturwahrnehmung, Konsumkompensation, immobiles Dahinleben in harmonisierender Dorfgeselligkeit. Unsicherheit über (nicht genutzte Chancen zur Verbesserung der Lebensqualität durch Abwanderung, ambivalente bis ablehnende Haltung gegenüber ökonomischer Modernisierung, (berufliche Mehrfachrolle)
Akkomodation Assimilation	Prospektiv: zukunftsorientiertes Handlungskonzept in symbiotischer Verbindung tradierter Lebenswelt mit Entwicklungsperspektiven, die nicht vertraute Umwelt auflösen, sondern qualitativ erweitern	Bergbauernwirtschaft als sozial und arbeitsbezogene Kleinwelt mit ausreichendem personalen Entfaltungs- und Geborgenheitsangebot, z.T. Akzeptanz ökonomischer Verbesserungen durch von außen übernommene Entwicklungsansätze (landwirtsch. Modernisierung, Pendler, Fremdenverkehr), „Öffnung nach außen“ aber nur aus ökonomischem Zwang und nicht als selbstbestimmte Lebensstrategie einer gewollten Symbiose von Tradition und Moderne. Heimat als ausschließliche Ersatzwelt mit emotionaler Abgrenzungswirkung gegenüber dem Fremden. (fast ausschließlich Bergbauern mit Erfahrung in außerlandwirtschaftlicher Arbeit)
Heimatbewußtsein	„Gebrochene“ eskapistische und prospektive Haltung;	Verbindung von positiven Lebensqualitätsmerkmalen von Stadt und Land, Erweiterung der durch die Bergbauernwirtschaft geprägten und soziale Verhaltenssicherheit ermöglichenden Alltagswelt um ökologisch verträgliche landwirtschaftliche Modernisierung und bescheidenen Fremdenverkehr, bewußte kritische „Öffnung des Tales nach außen, ökonomische und soziale Integration in den staatlichen Ordnungsrahmen Italiens. Konkrete Umsetzung dieser Einstellungen im Alltagshandeln. (Studentin, Landwirt als Ortsvorsteher)
Heimatgefühl	„Gebrochene“ eskapistische und prospektive Haltung;	Defizite der sozialen und kulturellen Lebenssituation sind bewußt, ebenso geringer sozialer Rang und restriktive Bedürfnisverwirklichung als Frau. Dennoch (noch) kein Handlungsimpetus zur Veränderung dieser Alltagswelt. Vielmehr Ertragen und teilweise eskapistisches Hochstilisieren dieser Kleinwelt.

als (noch) verhaltenssichernde Symbolisierung ihres Alltagslebens bedeutsam sein.
 2. Eine stärkere Fixierung auf die Landschaft und/oder Südtirol mit keinem oder nur geringerwertigem Bezug zu den kleineren Raumeinheiten (Einödhof, Dorf, Tal). Die diesem Muster zuzuordnenden Probanden sind eher eskapistisch ausgerichtet. Ihre in Verdrängung realer Lebensbedingungen angenommenen „Ersatzwelten“ sind dennoch wenig konkret auf einen räumlich alltäg-

Methodische Zugänge zu Alltag und Umwelt

1. Qualitative Interviews:

Offene Gesprächsführungen gestatten Einblicke in die Gewebestruktur von Gedanken, Gefühlen, Handlungsabsichten und -wirklichkeiten. In solchen qualitativen Interviews kann der Proband biographische und/oder thematische Inhalte ohne festen Frage-Antwort-Rahmen entfalten. Mit jedem Probanden werden zwei Interviews geführt. Das erste, möglichst ungelenkte Gespräch wird ausgewertet und ergibt dadurch Frageimpulse für das zweite Interview.

2. Bilder-Interviews:

Einzelne Probanden im Matscher Tal wurden gebeten, Landschafts-, Familien- oder Heiligenbilder nach der Bedeutung, die sie selbst dem Bildinhalt beimessen, zu interpretieren.

3. Verhaltenskartierung:

Ergänzend zu qualitativen Interviews dienen verhaltenswissenschaftliche Methoden dazu, Lebensroutinen und -zwänge kennenzulernen, mit denen Menschen in der täglichen Nutzung ihrer Umwelt umgehen. In der Studie über Ditzum haben wir mit „behaviorsettings“ gearbeitet. Dabei geht es um die Beobachtung, Kartierung und Auswertung überindividuell typisierbarer Verhaltensmuster innerhalb eingrenzbarer Raumausschnitte (z.B. Einkaufen-Gehen im dörflichen Zentrum, Arbeiten und Spielen im Hafengebiet, Sich-Unterhalten am Wartehäuschen).

4. Assoziations-Szenario:

Gemeint ist ein fiktiver Text. In der Studie über das Matscher Tal war es ein auf das Jahr 1990 bezogener Artikel in der lokalen Zeitung „Dolomiten“, in dem bauliche und wirtschaftliche Veränderungen im Bergtal in Form einer aktuellen Reportage beschrieben wurden. Zukünftig mögliche Umweltveränderungen wurden also simulativ in die Gegenwart vorverlegt, um die Probanden zu Äußerungen herauszufordern, die sie in einer normalen Interviewsituation vielleicht nicht oder nur zufällig machen würden.

lichen Erfahrungsbereich bezogen. Sie beziehen sich stärker idealisierend oder nostalgisch auf einen wenig reflektierten Wertbezug gegenüber der Landschaft und/oder dem nationalen Minderheitenraum Südtirols.

Bei den beiden Wahrnehmungsmustern wird deutlich: Nicht die räumlich-distanzielle Qualität der Raumeinheiten für sich genommen, also ihre Größe oder Lage zueinander, wirkt in erster Linie identitätsbildend. Vielmehr sind es beim konservativ-konsistenten Lebensformmuster die über soziale und arbeitsbezogene Erfahrungen erfüllbarer Verhaltensbedürfnisse. Diese führen zu einer positiv besetzten Raumeinigung.

Demgegenüber sind Vertreter des eskapistischen Lebensmusters aufgrund stärker veränderter und von außen bestimmter materieller Existenzbedingungen (z.B. die berufliche Mehrfachrolle mit Arbeitsanteilen außerhalb des Matscher Tales) weniger in der Lage, eine sinnhafte Beziehung zum nahräumlichen Erfahrungsbe- reich zu behalten. Dieser wird quasi „übersprungen“ zugunsten von Einstellungs- und Verhaltensformen, die sich gedanklich am Vorstellungsbild der ethnographischen Einheit Südtirol oder einer romantisierenden Landschaftsbeziehung festmachen.

Perspektiven moderner Heimatforschung

NOVALIS sagt: „Die Philosophie ist eigentlich Heimweh - Trieb, überall zu Hause zu sein.“ Sicherlich kann man ein solches Bedürfnis auch dem Menschen unserer Zeit unterstellen. Doch wie schwer ist es, sich in lebenswerter Heimat einrichten zu können, wenn Umwelten den Menschen ökonomisch wie ökologisch zunehmend entfremdet werden? Und doch sollte kein Versuch ausgelassen werden, lokale und regionale Bevölkerung in eine aktive Rolle bei Auseinandersetzungen um zukünftige Umweltentwicklung zu bringen.

Die Sozialwissenschaften allgemein - und Sozialgeographen spezieller unter dem Aspekt räumlicher Mensch-Umwelt-Beziehungen - können dabei Hilfestellung leisten: Es geht um die aufklärende Wirkung wissenschaftlicher Ergebnisse, die den Menschen ein Bewußtsein über sich und ihr Leben im Alltag vermitteln. Es geht um die Entschleierung ihrer Lebensweisen, Rollen und Zwänge im gelebten Alltag.

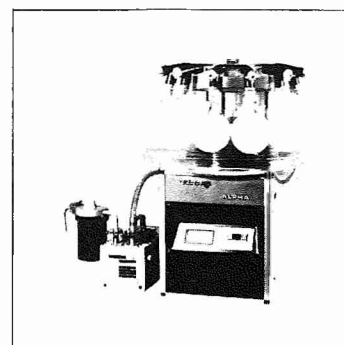
Konkret heißt das: Wenn über den vorliegenden Forschungsansatz eine sensible Interpretation menschlicher Beziehungen zur Umwelt gelingt, können bewußte Bedürfnisse an humaner Umweltgestaltung artikuliert und in eigenverantwortliches Handeln umgesetzt werden. Heimat wäre dann kein hingenommenes Fertigprodukt, sondern ein selbstbestimmbarer Entwicklungsansatz für die eigene und überindividuelle Lebenswelt.

Christ® Gefriertrocknungsanlagen

- Eiskondensatorkapazität 6, 12 oder 20 kg
- Eiskondensatortemperatur -54 °C oder -84 °C
- Verschlussmöglichkeit im Vakuum unter sterilen Bedingungen
- Kontrollmöglichkeit der Produkt-, Stellflächen- und Eiskondensatortemperatur

Einfrieren und Trocknen innerhalb des Eiskondensators unter sterilen Bedingungen zwischen -55 °C und +80 °C.

Einfrieren von Flüssigkeiten z. B. in Rundkolben nach dem Shell-Freezing oder Spin-Freezing Verfahren in einem separaten Kühlbad.



Martin Christ GmbH & Co. KG
 An der unteren Söse, D 3360 Osterode/Harz, Tel. 055 22 / 20 71, Telex 9 65 101

Soziologie

Überleben und Patriarchismus

Frau und Armut in Nordost Brasilien

Von Dieter Brühl und Sabine Stein

Wie in den meisten Entwicklungsländern leiden auch die Familien im Nordosten Brasiliens unter Formen bedrückender Armut. Nach einer Untersuchung von 1984 erreicht hier das mittlere Jahreseinkommen gerade 40 \$ pro Kopf und sank in der vergangenen Dürreperiode (1978 - 1984) auf 25 \$ pro Kopf und Jahr. Die Grundlagen für diese Armut sind in der ungleichen Besitzverteilung und den heute zunehmend anzutreffenden kapitalistischen Modernisierungsbestrebungen in der Wirtschaft und Gesellschaft Brasiliens zu suchen. Die dadurch ausgelösten strukturellen Veränderungen haben u.a. unkontrollierte Landfluchtprozesse bewirkt. Die Folge ist, daß in Brasilien heute relativ einheitliche Strukturtypen von Armut vorzufinden sind, die generell in vormigrante Armut im ländlichen Bereich und postmigrante Armut der großen Städte differenziert werden können.

... wer nicht die Möglichkeit hat, das Elend unmittelbar zu sehen, der kann sich nicht vorstellen, daß es menschliche Wesen gibt, die fähig sind, unter solchen Bedingungen zu leben und zu überleben“.

Sandra (Interviewerin)

Die sozialstatistischen Daten zeigen, daß die materiellen Bedingungen der postmigranten Familie sich in den städtischen Elendsvierteln verschlechtern. Die Wohnungen werden kleiner als zuvor auf dem Land (im Durchschnitt haben die Wohnungen auf dem Land fünf Räume, während es in der Stadt 3,5 sind) und auch der Verbrauch an Grundnahrungsmitteln sinkt, obwohl mehr Geld als auf dem Land ausgegeben werden muß. Das erklärt sich daraus, daß auf dem Land Grundnahrungsmittel überwiegend angebaut bzw. getauscht werden.

Verbrauch an Grundnahrungsmitteln (wöchentl.)

	Gesamt	Land	Stadt
Reis	4,7 kg (8)	5,1 kg (3)	4,3 kg (13)
Maniokmehl	3,9 kg (15)	4,9 kg (9)	2,6 kg (21)
Bohnen	3,2 kg (19)	3,7 kg (20)	2,7 kg (19)
Nudeln	1,0 kg (59)	0,5 kg (72)	1,5 kg (45)
Eier	4,0 Stk (57)	3,0 Stk (59)	5,0 Stk (54)
Milch	1,3 Ltr (54)	1,3 Ltr (60)	1,3 Ltr (47)
Fleisch	1,1 kg (47)	1,4 kg (36)	0,8 kg (61)
Fisch	4,0 kg (59)	6,9 kg (61)	0,7 kg (58)
Geflügel	0,7 kg (70)	0,8 kg (84)	0,7 kg (53)

In Klammern: in Prozent die Familien, die in der vergangenen Woche „keinen Verbrauch“ angaben.

Die Verschlechterung der Lebenssituation wiederholt sich ganz ähnlich, wenn es um Fragen wie Bildungschancen, Arbeitsmöglichkeiten, Ausstattung des Wohnhaushaltes und ähnlicher für das Überleben in der Stadt wichtiger Faktoren geht. Sie sind Teile einer Gesamtheit des Lebens in den Städten, die eine neue Konstellation bilden, in der die armen Migrantenfamilien in der Stadt überleben müssen. Die Familie wird sich unter diesen Bedingungen verändern. So fördern der Migrationsprozeß und die nun neu hinzutre-



tenden städtischen Lebensbedingungen z.B. eine Familiensituation, die den auf dem Land traditionellen Einschluß anderer Personen in den Familienverband sehr erschwert. Die Gründung bzw. Neugründung eines Hausstandes wird häufig zu einer kaum lösbar erscheinenden Aufgabe. Gelingt es irgendwo in einer Favela (Slum) oder in einem noch nicht besiedelten Gebiet eine eigene Behausung zu erstellen, so hat damit eine Lebensfestschreibung stattgefunden, die das zukünftige „Familienleben“ umfassend definiert: Bodenbesitz bzw. die agrarische Nutzung von Grund und Boden sind nun nicht mehr Grundlage für das eigene Familienleben. Familie und Arbeit werden unabwendbar getrennt; der minimale Solidaritätsrahmen ländlicher Familienstrukturen steht nun nicht mehr zur Kompensation der extremen Dauerarmut zur Verfügung. Insgesamt wird die Bedeutung der Lebenswelt Familie für den Einzelnen erheblich verringert, d.h., die Lebenswelt der Familie wird durch diejenige der Favela und der Straße ersetzt. Während im ländlichen Kontext von Arbeit und Familie die Verantwortung letzterer für die Gesamtheit der Lebenswelt der Individuen vorhanden ist, so reduziert sich diese innerhalb der Lebenswelt der städt. Armutszonen auf die Verpflichtung der Familienmitglieder, einen materiellen Beitrag für den Überlebenskampf zu leisten.

Wie wirkt sich nun diese geänderte Lebenssituation auf das innere Gefüge der Familie und die dieses strukturierenden Familiennormen aus? Man könnte annehmen, daß die zunehmende Bedeutung der Frauen und Kinder für den Überlebenskampf der Familien in der Stadt Tendenzen zur Enthierarchisierung der Unterschichtfa-

milien fördere und traditionellen patriarchalischen Wertmustern entgegenwirke. Ein Grund dafür, daß eine derartige Konsequenz nicht notwendigerweise eintritt, liegt darin, daß die Erfahrungen mit der städt. Umwelt in einer extremen Form der Reduktion von Wirklichkeit gemacht werden. Denn Armut erzwingt auch die Verarmung von Erfahrung. Gerade in den Städten, die sehr wohl den materiellen Reichtum explizit darstellen, werden existentielle

Familientypologie			
Verteilung Land/Stadt			
	Gesamt	Land	Stadt
	Prozent	Prozent	Prozent
Eher patriarchalische Familie	14	13	16
Faktisch mutterzentrierte Familie	18	11	27
Familistisch orientierte Familie	25	30	19
Familie mit eher partnerschaftl. Tendenzen	42	46	38

Erfahrungen so immer nur unter der Perspektive des Fehlens von Lebenschancen gemacht. Die normativ und praktisch von der Überlebensfunktion streng dominierten Familien schaffen ein ihnen eigenes Strukturmodell, das Gewalt, Macht und Beziehungsmuster an diesen Bedürfnissen ausrichtet und um des Überlebens willen auch ausrichtet muß. Der allumfassende Zwang aber, bloß physische Existenz sichern zu müssen, schafft noch nicht die ideologischen Voraussetzungen, die besonderen Gewaltverhältnisse der patriarchalischen Familie, so wie sie im Bewußtsein der Menschen als das traditional-ländliche Wertschema verfestigt sind, zu revidieren. Der vermeintliche Wandel von der patriarchalischen, ländlich orientierten Großfamilie zu einer potentiell eher partnerschaftlich orientierten Kleinfamilienform findet so als Folge des Migrationsprozesses nicht statt.

Die angedeuteten Wandlungsprozesse in der Familie werden durch die Familientypologie bestätigt, die im Rahmen dieser Untersuchung gebildet wurde. Als Indikatoren für die Typenbildung wurden Fragen verwendet, die innerfamiliäre Entscheidungsstrukturen, Realverhalten im Bereich der Erziehung der Kinder, Problemlösungsverhalten sowie Meinungen zu Macht und Dominanz in der Familie beinhalten. Gewichtungen wurden so vorgenommen, daß Angaben zu realen Verhaltensweisen und Strukturen höher bewertet wurden als Meinungen und Einstellungen. Niedrige Indexwerte erhielten patriarchalische Argumentationsmuster, während Muster, die die Gleichstellung der Frau betonten, höhere Werte erhielten.

Besonders auffällig ist der hohe Sockel von Familien in Stadt und Land, in denen die Tendenz besteht, die Beziehungen zwischen den Ehepartnern eher partnerschaftlich zu regeln. Dieses zunächst erstaunliche Ergebnis reflektiert jedoch die Tatsache, daß diese Typologie schwerpunktmäßig Aspekte der Realitätsbewältigung einbezieht und außerhalb des Alltags bedeutsame Ideologien nicht als in gleichem Maße bedeutsam für die Herausbildung der Familienkonstellationen annimmt. Die zweite wichtige Tendenz ist die Abnahme dieses Sockels im städt. Bereich zugunsten vor allem eines Familientypus, dessen Zentrum die Frau ist. Ein Indiz dafür,

daß dies kein zufälliges Ergebnis ist, läßt sich aus Daten der Haushaltszählung von 1983 für ganz Brasilien ablesen. Nach dieser Zählung beträgt die Anzahl der Haushalte, in denen sich die Ehefrau als Haushaltsvorstand bezeichnet, in den Stadtregionen 19 Prozent, während dies auf dem Lande elf Prozent sind. Die Tatsache, daß dieses Phänomen verstärkt in den sozialen Unterschichten auftritt, zeigt, daß Familienstrukturen sich in relativer Autonomie von möglicherweise vorhandenen patriarchalischen Ideologien an die Gegebenheiten der Umwelt angleichen, wenn es zwingende Bedürfnisse gibt, die es zu befriedigen gilt. Die Realität wird zur unmittelbaren Norm, die vorhandene individuelle Wertsysteme ent- oder auch aufwertet.

So sehr die Familientypologie tendenziell eine Veränderung der Strukturen von Land- und Stadtfamilien andeutet, so sehr stellt sie zugleich eine Fortsetzung von Gegebenheiten dar, die in der Lebenswelt der ländlichen Familie bereits angelegt sind. Neben der Kontinuität patriarchalischer Ideologien hat die historische Armutssituation auf dem Land es verhindert, daß Frauen aus dem Arbeitsprozeß ausgegliedert werden. Dieser wird charakterisiert durch eine enge Kooperation von Mann und Frau. Offensichtlich bleibt dies nicht ohne Folgen für die innerfamiliäre Situation, die auf ein eher partnerschaftliches Verhältnis zwischen Mann und Frau im Alltagsleben schließen läßt. In der Stadt hat dies zur Folge, daß Familien sich relativ problemlos umstrukturieren und sich um diejenigen scharen, die das materielle und soziale Überleben garantieren: die Frauen und Kinder. Diese Umstrukturierung der Familienverhältnisse bewirkt, daß Frauen nun Entscheidungen allein treffen, die sie zuvor auf dem Land zusammen mit dem Mann getroffen oder ihm allein überlassen haben.

Wer entscheidet über Haushaltsausgaben?			
	Gesamt	Land	Stadt
	Prozent	Prozent	Prozent
Nur Ehefrau	30	25	37
Nur Ehemann	27	29	26
Beide	35	40	30
Fam. insgesamt	6	7	6
K.A.	0,3	-	0,7

Wer ist am wichtigsten zu Hause?			
	Gesamt	Land	Stadt
	Prozent	Prozent	Prozent
Ehemann	33	26	40
Ehefrau	4	6	3
Beide gleich	62	66	56
K.A.	1	2	1

Der faktische Machtzuwachs der Frau in der armen städt. Familie findet keine unmittelbare Resonanz in der Familienideologie. Die befragten Frauen im städtischen Untersuchungsgebiet betonen zwar deutlich häufiger als diejenigen der Landregion ihre innerfamiliäre Entscheidungskompetenz. Zugleich kehrt sich dieses Ver-

hältnis um, wenn es um die Bestimmung geht, wer am bedeutendsten zu Hause ist.

Es wird deutlich, daß die Zahl der Familien in der Stadt zunimmt, in denen die Frau neben den Kindern zur wichtigsten ökonomischen und sozialen Stütze wird. Das hat damit etwas zu tun, daß es für die Männer in den Großstädten häufig sehr schwer ist, Arbeit zu finden. Die Männer können somit kaum zum ökonomischen Bestand der Familie beitragen, da der Wechsel in die Großstadt entgegen den Migrationserwartungen meist mit Arbeitslosigkeit gleichbedeutend ist. Den Frauen (aber auch den Kindern) gelingt es häufiger, im informellen („casual“) und tertiären Sektor eine bezahlte Beschäftigung zu finden. Dennoch scheint die ideologische Fixierung auf ein patriarchalisches Familienmodell oder der Rückgriff darauf in der Stadt Leitmotiv der Familienideologie zu bleiben.

Die ablesbare Tendenz, daß Frauen stärker gleichgewichtige Positionen von Mann und Frau in der ländlichen Familie und Umwelt betonen, stimmt mit Ergebnissen brasilianischer Untersuchungen überein, die die Situation armer Landfamilien zum Gegenstand haben. Diese Untersuchungen belegen die unterschiedliche Bewertung von Mann und Frau auf der gesellschaftlichen Wertebene. Im alltäglichen Geschehen von Familie und Arbeit sind Mann und Frau dagegen eher gleichberechtigt. Dieser Widerspruch verschärft sich im städt. Bereich, wo gerade als erstes die Arbeitsverhältnisse umstrukturiert werden. Damit geht vor allem der wichtige Zusammenhalt gemeinsamer Arbeit von Mann und Frau verloren, der - neben anderen Auswirkungen - einen Entsolidarisierungseffekt zwischen Mann und Frau zur Folge hat.

Interessieren sich die Männer genügend für die Familie? (nach Ansicht der befragten Frauen/diff. nach Familientypen)						
	Gesamt		Land		Stadt	
	Prozent	ja	Prozent	nein	Prozent	nein
Eher patriarchal. Familie	52	48	71	29	35	65
Fakt. mutterzent. Familie	36	64	73	27	19	81
Famil.orientierte Familie	66	34	87	13	31	69
Familie mit partn. Tendenz	59	41	74	26	42	58

So beurteilen die Frauen aller Familientypen auf dem Land das Interesse ihrer Ehemänner an der Familie in der überwiegenden Mehrzahl positiv. Dies kehrt sich in der Stadt um. Hier haben sich die Männer offenkundig aus der Familie zurückgezogen, was am Beispiel des „faktisch mutterzentrierten Familientyps“ besonders deutlich wird. Was verbleibt, ist die Priorität des Mannes auf der gesellschaftlichen Wertebene, die sich damit unter den gegebenen Realitätsbedingungen um so leichter durchsetzt. Denn die Frauen und Kinder als Träger des Überlebenskampfes erfahren keine gesellschaftliche Wertschätzung. Das Überleben unter den Bedingungen extremer Armut wird in einer Gesellschaft, die diese Armut notwendigerweise produziert, nicht positiv bewertet. Damit werden auch keine ausreichenden Grundlagen für ein Selbstwertgefühl der Betroffenen geschaffen.

Man kann also annehmen, daß die ländliche Familie auf einem



stabileren Konsens der Familienmitglieder gegründet ist als die städtische Familie. Dieser Konsens reflektiert einerseits die auf dem Land vorherrschenden Arbeitsverhältnisse und bezieht andererseits die traditionellen agrarischen Normsysteme ein. Der Migrationsprozeß nun erschüttert zwar das traditionelle Normgefüge, kann aber offensichtlich unter den neuen Bedingungen der Stadt nicht das ideologische Beharren auf den darauf beruhenden Werten außer Kraft setzen. Das kann man z.B. daran sehen, daß bei den untersuchten Einstellungen und Einschätzungen zur Sexualität keine wesentlichen Unterschiede zwischen Stadt und Land vorzufinden sind. Die Veränderungen, die sich bezüglich Ehe und Familie ergeben, sind ihrer Bedeutung nach im wesentlichen ein Reflex auf die neuen Arbeitsverhältnisse und die anders gearteten allgemeinen Lebensbedingungen, wie sie nach dem Migrationsvorgang im urbanen Bereich vorgefunden werden. Es stellen sich Verhaltensänderungen ein, die nicht notwendigerweise als Resultat eines Wandels der traditionellen Normen und Werte interpretiert werden dürfen. Die Städte im Nordosten Brasiliens bieten auch wenig Anreiz für die Migrantenfamilien, Alternativen zur traditionellen ländlichen Welt zu entwickeln. Das Leben in der Stadt bedeutet Fortsetzung, häufig sogar Verschlimmerung der Armut, in den seltensten Fällen eine Verbesserung der Lebensverhältnisse.

Die widersprüchlichen und in den metropolitanen Gürteln teilweise chaotischen Städte vermitteln kaum richtungweisende Orientierungen, die helfen könnten, den Überlebenskampf zu erleichtern. Alles, was hier an besseren Lebensbedingungen geboten wird, steht den Armen nicht zur Verfügung oder muß unter Zurückstellung elementarer Bedürfnisse angeschafft werden. Die Veränderungen in der postmigranten Familie resultieren deshalb vorwiegend aus den Überlebensbedürfnissen in der urbanen Welt; einiges deutet darauf hin, daß Strukturen verstärkt werden, die bereits in der armen kleinbäuerlichen Familie angelegt sind. Die Tatsache, daß Frauen immer schon an der Überlebenssicherung entscheidend beteiligt waren, wird unter den erschwerten Bedingungen der Stadt verstärkt fortgeführt, - aber in einem prekären Sinne: den Frauen (und den Kindern) werden die Lasten des Überlebenskampfes aufgebürdet; sie haben bzw. sie nehmen sich das „Recht“, die notwendigen Entscheidungen selbst zu treffen, ohne daß die Gesellschaft bereit wäre, dieser Tatsache durch einen Wandel der Werte Rechnung zu tragen. Die patriarchalischen Ideologien verbleiben und garantieren auch in der Stadt die Dominanz des Mannes.

„Vernunft wird Unsinn, Wohltat Plage“

Oder: Wider die Lust am Untergang

Von Thomas Blanke/Stefan Müller-Doohm

„Die Zeiten haben die Köpfe dreht, die Köpfe die Sachen“
(John Lyly, 1554 - 1606)

In den philosophischen und sozialwissenschaftlichen sowie in den kunst- und literaturtheoretischen Diskussionen unserer Tage dominieren unverkennbar vernunftkritische Motive, die in den Theorien der Postmoderne kulminieren. Der Postmodernismus ist nicht nur vom „Tod der Vernunft“ als Idee, sondern in seinen radikalsten Versionen davon überzeugt, daß die menschliche Gattung jedenfalls dann ihrem definitiven Untergang entgegengeht, wenn sie zum Zweck ihrer Selbsterhaltung weiterhin der Rationalität logischen Denkens und der von ihr angeleiteten wissenschaftlich-technischen Praxis vertraut, wenn sie dem Fetisch grenzenloser Durchschau- und Machtbarkeit der natürlichen und sozialen Welt Glauben schenkt.

Obwohl es berechtigt sein mag, Zweifel an der diagnostischen Prägnanz eines solchen fundamental-philosophischen Skeptizismus gegenüber den realen Entwicklungstendenzen der Zeit anzumelden, haben die unübersehbaren empirischen negativen Trends Furcht vor dem Untergang der menschlichen Zivilisation aktualisiert. Dieser verbreitete Katastrophismus ist indes kein gänzlich neues Phänomen, unterscheidet sich aber doch auf bemerkenswerte Weise von den bekannten älteren Untergangsvisionen. Diese entwerfen meist das Bild einer historischen Entscheidungsschlacht miteinander kämpfender Gegenkräfte, sozialer Gruppen, Nationen oder ethischer Bevölkerungsteile (Klassen, Völker und Rassen), die zwar zum Zusammenbruch bestehender gesellschaftlicher Systeme oder kultureller Epochen führen werde, jedoch keineswegs das Ende der Geschichte der menschlichen Gattung (bzw. der Möglichkeit einer bewußten Steuerung des geschichtlichen Prozesses) bedeuten. Daß neues Leben aus den Trümmern erblühen werde, darüber bestand kein Zweifel.

Mit diesen, sowohl die heroische Phase der Agonie wie die historische Perspektive eines Neubeginns umfassenden Krisen- und Schlachtengemälden, hat die aktuelle Diskussion über Untergangsvorstellungen wenig gemein. Sie erscheint in ihren postmodernistischen Varianten als das Gegenteil ihrer Vorläufer. Die Gesellschaft zerbricht nicht an internen Klassenwidersprüchen oder externen Bedrohungen, sondern daran, daß „das System“ diese konventionellen Gefährdungen immer perfekter zu meistern versteht. Nicht die Schwäche der Gesellschaft, die zu geringe Lern-, Wandlungs- und Anpassungsfähigkeit ihrer politischen, ökonomischen wie sozialen Strukturen führen zu ihrem Untergang, sondern im Gegenteil ihre Stärke, die perfekt ausgebildete Fähigkeit, alle krisenhaften Erschütterungen zu meistern.

Die „Pathologie der Moderne“ (Habermas) wird demnach nicht in unzureichend beherrschten inneren Widersprüchen oder äußeren Widerständigkeiten gesehen, an denen die Selbsterhaltung der Gesellschaft ihre Grenze findet, sondern im Gegenteil in der umfassenden Entwicklung und Ausbreitung ihrer immer effektiveren Mechanismen der Selbsterhaltung. Das Raster zur Wahrnehmung

bedrohlicher Krisensymptome und das Steuerungsorgan für notwendige Anpassungs- und Wandlungsprozesse funktioniert nur scheinbar perfekt, ist in Wirklichkeit aber „falsch programmiert“: Der überlebensnotwendige Rückbezug auf die elementaren Existenzbedingungen der Individuen ist gleichsam nicht mit ins System „eingebaut“, so daß es sich folglich mit der verselbständigten, gegenüber allem Lebendigen gleichgültigen Logik eines Automaten fortentwickelt.

Die aktuelle Katastrophenvision moderner Gesellschaften hat in diesem Szenario einer gigantischen Gesellschaftsmaschinerie, die sich von allen Rückbezügen auf natürliche Lebensbedingungen wie auf Kategorien humaner Verantwortung, Autonomie und Selbstverwirklichung losgelöst hat, ihre spezifische Qualität und Differenz zu früheren Apokalypsen. Ob und wie dieser Prozeß aufgehalten werden kann, die Antwort auf diese Frage erscheint ungewisser denn je. Wenn nämlich die bislang unbekannte Intensität der Bedrohung die Konsequenz der „Ultrastabilität“ der Gesellschaft ist, dann wäre der emanzipationsverbürgende Zusammenhang von sozialer Deprivation und befreiender Aktion bereits innertheoretisch negiert. Ungeachtet aller sozialen Widerstandsbewegungen, die sich in ihren aktuellen Erscheinungsformen gegen die Zerstörung von Natur und kommunikativen Lebensformen richten und kaum durch klassenspezifisch zurechenbare Phänomene der Verelendung motiviert sind, wären schwerlich Hoffnungen zu begründen, die die Erwartung einer Umkehr rechtfertigen könnten, - zumal es diesen Katastrophentheorien zufolge nicht genügen würde, einzelne Elemente der Gesellschaftsstruktur zu verändern, sondern alle gleichzeitig und sofort.

Konstruktionslogik der Endzeitvorstellungen

Die Dynamik theoretischer Radikalisierung von den negativen Geschichtsphilosophien zur Vernunftkritik, die in die Aporie notwendig paradoxer Konstrukte mündet, ist mindestens ebenso sehr Resultat immanenter Konstruktionszwänge wissenschaftlichen Denkens wie einer Empirie, die indes durchaus Stichworte für solchen Katastrophismus liefert. Die Hypothese scheint berechtigt, daß die mit der radikalen Vernunftkritik einhergehende aktuelle Häufung von Katastrophenszenarien als eigenlogische Konsequenz des wissenschaftlichen Reflexions- und Theoriebildungsprozesses betrachtet werden kann und insoweit gleichsam „hausgemacht“ ist.

Vernunftkritik ist die Reflexion über die Differenz, die zwischen den emphatischen Vernunftformen und der sozialen Realität ihrer empirischen Substrate wie etwa dem Subjekt und dem Rechtssystem besteht. Diese Differenz wird markiert und zugleich als defizienter Modus der Vergesellschaftung bestimmt, von der her sich die Unvernunft der Verhältnisse bemißt. Sozialwissenschaftliche Theorien dieses Typs werden daher um so pointiertere Krisendiagnosen für die weitere Entwicklung der bestehenden Gesellschaften entwerfen, je geringer der angenommene realgesellschaftliche und folglich innertheoretische Stellenwert der Vernunftkategorien ist. In ihren radikalsten Varianten wird diese Reflexion der Differenz

Gustave Doré

Der Blick nach Jahrtausenden (1877)



zu einer des Abschieds: Weil sich kein irgend gearteter Vernunftrest gesellschaftlich ausmachen läßt, verliert die Differenzbetrachtung ihren Bezugspunkt und löst sich das Kriterium für den Maßstab von Vernunft und Nichtvernunft auf. Die nächste Stufe der Radikalisierung ist beschritten, wenn das Vernunftparadigma argumentativ in sein Gegenteil umschlägt: Was vorher als vernunftdefizienter Modus der Vergesellschaftung bestimmt war, die Unvernunft, wird nunmehr als Vergesellschaftungsmodus der Vernunft selbst negativ identifiziert. In dieser Argumentationsfigur ist nicht mehr der Mangel gesellschaftlich realisierter Vernunft der Grund für den entwicklungsdiagnostischen Pessimismus, sondern umgekehrt gerade die behauptete reale Totalisierung der Vernunftformen wie Recht, Subjekt einerseits, Technik bzw. Wissenschaft und Organisation andererseits.

Diesen vier Vernunftbereichen entspricht eine spezifische Tradition sozialwissenschaftlicher Theoriebildung, die die gesellschaftliche Praxis daraufhin untersucht, ob und inwieweit sich in ihr die hypostasierte Vernunftform realisiert und welche gegebenenfalls die Gründe für die mangelnde Einlösung dieser Postulate sein mögen. Subjekt- und Rechtstheorie einerseits, Technik-, Wissenschafts-, Organisations- und Revolutionstheorie andererseits beschreiben den Umfang möglicher Vernunfttheorien von Gesellschaft und ihrer Kritik.

Damit werden nicht die möglichen Gegenstände sozialwissenschaftlicher Forschung auf diese Dimension eingegrenzt - zweifellos existiert eine breite, auch kritische Tradition etwa der Familiensoziologie, der Kriminologie, Staatstheorie, Industrie- und

Betriebssoziologie, Religions- und Sportsoziologie oder der Wirtschaftstheorie. Einzeldisziplinen der Sozialwissenschaften sind so zahlreich wie die Fülle sozialer Tatbestände, Prozesse und Strukturen inklusive ihrer symbolischen und imaginären Reflexionsformen. So unbestreitbar in all diesen Untersuchungsfeldern Wissen bereitgestellt wird, so wenig machen sie als solches Wissen bereits Vernunft. Sofern diese einzelwissenschaftlich verselbständigten Fachdisziplinen überhaupt an einem emphatischen Konzept vernünftiger Vergesellschaftung orientiert sind, beziehen sie die normativen Kriterien ihrer Kritik des jeweiligen Gegenstandes jedoch aus der Bezugnahme auf eine oder mehrere der dargestellten Vernunftformen. Die von uns skizzierte Umbewertung der Vernunftkategorien erscheint uns nicht als zufällig. Sie läßt sich vielmehr als Ergebnis bestimmter Deutungsschemata interpretieren, die scheinbar zwingend aus dem Rekurs auf Vernunftbegriffe einerseits, dem wissenschaftlichen Reflexionsprozeß andererseits resultieren: Die Struktur der Vernunftkategorien ist offen, material-unbestimmt, entbehrt der Möglichkeit, sie substantiell zu begreifen. Sie scheinen daher in ihrem Sinngehalt empirisch nicht faßbar zu sein. So können etwa Vorstellungen wie die Autonomie des Subjekts, die universelle Selbstbestimmung in Freiheit durch Recht oder der Fortschritt von Wissenschaft und Technik nicht in ihrem materialen Gehalt positiv definiert werden. Sie dienen vielmehr als Bezugspunkte für die Abwesenheit von Fremdbestimmung, von gesellschaftlicher Gewalt und Naturzwängen.

Alle Wissenschaft, die sich auf empirische Gegenstände bezieht, ist aber konzeptionell Kritik ihres Gegenstandes - der Natur, der Gesellschaft und des Menschen. Mit fortschreitender Akkumula-

tion der Wissensbestände nimmt das Bewußtsein von Bedingtheiten zu und führt - wo sie nicht, wie dies gemeinhin den Naturwissenschaften zugeschrieben wurde, unmittelbar im zweiten Schritt zugleich zur Beherrschung der entdeckten Kausalität mächtig war - zu einer immer rigoroseren Infragestellung von Vernunft als Autonomie. Indem der wissenschaftliche Erkenntnisprozeß den Umkreis gewußter realer Abhängigkeiten beständig erweitert, läßt er ein Trümmerfeld zerstörter Autonomieträume hinter sich.

Das erste typische Deutungsmuster der Vernunftkritik resultiert, so ist zu vermuten, aus der Reflexion dieses Prozesses. In diesem Deutungsmuster wird die verloren gegangene Autonomie gegen den fortschreitenden Wissenszuwachs ausgespielt, ohne daß doch die zerstörten Autonomiedimensionen in ihrer realhistorischen Geltung nachgewiesen werden können. Daraus entspringt jener Unterton der Trauer, der der retrospektiven Verklärung untergegangener Möglichkeiten der Freiheit und vergessener und verdrängter Alternativen im Umgang des Menschen mit sich und mit der Natur entspricht.

Die Dialektik der Aufklärung erschöpft sich allerdings nicht in der progressiven Zerstörung derartig imaginierten, gleichwohl durchaus geschichtsmächtiger Autonomieprojektionen, sondern bedeutet gleichzeitig einen Prozeß expandierenden Verfügungswissens. An diese Einsicht knüpft ein zweites, in seiner Vernunftkritik noch radikaleres katastrophentheoretisches Deutungsmuster an, demzufolge alle Wissenschaft sich notwendig auf die Bereitstellung von Verfügungswissen beschränkt und darin gesellschaftliche Machtpotentiale erschließt, die die Subjekte zunehmend auf den Status beliebig manipulierbarer Objekte gesellschaftlicher Herrschaftspraxis reduziert. Im Fortschritt der Wissenschaften wird diesem Paradigma zufolge nicht nur die Vorstellung vernünftiger Autonomie durch das zunehmende Bewußtsein von Abhängigkeiten verstellt, sondern deren soziale Voraussetzung effektiv vernichtet. Im Wissenschaftsprozeß wird ein sich totalisierender gesellschaftlicher Kontroll- und Herrschaftsmechanismus zur Geltung gebracht, der soziale Integration unmittelbar bewirkt, hierfür keiner anderen besonderen Medien und Techniken der Umsetzung mehr bedarf und zu einer Vergesellschaftung auf der Basis vollständiger Heteronomie führt.

In einem dritten katastrophentheoretischen Deutungsmuster wird aus den beiden vorausgegangenen Interpretationen die Summe gezogen, indem dieser Prozeß nicht länger als Vereinseitigung oder Perversion der Vernunft, sondern als die Selbstexplikation ihres wahren Sinns begriffen wird. Diese These wird in der Weise erhärtet, daß die Vernunftformen als bloße Fassaden eines dahinter verborgenen realen Vergesellschaftungsprozesses begriffen werden, der ganz anderen (als vernünftigen) Gesetzmäßigkeiten gehorcht und etwa als zunehmende Tauschvergesellschaftung und Wertabstraktion, als Machtexpansion, Naturbeherrschung durch List oder patriarchalische Herrschaft identifiziert wird. Vernunft wird in diesen Theorien ein Vergesellschaftungsmodus reiner Negativität, zu dem es - außer allenfalls in unvordenklichen Zeiten - keine gesellschaftlich realisierte und mit zunehmendem Schwinden von Revolutionserwartungen auch keine irgend mehr realisierbare Alternative gibt.

Diese drei Deutungsmuster der Vernunftkritik, von denen die beiden letzten nur noch von dem „unmöglichen Ort“ soziokultureller Exterritorialität aus formuliert werden können, hatten wir als Resultat der Spannung zwischen der Offenheit des Autonomiepostulats der Vernunftformen und dem dieser entgegengerichteten Verlaufsrichtung des Wissenschaftsprozesses und der Deutung seiner sozialen Funktion interpretiert. Daß die Vernunftkritik die

Gestalt zunehmender endzeittheoretischer Radikalität annimmt und den Tod der Moderne glaubt konstatieren zu können, ist demnach zwar naheliegend. Jedoch ist dieser vernunftkritische Selbstlauf nur dann zwingend, wenn Alternativen hierzu - auf der Ebene der einzelnen Deutungsmuster - nicht sinnvoll formuliert und wissenschaftlich aussichtsreich in Angriff genommen werden können.

Drei theoriestrategische Ansätze lassen sich charakterisieren, die auf den jeweiligen Stufen der Vernunftkritik andere Lösungswege einschlagen. Zum einen kann der Versuch gemacht werden, soziale Abhängigkeiten und Bedingtheiten - nach dem Vorbild der Medizin und der Naturwissenschaften - durch Intervention in gesellschaftliche Zusammenhänge aufzuheben oder in der Weise umzugestalten, daß die im wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß sich als verstellt erweisenden Spielräume vernünftiger Autonomie hergestellt oder erweitert werden. Einer Vernunft, die sich aufgrund spezifischer Bedingungen gesellschaftlich nicht realisieren kann, wird so durch den wissenschaftlichen Reflexionsprozeß auf ihre Verhinderungsbedingungen und die von ihm angeleiteten kurativen Eingriffe in soziale Verhältnisse, sei es durch Revolution, Reform oder Therapie, erst das Terrain eröffnet.

Zum anderen wird der These von der Eindimensionalität der Vernunft als bloßes Verfügungswissen entgegengehalten, daß sie sich in dieser in der Tat gesellschaftlich dominant gewordenen Bestimmung nicht erschöpfe. Vielmehr erweise die Rekonstruktion der insbesondere in das Medium sprachlicher Verständigung immer schon eingelassenen Rationalitätsformen, daß die im emphatischen Sinn vernünftige, kommunikative Einvernehmen ermöglichende Dimension der Vernunft lediglich mehr oder minder partialisiert und verschüttet sei und es daher entsprechender theoretischer Anstrengungen bedürfe, um diese wieder freizulegen und auch gesellschaftlich zur Geltung zu bringen.

Dem radikalsten vernunftkritischen Konzept bieten sich zwei Auswege gegenüber dem Verharren in der Sackgasse der Paradoxie: Entweder begibt sie sich auf die Suche nach Alternativen zur herrschenden Wissenschaftsrationalität, zur Funktionalisierung des Körpers, der Sinne und der Verengung von subjektiven Erfahrungsmöglichkeiten insgesamt oder sie entwirft gesellschaftstheoretische Konzeptionen, die ohne die sinnkonstitutive Bezugnahme auf die dargestellten Vernunftformen überhaupt auskommen und den Begriffshorizont der europäischen Aufklärungstradition verlassen.

Auf jeder der Stufen der Vernunftkritik eröffnen sich demnach theoretische Alternativen in praktischer Absicht. So müßte eine sich in ihrer Radikalität selbst noch reflektierende, kritisch hinterfragende Vernunftkritik ausweisen können, daß es sich bei all diesen Auswegen um bloße Scheinlösungen handelt, die zu Recht verworfen werden können.

Vernunft als regulative Idee

Über den von ihr selbst zu führenden Nachweis hinaus, daß auf keiner der vernunftkritischen Radikalisierungsstufen praktische Lösungswege auf dem Boden der Vernunft bestehen, muß die Vernunftkritik über ihren eigenen Vernunftbegriff befragt werden. Die Vernunftkritik hat es versäumt, sich selbstreflexiv Rechenschaft darüber abzugeben, welcher Bedeutungsgehalt sich in den eigentlich mystifizierten, ominösen Vernunftkategorien verbirgt, die als Metaphern vernünftiger gesellschaftlicher Allgemeinheit fungieren und die sie selbst als ideelle Ausdrucksformen des okzidentalen Rationalisierungsprozesses dechiffriert hat.

Zwei Wege bieten sich an, um die - von uns vermutete - Befangenheit der Vernunftkritik in ihrer eigenen unverarbeiteten bewußtseinsphilosophischen Vergangenheit aufzuklären.

Zunächst bedarf es in einem ersten Schritt einer ideen- und wissenschaftsgeschichtlichen Rekonstruktion jenes neuzeitlichen Denk- und Reflexionsprozesses, in dessen Gefolge beispielsweise die beiden exemplarischen und zugleich fundamentalen Vernunftformen des Subjekts und des Rechts zunehmend substantialisiert wurden. (Eine Konzentration auf die Subjekt- und Rechtsvernunft scheint uns gerechtfertigt, weil sich auf sie alle Gesellschaftstheorie affirmativ oder kritisch bezieht. Auf der Basis der Rekonstruktion der Vernunftform des Subjekts und des Rechts sowie ihrer jeweiligen Kritiken lassen sich die vorherrschenden Interpretationsschemata vernunftkritischen Denkens hinreichend deutlich machen). Sie erhalten ein aus sozialgeschichtlich nachvollziehbaren, aus wechselnden gesellschaftlichen Problemlagen erklärbares idealistisch-absolutes Anspruchsniveau: Je mehr Lösungskapazität historischer Brüche, Krisen und Konflikte im Laufe überwundener Epochenschwellen von der Subjekt- und Rechtsvernunft erwartet, je mehr Hoffnungen sozialer Emanzipation in sie investiert wurden, um so inhaltlich bestimmter wurden die Vernunftformen, um so mehr Praxisrelevanz wurde ihnen abgefordert. Die Kehrseite dieser Verabsolutierung und Idealisierung der Vernunft ist die kritisch zu verarbeitende Enttäuschung über das historische Scheitern der postulierten Vernünftigkeit von Subjekt und Recht. Dieser Enttäuschungserfahrung korrespondieren die Subjekt- und Rechtskritiken, die schließlich, von der Realität permanent eines Schlechteren belehrt, das definitive Ende von Subjekt und Recht überhaupt glauben konstatieren zu müssen.

So gesehen wird, trotz einer im Grunde empirisch-historischen Beweisführung, die Enttäuschungserfahrung im Zuge vernunftkritisch sich radikalisierender Verarbeitung der Vernunftformen selbst angelastet, statt sich auf ihre soziologischen Sinn- und geschichtlichen Wahrheitsgehalte sowie auf ihren logischen Stellenwert als normative Leitkategorien der Subjekt- und Rechtstheorie zu besinnen. Ein zweiter notwendiger Schritt der Auseinandersetzung mit der Vernunftkritik besteht unseres Erachtens darin, den logischen Status der Vernunftkategorien in jenen Theorien zu entschlüsseln, die sich positiv idealisierend wie negativ kritisierend auf sie beziehen - und sie mißverstehen. Denn solche Theorien, die die Vernunftformen des Subjekts und des Rechts idealistisch verabsolutieren oder kontrapunktisch dazu kritisch negieren, haben trotz aller Gegensätzlichkeiten zumindest eine Gemeinsamkeit: Sie ignorieren in je spezifischen Weisen von Blindheit den Status der Vernunftkategorien als regulative Ideen. Ihre normative Kraft bezieht die Idee vernünftiger Vergesellschaftung aus zwei zwar nur kontrafaktisch gültigen, aber unvermeidlich vorgenommenen Unterstellungen: Einmal dem Postulat einer prinzipiell möglichen vernünftigen Verständigung, welches in jeder, selbst der noch so 'verzerrten' Kommunikation und wissenschaftlichen Reflexion als Voraussetzung notwendig enthalten ist. Zum anderen der darauf beruhenden Annahme, daß soziale Verhältnisse prinzipiell entsprechend den Maximen zwangloser Kommunikation und den durch sie begründeten vernünftigen Entscheidungen gestaltet werden könnten.

Vor dem neuen Hintergrund dieses Vernunftkonzepts erklären sich die zunehmend pessimistischeren Zeit- und Zukunftsdiagnosen nicht zuletzt daraus, daß der wissenschaftsmethodische Status der Vernunft als regulativer Idee im Verlauf der Analyse gesellschaftlicher Entwicklungsprozesse 'in Vergessenheit gerät'. So werden die Prinzipien vernünftiger Vergesellschaftung unter der Hand in eine nach rückwärts gerichtete empirische Realitätsaussa-

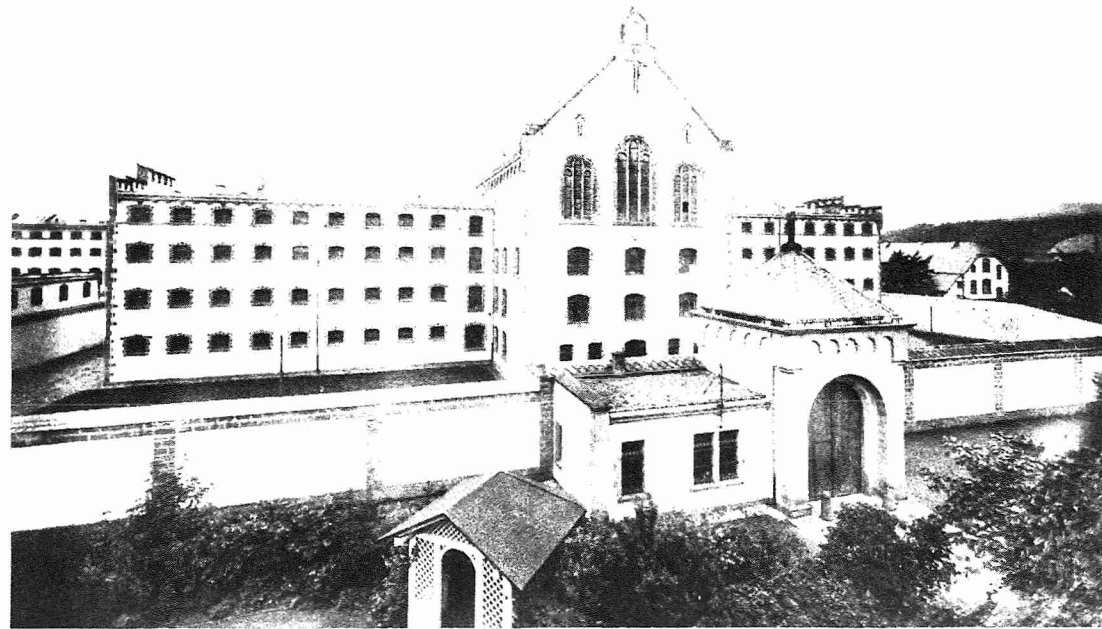
ge in der Weise verdreht, daß sich der Eindruck aufdrängen muß, es entfernten sich die sozialen Verhältnisse immer weiter von früher bestehenden, als ideal bzw. vorbildlich typisierten Zuständen. Genauso falsch wäre es freilich, wenn umgekehrt die kategorialen Vernunftprämissen enthistorisiert, in den Rang von ontologischen Voraussetzungen, empirischen Daseinsbestimmungen erhoben und damit ihrerseits gegenüber einer kritischen Infragestellung immunisiert würden.

Gegen die postmodernistische Radikalisierung der Vernunftkritik sprechen zudem zwei Gründe; das sind zugleich Gründe dafür, an den Prinzipien vernünftiger Vergesellschaftung, trotz der Wahrscheinlichkeit ihrer praktischen Folgenlosigkeit, festzuhalten, ohne doch umgekehrt den vergeblichen Versuch zu unternehmen, die Anfänge der Aufklärung gegen ihr historisches Scheitern auszuspielen.

Einmal spricht für das Insistieren auf Vernunftprämissen als regulativem Maßstab von Gesellschaftskritik, daß sie den immanenten Reflexionsweisen der bürgerlichen Gesellschaft selbst entsprechen und ihren 'utopischen Überhang' aufnehmen, so daß die Realität dieser Gesellschaften an ihren spezifischen Verheißungen und Vernunftstandards gemessen und beurteilt werden kann. Zum anderen liegt es in der Logik der Preisgabe dieser Prämissen, daß die nach dem oben dargestellten Verlaufsmuster sich radikalisierende Vernunftkritik auf emanzipatorische Erkenntnisinteressen insgesamt verzichtet. Ein solcher Verzicht läuft auf eine wissenschaftliche Haltung hinaus, welche die Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Entwicklungsperspektiven als wertindifferente, spielerisch-ästhetische Produktionsweise betrachtet, deren einziger Sinn in der Erhaltung und Sicherung der eigenen Stellung als Wissenschaftler, der Erlangung von Einfluß und Prestige auf diesem Markt, der psychischen Entlastung von imaginierten sozialen Ängsten, der Freude über gelungene Konstruktionsversuche und Spielzüge etc. liegt. Diesen eher zynisch-resignativen Verarbeitungsweisen des Scheiterns aller bisher dagewesenen Versuche der Etablierung vernünftiger Gesellschaftsformen liegt entweder implizit die Vorstellung von einer Totalsubsumtion des reflektierenden Individuums unter die verobjektivierten Gesetzmäßigkeiten gesellschaftlicher Entwicklungsprozesse zugrunde, die allenfalls noch durchschaut werden können, jedoch ohne alle praktische Relevanz. Oder aber es handelt sich um eine bloß scheinradikale Liquidierung des Wissenschaftsanspruchs mit der Folge, daß Vernunft in Gestalt subjektiv-privater Rechtfertigungsstrategien persönlicher Nutzenoptimierung bei geringstmöglicher gesellschaftlicher Verantwortlichkeit als gleichsam asoziale Kategorie persönlicher Beliebigkeit ihr heruntergekommenes Unwesen treibt: „Erlaubt ist, was gefällt“, richtig ist, was ich bloß meine. Demgegenüber ziehen wir es vor, nach Art eines kontrafaktischen wissenschaftlichen 'salto mortale' sehenden Auges den sozialen, politischen und ökologischen Katastrophen entgegenzublicken, wobei in diesem kontrafaktischen Insistieren auf Vernunftkriterien unabweisbar ein Stück Hoffnung eingeht: Daß das Verschließen der Augen vor drohenden Gefahren noch perspektivloser sei als das selbst noch so verzweifelte Festhalten am „Prinzip Hoffnung“, welches nur von den bewußt handelnden Individuen selbst realisiert werden kann. Selbst wenn sich dieses Prinzip im Verein mit den bürgerlichen Vernunftprinzipien am bitteren Ende als bloßer Schein enthüllt, sich erweisen würde, daß auch diese Ideen zu den undurchschauenden Spielregeln eines variations- und facettenreichen, aber prinzipiell nicht aufhebbaren „Blinde-Kuh“-Spiels der menschlichen Gattung mit tödlichem Ausgang gehörten, so wäre dies kein Argument gegen die Entscheidung, auf ihnen zu insistieren: Denn dieser Beweis des Scheiterns des 'Konzepts Menschheit' insgesamt wäre ein transzendentaler. Es gäbe niemanden mehr, der ihn führen könnte.

Die Entwicklung des Jugendstrafrechts in Deutschland seit 1880

Von Jörg Wolff



Das Königliche Jugendgefängnis zu Wittlich: Belegfähigkeit 169 Gefangene. Eröffnet 1. August 1912. Einlieferungsbezirk: Rheinprovinz für Gefangene jeder Religion im Alter von 18 bis 21 Jahren, die eine Gefängnisstrafe von einem Jahr und mehr zu verbüßen haben. Besonderheit: Wertlegung auf erzieherische Beeinflussung des Gefangenen bei Wahrung des Strafcharakters. Dazu dienen: 1. progressiver Strafvollzug, 2. Schulunterricht, 3. Fachunterricht für Handwerker, 4. Turnen und Exerzieren

Die Entstehung des Jugendstrafrechts folgt aus der veränderten Einstellung zum Kinde in der Neuzeit. Die „mittelalterliche Gleichgültigkeit“ gegenüber Altersunterschieden begann in der Renaissance einer Unterteilung in Kinder-, Jugend- und Erwachsenenalter zu weichen. Bis zum Ausgang des Mittelalters ging die Kindheit mit sieben Jahren in das Erwachsenenalter über, sobald man in Arbeits- und Ausbildungsverhältnisse eintrat. Auch die Strafrechtskodifikationen jener Zeit bestimmten häufig das siebente Lebensjahr als den Beginn der Strafbarkeit. Es mußte sich erst die Vorstellung durchsetzen, daß Kinder keine kleinen Erwachsenen seien, sondern sich von diesen durch ihre Ungeformtheit - die zugleich aber Formbarkeit bedeutete - unterscheiden. Die Ideen der systematischen Beeinflussung von Kindern und Jugendlichen durch Erziehung war eine große Entdeckung.

Dem Gedanken der Erziehung war die Disziplin verbunden. Man sah sie in der Tradition klösterlichen Lebens weniger als Zwangsinstrument, sondern eher als Mittel zur moralischen und geistigen Vervollkommnung der Persönlichkeit. Die Schule als erziehende, bildende und disziplinierende Einrichtung verlängerte die Kindheit um die Dauer des Schulaufenthaltes. - Die Disziplinierung der eigenen Persönlichkeit vom jungen Wilden zum sozialen, d. h. selbstbeherrschten Wesen forderte die Einsicht in das eigene Verhalten und dessen Folgen. Schule und Freiheitsstrafe sind im gleichen Zeitraum entstanden. Die inhaltlichen Parallelen sind unverkennbar. Beiden Einrichtungen gemeinsam ist die zentrale Bedeutung der Disziplin. - Die Allgemeinverbindlichkeit der Schule ließ die Kindheitsphase mit dem Schulbesuch identisch werden. Die Strafmündigkeit trat mit ihrem Abschluß ein. Wer die Schule verließ, war für seine Handlungen voll verantwortlich. Er war erwachsen.

Deshalb mußte die disziplinierende Einwirkung des Strafrechts einsetzen, sobald die Schuldisziplin fortfiel. Eine strafrechtliche Vorzugsbehandlung von Jugendlichen konnte erst in der Folge einer Ausdifferenzierung des Schulsystems in weiterführenden Schulen entstehen. Während ein Teil der Jugendlichen die allgemeine Volksschule verließ, um in das Berufsleben einzutreten, verblieb ein anderer Teil bis zum Besuch der Universität in den Gymnasien. Der Zeitraum erzieherischer Beeinflussung mußte offenkundig über die Kindheit hinaus in die Jugendzeit ausgedehnt werden.

Der Beginn jener Überlegungen, die schließlich zu einem eigenständigen Jugendstrafrecht führten, folgt ebenso aus der politischen Entwicklung Deutschlands im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts wie aus den Ansichten des liberalen Politikers und Strafrechtsprofessors Franz v. Liszt zu einem vernünftigen Zweck der Strafe und aus der Einführung der Reichskriminalstatistik im Jahr 1882, die das Problem der Jugendkriminalität unübersehbar machte. 1871 entstand auf deutschem Boden ein Staat, in dem die zentrifugalen und separatistischen Interessen der einzelnen Bundesstaaten dem Gedanken des Zentralstaats erst gefügt werden mußten, wenn das deutsche Reich eine einflußreiche Rolle in der europäischen Politik spielen wollte. Die Justiz- und Kriminalpolitik wurde als bedeutender Bestandteil entsprechender Innenpolitik betrachtet. In einer kaiserlichen Thronrede vom Dezember 1876 wurde die Bedeutung des „Ziels der nationalen Rechtseinheit“ und „des Bewußtseins der Zusammengehörigkeit“ im Verbands des Deutschen Reichs besonders unterstrichen. Die unübersichtlichen und unterschiedlichen Strafrechtssysteme der verschiedenen Bundesstaaten bedurften ebenso der Vereinheitlichung wie die Gerichtsorganisation und das Strafverfahren.

Bereits 1871 wurde das Reichsstrafgesetzbuch (RStGB) erlassen, das eine Neufassung des im gleichen Jahr verabschiedeten Strafgesetzbuchs des Norddeutschen Bundes war. 1877 traten die beiden Reichsstrafgesetze - Strafprozeßordnung (StPO) und Gerichtsverfassungsgesetz (GVG) - zur weiteren Rechtsvereinheitlichung in Kraft. In diese Phase strafrechtlicher und justizorganisatorischer Vereinheitlichungsbemühungen fügte sich die Diskussion um die Kriminalpolitik gegenüber Jugendlichen ein.

Wir können die Entwicklung des Jugendstrafrechts dreifach gliedern. In der ersten Phase (1880-1900) wurde in Kreisen von Wissenschaft und Praxis ein Erziehungsstrafrecht für Jugendliche diskutiert, ohne daß der Gesetzgeber bereits reagiert hätte. Es war eine Zeit der Meinungsbildung, der Formulierung von Vorstellungen und Grundsätzen ohne praktische Konsequenzen. Die Idee mußte präzisiert werden und in das öffentliche Bewußtsein eindringen. Zwei Schwerpunkte traten zu Tage:

- Das Erfordernis einer Absonderung der Jugendlichen im Strafvollzug,
- die Definition des Zeitpunktes der Strafmündigkeit und die Obergrenze der Geltung.

Die bereits 1871 im Reichsstrafgesetzbuch vorgesehene Trennung jugendlicher von erwachsenen Strafgefangenen stand nur auf dem Papier. Nach Gründung des Deutschen Reichs existierten mehr als 60 verschiedene Vollzugssysteme. Bis zur Weimarer Republik sollte es nicht gelingen, eine Reichsvereinheitlichung des Strafvollzugswesens durchzusetzen. Die Verknüpfung von Erziehungsfähigkeit und -bedürftigkeit mit der Etablierung der Jugendphase als eigenständigem Lebensabschnitt erwies sich als günstig für die Festlegung von Altersgrenzen, die eine ausschließliche Anwendung der Fürsorgeerziehung (Zwangserziehung) von der Wahl zwischen Erziehung und Strafe trennten. Weitgehend einig waren sich alle Beteiligten in der Forderung nach einer Anhebung der Strafmündigkeitsgrenze. Ob sie aber auf 14, 16 oder gar 18 Jahre heraufgesetzt werden sollte, war umstritten. Man gebrauchte biologische, soziale und pädagogische Argumente.

Es liegt auf der Hand, daß damit keine Mindestaltersgrenze zwingend begründet werden konnte, weil es sich nicht um einen naturgesetzlich fixierbaren Tatbestand handelt. Die Strafmündigkeit hängt von den sozialen Anforderungen an die Jugendlichen weit mehr als von ihrer individuellen Entwicklung ab. Die Abgrenzung der Kindheit von der Jugendphase ist eine Aufgabe gesellschaftlicher, politischer und kultureller Definition. Die Fragen der Strafmündigkeit, der relativen Strafmündigkeit und der vollen Verantwortlichkeit mußten im politischen Raum beantwortet werden. Die Altersgrenzen wurden durch das bestimmt, was sozial- und kriminalpolitisch wünschenswert und machbar war. Liszt sagte das mit dem Werturteil - „Kinder gehören nicht vor den Strafrichter“ - deutlich. Das Argument der politischen Durchsetzbarkeit wurde bereits im Jahr 1891 gebraucht: „Es wäre auch vielleicht für die Gesetzgebung auf einmal ein zu großer Schritt gewesen, wenn man vom zwölften Lebensjahr alsbald auf das sechzehnte Lebensjahr als oberste Grenze der Strafmündigkeit hinaufgegangen wäre“.

War die erste Phase von kriminalpolitischen Interessen der Wissenschaftler und Fachleute geprägt, die neue Ansätze für den Umgang mit jugendlichen Delinquenten erdachten, ist die zweite Phase (1900-1923) von vielen vergeblichen Versuchen beherrscht, die Ideen der vorhergehenden Zeit in die Gesetzgebung umzusetzen, ohne wesentlich Neues hinzuzufügen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Formulierung einer Jugendstrafrechtspolitik weit weniger als heute Aufgabe des Parlaments war. Das wilhelminische Reich wurde von Beamten nicht nur verwaltet, sondern auch regiert. Sie füllten die Lücke zwischen Kaiser und Reichskanzler und

den Parteien und dem Reichstag. Der Gedanke eines Strafrechts für Jugendliche mußte vornehmlich dem Reichsjustizamt als dem zuständigen Fachministerium vertraut werden. Es kam darauf an, das Jugendstrafrecht in der Richterschaft, dem Strafvollzug, den kommunalen Institutionen und den Trägern der freien Wohlfahrtspflege als ausführenden Instanzen populär zu machen. Die Verbindung zwischen den Urhebern des Konzepts und der Justiz- und Vollzugspraxis griff relativ spät (1910) auf Parteien und Parlament über. So betätigte sich v. Liszt seit 1912 als Reichstagsabgeordneter für die Fortschrittliche Volkspartei in der 13. Kommission zur Beratung des Gesetzes über das Strafverfahren gegen Jugendliche. Dieser Kommission gehörte sein Fraktionskollege Kerschensteiner an, der als Vater der modernen Berufspädagogik bezeichnet wird und die sog. Arbeiterschulbewegung (im Gegensatz zur blossen Lern- und Buchschule) mit begründet hat.

Bis 1910 war in der Justiz eine Bewegung für die Jugendgerichte entstanden, die zu praktischen Erfolgen auf der Ebene der Justizverwaltung durch Einrichtung der ersten Jugendgerichtsabteilungen im Wege der Änderung der gerichtlichen Geschäftsverteilung nach dem Kölner und dem Frankfurter System 1909 beigetragen hatte. - Bereits 1889 hatte der Strafrechtsprofessor Adolf Merkel den „Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Strafrechts und der Gesamtentwicklung der öffentlichen Zustände und des geistigen Lebens“ erörtert. Der Geist der Zeit drängte im Bereich der Kultur auf einen Aufbruch aus der Verkrustung und Restauration im 19. Jahrhundert. In der bildenden Kunst sagten verschiedene Richtungen - Jugendstil, vor allen Dingen der Expressionismus - der akademischen Malerei scharfen Kampf an. In der Baukunst begannen Zweckrationalität und Funktionalität den wilhelminischen Historismus abzulösen. Wandervogel und Jugendbewegung ergriffen die deutsche Jugend im Gegensatz zu den überkommenen bürgerlichen Vorstellungen. Die ständig wachsende Sozialdemokratie, aber auch ein Teil der Liberalen - wie z.B. die Fortschrittliche Volkspartei - nahmen sich zunehmend sozialer Fragen an.

Keineswegs zwingend mußte sich das Jugendstrafrecht als eigenständige Rechtsmaterie etablieren. In der Zeit zwischen 1880 und 1920 bestanden verschiedene Möglichkeiten einer gesetzlichen Regelung:

- a. Die Etablierung von Sondervorschriften innerhalb von StGB, StPO und GVG.
- b. Die Entwicklung eines eigenen Strafgesetzes.
- c. Die Verschmelzung aller jugendrechtlichen Vorschriften zu einem gesonderten Erziehungsrecht.

Die ersten Gesetzgebungsversuche der zweiten Phase knüpften an die Systematik an, die durch §§ 55-57 StGB von 1871 vorgegeben war. Dort wurden die besonderen Vorschriften für Jugendliche in dem Abschnitt über Strafausschließungs- oder Milderungsgründe behandelt. Die Materie wurde vorwiegend als besondere kriminalpolitische Konsequenz des strafrechtlichen Rechtsgüterschutzes begriffen. Deshalb war es rechtstechnisch folgerichtig, alle Fragen zweigleisig - entsprechend der Lösung a. - zu behandeln. Die materiellrechtlichen Teile des Jugendstrafrechts - Strafmündigkeit und Verantwortlichkeit, Milderungen der allgemeinen Strafrahmen und neuartige Sanktionen - sollten in der Reform des StGB, die formellrechtlichen Teile - die Einrichtung besonderer Jugendabteilungen bei den Gerichten, die Lockerung des Legalitätsprinzips von § 152 StPO, die Besonderheiten des Verfahrens gegen Jugendliche - sollten in einer Reform der StPO geregelt werden. Beides mußte einander ergänzen. Diese Zweiteilung sollte bis 1923 bleiben.

Im Jahr 1912 wurde der Entwurf eines Gesetzes über das Verfahren gegen Jugendliche vorgelegt. Das war ein Markstein in der Ent-

wicklung. Er hob zum ersten Mal die Selbständigkeit in einem eigenen Gesetz hervor, obwohl das rechtssystematisch nicht notwendig gewesen wäre. Ein besonderes Gesetz konnte zum Programm werden, weil es die Bedeutung der Erziehung, die Besonderheiten des Verfahrens, die Lockerung des Legalitätsprinzips und den Wunsch nach Spezialisierung der Richter betonte.

Der dritte Abschnitt der Entwicklung betrifft die verabschiedeten gesetzlichen Regelungen. Seit 1923 hat jedes der politischen Systeme auf deutschem Boden im Verlauf seiner Existenz das Jugendstrafrecht kodifiziert. Die Herauslösung des Jugendstrafrechts aus dem schleppenden Gang der Strafrechts- und der Strafprozeßreform auf der einen Seite und die zügige Bearbeitung des Jugendwohlfahrtsrechts mit den Bestimmungen zur Jugendgerichtshilfe auf der anderen Seite führten zu einer beschleunigten Behandlung, so daß das erste deutsche Jugendgerichtsgesetz am 16. Februar 1923 verabschiedet werden konnte. Aber unter der Oberfläche sozialpolitischen Fortschritts in der politischen Willensbildung verharrte die Ausführung beschlossener Gesetze häufig genug in den Traditionen der untergegangenen Zeit. Die öffentlichen Mittel für kriminal- und sozialpolitische Neuerungen blieben angesichts der zahlreichen Krisen der Weimarer Republik knapp. Nach 1933 verstärkte sich die Bedeutung der Jugend im politischen und kulturellen Bereich. Sie wurde zum Kult einer rassistischen und machtbessenen Epoche politischer Gewalt und Legalisierung des Verbrechens. Jugend wurde als Träger des Fortschritts in der bildenden Kunst, der Musik und der Literatur verherrlicht. Die ideologische Verknüpfung von Jugend, Fortschritt, Rasse und Nationalsozialismus sollte den Bestand des nationalsozialistischen Staates auf lange Zeit sichern helfen. Gleichzeitig sollte sie die Absonderung und Vernichtung jener rechtfertigen, die solchen Vorstellungen nicht entsprachen. Die nationalsozialistische Jugendstrafrechtsreform baute den Katalog der jugendspezifischen Reaktion durch Einführung der sog. Zuchtmittel aus.

Bemerkenswert an dieser Reform von 1943 ist nicht nur die Einführung der systematischen Unterscheidung von Zuchtmitteln und Erziehungsmaßnahmen, denen unterschiedliche Reaktionsziele zugewiesen wurden. Bemerkenswert ist vor allen Dingen, daß erstmals eine inhaltliche Definition der verschiedenen Sanktionstypen in §§ 8-13 RJGG 1943 gegeben wurde. Sie schaffte alle Strafen des allgemeinen Strafrechts für Jugendliche ab und führte als einzige Strafe das Jugendgefängnis ein. Es ist bekannt, daß sich der nationalsozialistische Staat daran keineswegs gehalten hat, sondern Jugendliche durch Sondergerichte in Zuchthäuser geschickt und auch zum Tode verurteilt hat. - Die Strafmündigkeitsgrenze von 14 Jahren wurde zwar beibehalten, aber Täter von 12 Jahren konnten wie Jugendliche zur Verantwortung gezogen werden, wenn „der Schutz des Volkes wegen der Schwere der Verfehlung eine strafrechtliche Ahndung fordert“. - Auch die Obergrenze von 18 Jahren wurde aufgeweicht. Die Anwendbarkeit von Erwachsenenstrafrecht wurde bereits bei Sechzehnjährigen nach der VO zum Schutz gegen jugendliche Schwerverbrecher aus dem Jahr 1939 für zulässig erklärt. Im Jahr 1944 erging eine Allgemeinverfügung, wonach 18- bis 21-Jährige bei Reiferückständen oder typischen Jugendverfehlungen - wengleich nach Erwachsenenstrafrecht - von den Jugendrichtern abgeurteilt werden konnten.

Mit einer neuen und detaillierten Aufgabenstellung des Sanktionskatalogs im RJGG 1943 verschob sich das Schwergewicht des deutschen Jugendstrafrechts von der Verfahrensorganisation zum materiellen Jugendstrafrecht, so daß ein annäherndes Gleichgewicht entstand. Die neuen Sanktionen waren durchaus janusköpfig. Es entsprach der nationalsozialistischen Praxis, eine ansprechende Fassade der Modernisierung zu errichten, hinter der sich Unsäglichkeiten und Rechtsmißbräuche gut verstecken ließen. Es sei beispielhaft auf den „Erlaß zur vorbeugenden Verbrecherbe-

kämpfung durch die Polizei“ oder die VO gegen Volksschädlinge oder den Runderlaß zur Bekämpfung der Jugendkriminalität von 1939 und die verschiedenen Möglichkeiten zur Einweisung mißliebiger Jugendlicher in Jugendschutzlager verwiesen.

Alle diese Regelungen blieben von der Jugendstrafreform von 1943 unberührt oder wurden in das neue Gesetz übernommen. Für außergesetzliche Maßnahmen von SS, Polizei und Gestapo gab es genügend Anweisungen und Spielräume. Mit der schönen Fassade eines modernen und erzieherischen Jugendstrafrechts konnte man sich ideologisch herausputzen. Die große Reform des Jugendstrafrechts im Jahr 1943 ist eine eigentümliche Mischung aus moderner Kriminalpolitik mit einer Verstärkung des Erziehungsgedankens - allerdings aus der Perspektive des Nutzens für die nationalsozialistische Volksgemeinschaft nicht für die Entwicklung des jugendlichen Delinquenten -, der Beeinflussung der Gerichtsbarkeit durch die NSDAP und Aussonderung sowie Vernichtung geworden. - Wer fragt, warum das nationalsozialistische Regime ein teilweise so fortschrittlich erscheinendes Gesetz erließ, sei auf drei denkbare Antworten verwiesen.

a. Jugend als Gegenstand nationalsozialistischer Ideologie verlangte differenziertere Aufmerksamkeit, als durch ein reines Sühne- und Vergeltungsstrafrecht zu realisieren war.

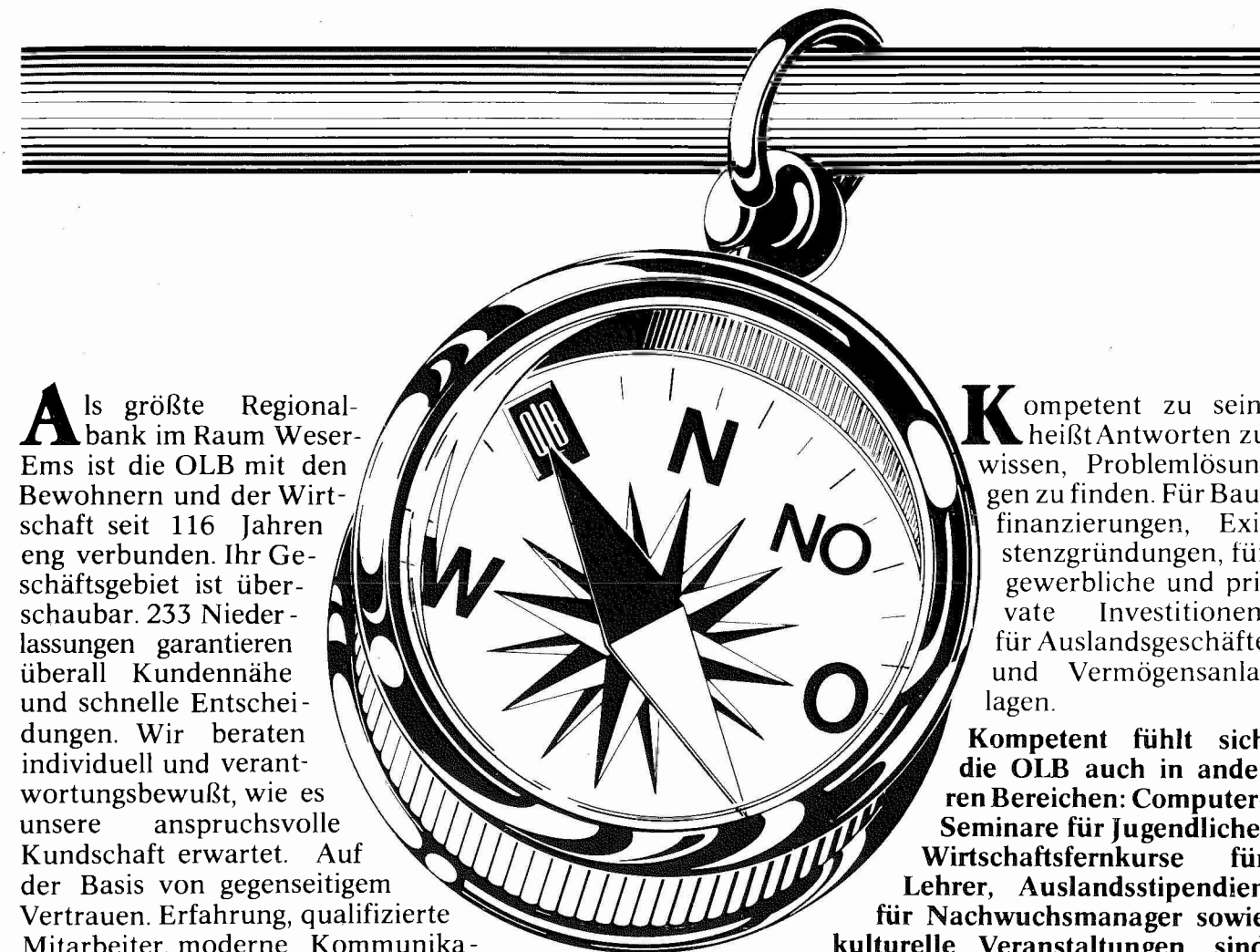
b. Das Verständnis von Erziehung hatte sich auf die bloße Ausnutzbarkeit jugendlicher Straftäter für die nationalsozialistische Volksgemeinschaft verengt.

c. Das JGG von 1923 war ein Produkt des Umbruchs in die Moderne, ohne diese Modernisierung konsequent zu vollenden. Das RJGG 1943 mußte einen Nachholbedarf befriedigen, der seit mehr als 20 Jahren bestanden hatte.

Nach der Beseitigung der nationalsozialistischen Herrschaft 1945 machten sich die beiden politischen Systeme auf deutschem Boden zuerst an die Aufgabe, die Spuren der Gewaltherrschaft im Jugendstrafrecht zu beseitigen. In der DDR wurde im Jahr 1952 ein neues Jugendstrafrecht kodifiziert, das 1968 durch das neue Strafgesetzbuch abgelöst wurde. - In der Bundesrepublik Deutschland wurde das Gesetz von 1943 im Zuge der Rechtsbereinigung überarbeitet, von seinen nationalsozialistischen Bestandteilen befreit und weiterentwickelt. Die Freiheitsstrafe wurde in „Jugendstrafe“ umbenannt, um damit programmatisch zum Ausdruck zu bringen, daß es sich konstitutiv um eine Erziehungsstrafe handelt. Nunmehr wurde die bindende Verpflichtung zum besonderen Vollzug in Jugendstrafanstalten ohne Ausnahme eingeführt. - Ein entscheidender Reformfortschritt war die Einbeziehung der sog. Heranwachsenden (18-21jährige) in das Jugendstrafrecht. Die ursprünglich als Ausnahme gedachte Vorschrift ist in der jugendrichterlichen Praxis inzwischen zur Regel geworden. Die in einem demokratischen Staat gewandelten kulturellen Bedingungen und Erziehungsvorstellungen schlugen sich in einer Veränderung der Anwendung des Gesetzes durch die Jugendgerichte - insbesondere durch Ausdehnung ambulanter Maßnahmen und außergerichtlicher Erledigung (Diversions) - weniger in der Gesetzgebung nieder.

Wer nach 100 Jahren Jugendstrafrecht ein neues Kapitel aufschlagen will, sollte zuerst klären, ob er eine Teildisziplin des Strafrechts oder ein selbständiges Jugendstrafrecht will. Soll die Jugendkriminalität aus dem Strafrecht gelöst und ihre Behandlung einem völlig selbständigen Erziehungsrecht zugewiesen werden? In jedem Fall muß man sich intensiver mit dem Zusammenhang von rechtlicher Regelung und Erziehungsvorgängen auseinandersetzen. Daher ist es erforderlich, Sozialarbeit und Sozialpädagogik stärker als bisher in die Pflicht zu nehmen. Das verlangt eine bessere Integration beider Disziplinen und eine Beendigung der auf beiden Seiten zu beobachtenden Versuche, die jeweils andere Disziplin auszuschalten.

OLB: Erfolgreich im Nordwesten



Als größte Regionalbank im Raum Weser-Ems ist die OLB mit den Bewohnern und der Wirtschaft seit 116 Jahren eng verbunden. Ihr Geschäftsgebiet ist überschaubar. 233 Niederlassungen garantieren überall Kundennähe und schnelle Entscheidungen. Wir beraten individuell und verantwortungsbewußt, wie es unsere anspruchsvolle Kundschaft erwartet. Auf der Basis von gegenseitigem Vertrauen. Erfahrung, qualifizierte Mitarbeiter, moderne Kommunikationstechniken und internationale Verbindungen bilden die weiteren Grundlagen für unseren Erfolg. Wir kennen Land und Leute und fühlen uns kompetent für die wirtschaftlichen Fragen der Region.

Kompetent zu sein, heißt Antworten zu wissen, Problemlösungen zu finden. Für Baufinanzierungen, Existenzgründungen, für gewerbliche und private Investitionen, für Auslandsgeschäfte und Vermögensanlagen.

Kompetent fühlt sich die OLB auch in anderen Bereichen: Computer-Seminare für Jugendliche, Wirtschaftsfernkurse für Lehrer, Auslandsstipendien für Nachwuchsmanager sowie kulturelle Veranstaltungen sind

Beispiele des Engagements einer Regionalbank in ihrem sozialen Umfeld.

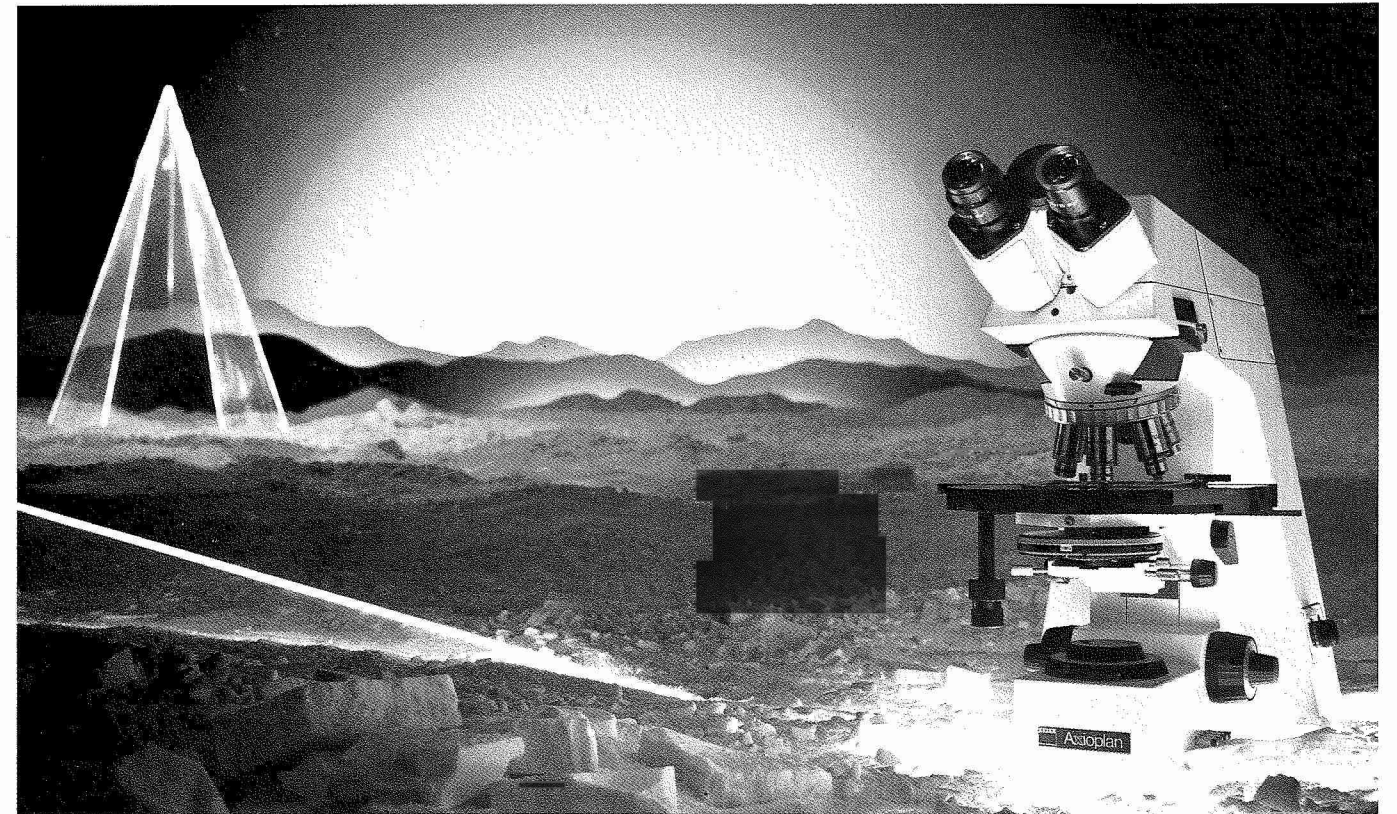
Wenn Sie mehr über die OLB wissen wollen, schreiben Sie uns:

OLB, Stau 15/17, 2900 Oldenburg.



OLDENBURGISCHE LANDESBANK AG
Die Bank, die hier zu Hause ist.

EIN NEUES ZEISS ALTER



IN DER MIKROSKOPIE BEGINNT.

Wann immer Zeiss der Mikroskopie auf den Grund gegangen ist, haben die Ergebnisse für Aufsehen gesorgt:

1846 begründete Carl Zeiss den Ruf seiner Werkstatt für Feinmechanik und Optik mit Mikroskopen von bis dahin unbekannter Präzision und Zuverlässigkeit.

1866 verfaßte Ernst Abbe in seinem Auftrag die »Theorie der Abbildung im Mikroskop«, die eine Serienfertigung erst ermöglichte.

1986 beginnt nun ein weiteres Kapitel in der Geschichte der Zeiss Mikroskopie: Zeiss präsentiert Mikroskope mit völlig neu

gerechneter »ICS-Optik« und unendlicher Bildweite, die es durch eine neuartige, systemintegrierte »SI-Bauweise« endlich ermöglichen, alle Mikroskopieverfahren ohne komplizierte Umbauten durchzuführen. Bei konstant fehlerloser Bildqualität.

Für Biologie, Medizin, Materialwissenschaft und Halbleiterindustrie etwa bringen die »Pyramiden von Zeiss«, die neuen Mikroskope Axioplan, Axiophot und Axiotron, damit sehr aussichtsreiche Aspekte für die Zukunft.

Die Pyramiden
von Zeiss:
Die neue Geometrie
für Mikroskope.



Carl Zeiss, D-7082 Oberkochen,
Geschäftsbereich Mikroskopie.