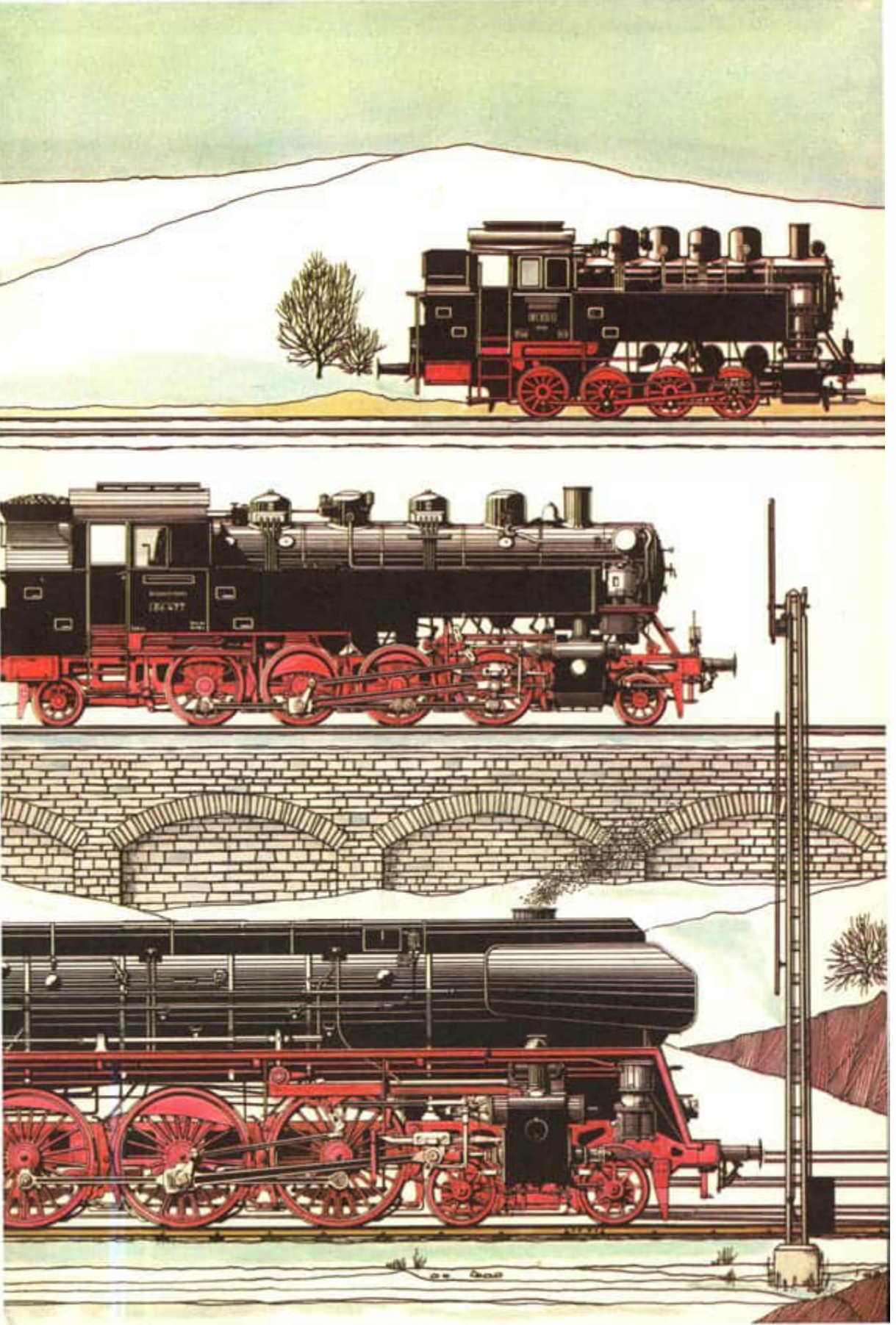
Urania Universum

Sellbach Bw



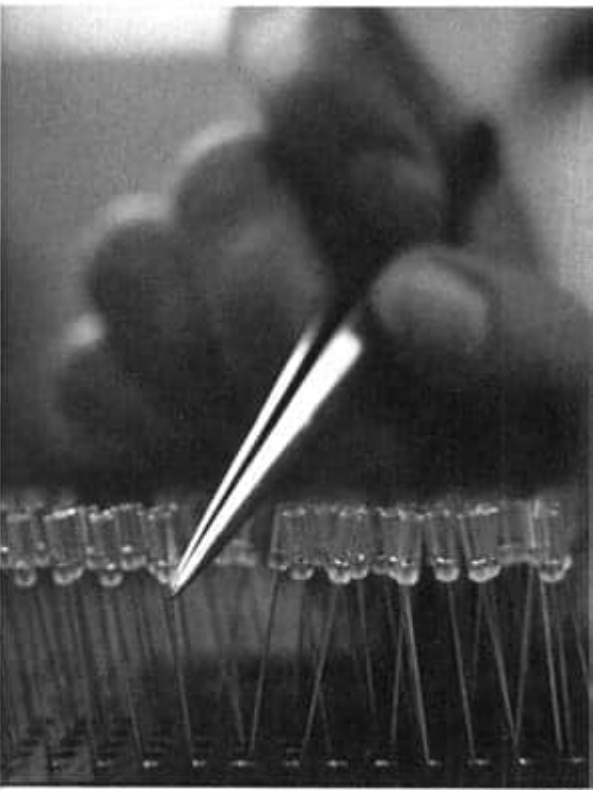
BIMMELBAHNEN

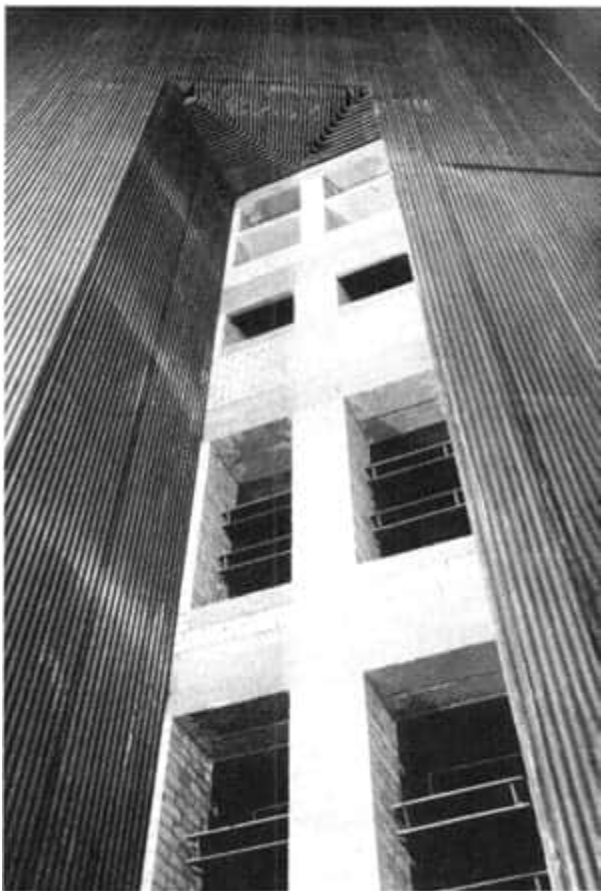
Vor hundert Jahren, als die Eisenbahn mit ihrem dichten Schienennetz bereits das ganze Land überzogen hatte, wurden die ersten Schmalspurlinien gerade projektiert. Viele von ihnen haben jedoch der modernen Konkurrenz, dem Omnibus, in unseren Tagen wieder weichen müssen. Nur neun Streckenabschnitte mit einer Gesamtlänge von 242,6 km blieben in der DDR erhalten. Dort dampfen weiterhin Kleinbahnlokomotiven. Die technischen Denkmale auf Rädern sind beliebte Fotoobjekte und vielbestaunte Zeugen einer vergangenen Epoche der Verkehrsgeschichte, gleichzeitig erfreuen sie sich als gemächliche Beförderungsmittel zunehmender Beliebtheit bei den Urlaubern im Harz, im Erzgebirge, im Zittauer Gebirge und an der Ostseeküste.

Unsere Rundreise mit der Kleinbahn soll im Norden der DDR beginnen, auf der Insel Rügen. Einsteigen bitte! »Der rasende Roland«, wie Urlauber den schnaufenden, qualmenden Bäderexpreß gern nennen, steht abfahrtbereit auf dem Bahnhof von Putbus. Über Posewald, Seelwitz, Serams, Binz-Ost, Jagdschloß, Garftitz, Sellin, Baabe, Philippshagen nach Göhren – eine Strecke von 24,4 km Länge – wird uns das Bähnchen in genau 68 Minuten bringen. Wer will, kann die Durchschnittsgeschwindigkeit ausrechnen. Autos fahren schneller, und selbst ein gut trainierter Radfahrer wird den Weg sicher in kürzerer Zeit zurücklegen. Doch eine Fahrt mit der Bimmelbahn verspricht nicht nur viel Qualm, sondern auch viel Spaß...

(Lesen Sie bitte weiter auf Seite 106)

Urania Universum





Band 27

Urania Universum

Urania-Verlag Leipzig · Jena · Berlin

Redaktionsbeirat: Prof. Dr. sc. H. Ambrosius;
Prof. Dr. sc. G. Barthel; Prof. Dr. habil. R. Göttner;
Prof. Dr. sc. G. Olszak; Prof. Dr. habil. L. Pickenhain;
Dr. sc. A. Pinther; Prof. Dr. habil. M. Vorwerg;
Prof. Dr. sc. W. Windsch

1. Auflage 1981, 1.–80. Tausend
Alle Rechte vorbehalten
© Urania-Verlag Leipzig · Jena · Berlin
Verlag für populärwissenschaftliche Literatur,
Leipzig 1981
VLN 212-475/36/81 · LSV 9819
Redaktion: Henry Heinig
Schutzumschlag, Einband und Typografie:
Horst Adler
Umschlagfotos: Günter Steffen (vorn),
Werner Schulze (hinten)
Vor- und Nachsatz: Horst Schleef
Printed in the German Democratic Republic
Gesamtherstellung:
INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig
III/18/97
Best.-Nr. 653 6855
DDR 15,— M

Inhalt

9 *Gert Lange*
Rossendorf – Neue Forschungen am Kernreaktor

17 *Dr. sc. Siegfried Schnabl*
Sex mit 16?

24 *Dr. Ulli Pfeiffer*
Im Zeichen Olympias: Moskau 1980

41 *Klaus Marquart*
Made in Kosmos

49 *Prof. Dr. sc. Horst Bibergeil*
Prof. Dr. sc. Manfred Buhr
Prof. Dr. sc. Eberhard Hofmann
Prof. Dr. sc. Lothar Kolditz
Prof. Dr. habil. Adolf Kossakowski
Prof. Dr. habil. Frieder Kuhnert
Prof. Karl Rambusch
Prof. Dr. sc. Stanley E. Strauzenberg
Wissenschaft heute und morgen – Experten geben Auskunft

64 *Walter Florath*
Besser – leichter – rationeller

73 *Alexander Schpikalow*
Filigran aus edlem Metall

81 *Dr. sc. Gerhard Holzapfel*
Zukunftsbilder der Landtechnik

87 *Gottfried Kurze*
Hoch hinaus

95 *Dr. Joachim Gürtler*
Schwarze Löcher im Universum?

105 *Uwe Gerig*
Bimmelbahnen

118 *Hans Weiß*
Die Kunst der Glasmalerei

127 *Doz. Dr. sc. Annemarie Langanke*
Rechtsfragen des Alltags: Pflichten am Arbeitsplatz

131 *Prof. Dr. sc. Horst Grienig*
»Grüne Revolution« – Illusion und Realität

139 *Hermann Heinz Wille*
Comeback der Windmühle?

147 *Bernd Wurlitzer*
Gdańsk – Bilder einer Stadt

161 *Prof. Dr. sc. Herwart Ambrosius*
Immunpräparate durch Zellfusion

167 *Dr. Georg Menchén*
Von Glöcknern und Carillons

175 *Dr. Irmfried Hiebel*
Hans Marchwitza –
Vater der Kumiaks

181 *Doz. Dr. sc. Klaus Neumeister*
Strahlen gegen Krebs

187 *Karl-Heinz Trippmacher*
Wenn die Kraniche ziehen

196 *Siegfried Oertel*
Handwerk in Westafrika

206 *Dr. Dieter B. Herrmann*
Vom Brillenglas
zum Spiegelteleskop

215 *Fregattenkapitän Robert Rosentreter*
Schule auf hoher See

223 *Manfred Otto*
Die Weichsel –
Projekt des Jahrhunderts

237 *Manfred Schröder*
Macheten und Kombines

247 *Prof. Dr. sc. Wolfgang Schwarz*
Kleiner als ein Pfennig
Aus der Makrowelt der Mikrorechner

257 *Dr. Ursula Thiemer-Sachse*
Der Aufstand des Tupac Amaru

265 *Prof. Dr. sc. Eberhard Forth*
Doz. Dr. sc. Eberhard Schewitzer
Organismen und Maschinen

273 *Jens Munk*
Herkules der Lüfte

281 *Lodongijn Tüdew*
Vieh ist Vieh

288 *Doz. Dr. sc. Dimitrios Christakudis*
Renaissance der Kohle?

299 *Volker Frank*
Aus den Mappen eines Zauberers
Pablo Picasso als Grafiker und Plakatkünstler

307 *Hans Krumbholz*
Energie aus Gletschern

319 *Walter Conrad*
Licht, in dem Stein verdampft

327 *Dr. Heiner Winkler*
Hongkong – »duftende Lagune«

335 *Prof. Dr. sc. Gert Kück*
Seefahrt tut not!

345 *Wolfgang Köster*
Norwegen und das Nordseeöl

354 *Dr. Hans Joachim Rook*
Über den Atlantik

361 *Doz. Dr.-Ing. Erhard Grimm*
Dünner als ein Haar

368 *Dr. habil. Heinz Helmert*
1941:
Schlacht vor Moskaus Toren

377 *Dr. Anneliese Hübscher*
Fotografie plus Dynamit
John Heartfield und die Fotomontage

385 *Ingeborg Stiehler*
Theater ohne Worte
Interview mit Ladislav Fialka

397 *Dr. sc. Manfred Lorenz*
Aufbruch am Hindukusch

409 *Hans-Dieter Tok*
. . . dank einer großen, starken Liebe

415 *Doz. Dr. Boris Welitschkowski*
Sehen ist Einsehen

425 *Prof. Dr. Sergej Kapiza*
Auf dem Wege zur Photonenfabrik

427 *Ivan Vältschev*
Sofia im Jahre 2000

439 *Dr. sc. Lew Bernstein*
Ebbe und Flut – genutzte Kraft

449 *Prof. Dr. sc. Gerhard Brehme*
Madagaskar – Insel im Wandel

459 *Prof. Dr. habil. Helmut Bock*
Lyon 1831: Aufstand der Seidenweber

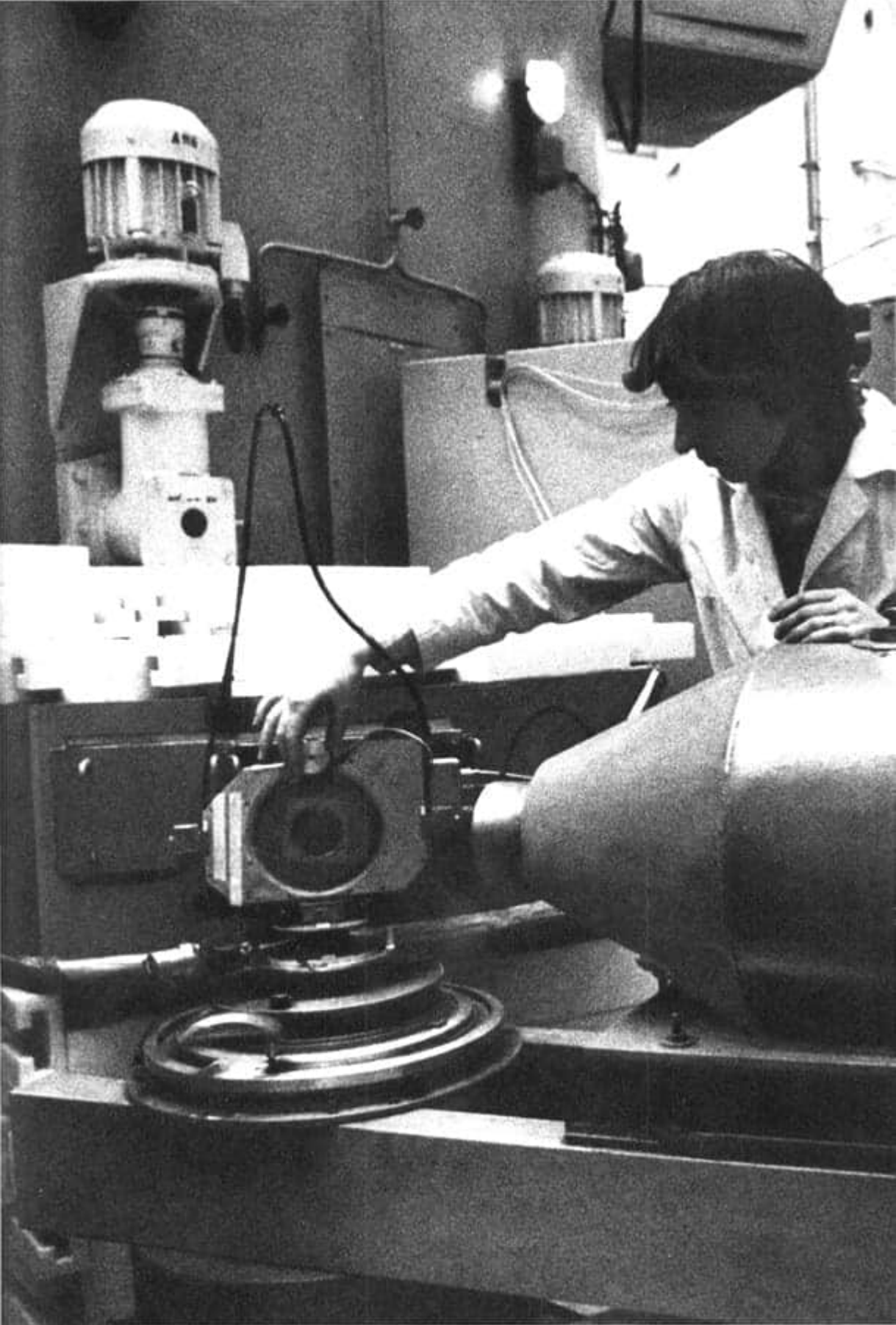
466 *Doz. Dr. sc. Rudolf Henke*
Operationen an Nerven

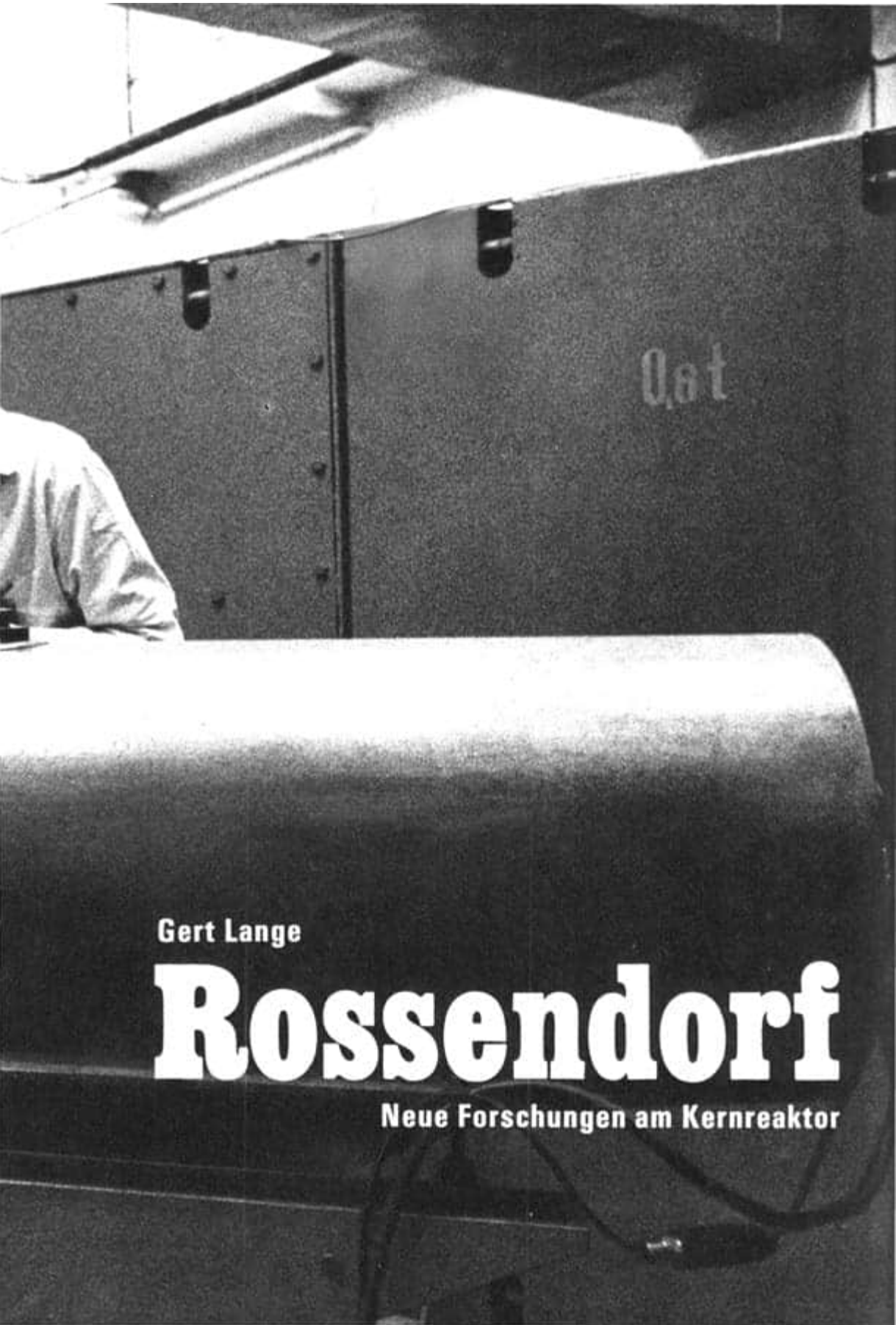
477 *Karlheinz Friedrich*
Flug ohne Flügel

489 *Prof. Dr. sc. Günter Barthel*
Ölhaie im Persischen Golf

499 *Prof. Dr. sc. Ingeborg Göthel*
Wirtschaftswunder am Hangang?

505 *Prof. Dr. habil. Klaus Kolloch*
Wohin rollt der Dollar?





Gert Lange

Rossendorf

Neue Forschungen am Kernreaktor

Ein rätselhaftes Haus war mir der nicht allzugroße, hallenartige Bau inmitten wild wuchernder Laub- und Nadelbäume seit langem. Immer, wenn ich zum großen Reaktor des Zentralinstituts für Kernforschung der Akademie der Wissenschaften ging, mußte ich daran vorüber. Die kerntechnischen Großanlagen, eben jenen Rossendorfer Forschungsreaktor – in der Fachliteratur als RFR bezeichnet –, das Zyklotron, den Tandemgenerator, hatte ich schon mehrmals aufgesucht, um über aktuelle Arbeiten der Physiker zu informieren. Jenes Gebäude aber gab sich verschlossen; hier werden Forschungen zum Schnellen Brutreaktor betrieben.

Mein Aufenthalt in Rossendorf war von glücklichen Umständen geprägt. Kaum hatte ich mich mit Dr. Hermann Kumpf, dem Leiter der Abteilung Schnelle Reaktorphysik, über die Leistungsgrenzen der heutigen Kernkraftwerksreaktoren unterhalten, als zwei Herren in gelben Mänteln unten am Tor Einlaß begehrten: Vertreter der Internationalen Atomenergiebehörde aus Wien, die zur Inspektion erschienen. Die DDR, Mitunterzeichner des Kernwaffensperrvertrages, unterzieht sich auch den Kontrollen dieser Behörde. Bei solchen Visiten muß die betreffende Institution jedes Stück Uran, das sich in ihrem Besitz befindet, vorweisen können. An diesem Tage wurden fünfzehn Stichproben gemacht Und es ist schon ein Erlebnis, die Arbeitsweise und Wirksamkeit des von 111 Staaten sanktionierten Gremiums einmal an Ort und Stelle kennenzulernen.

Der Rossendorfer Ringzonenreaktor, kurz RRR, war außer Betrieb. Dies günstig zu nennen ist für einen Wissenschaftsreporter ungewöhnlich; er möchte am liebsten Augenzeuge bedeutender Experimente sein. Aber an einem tätigen Kernreaktor ist nicht allzuviel zu sehen, es sei denn, die in der aktiven Zone entstehenden Neutronen werden über Strahlrohre einem Versuchsfeld zugeführt, wie es an dem aus der Sowjetunion importierten größeren Bruder, dem Rossendorfer Forschungsreaktor, geschieht.

Vorangehende Seite: Texturuntersuchungen von Blechen. Der aus dem Reaktor austretende Neutronenstrahl trifft auf eine bewegliche Probe. Die Streuung der Strahlen wird mit einem Detektor gemessen

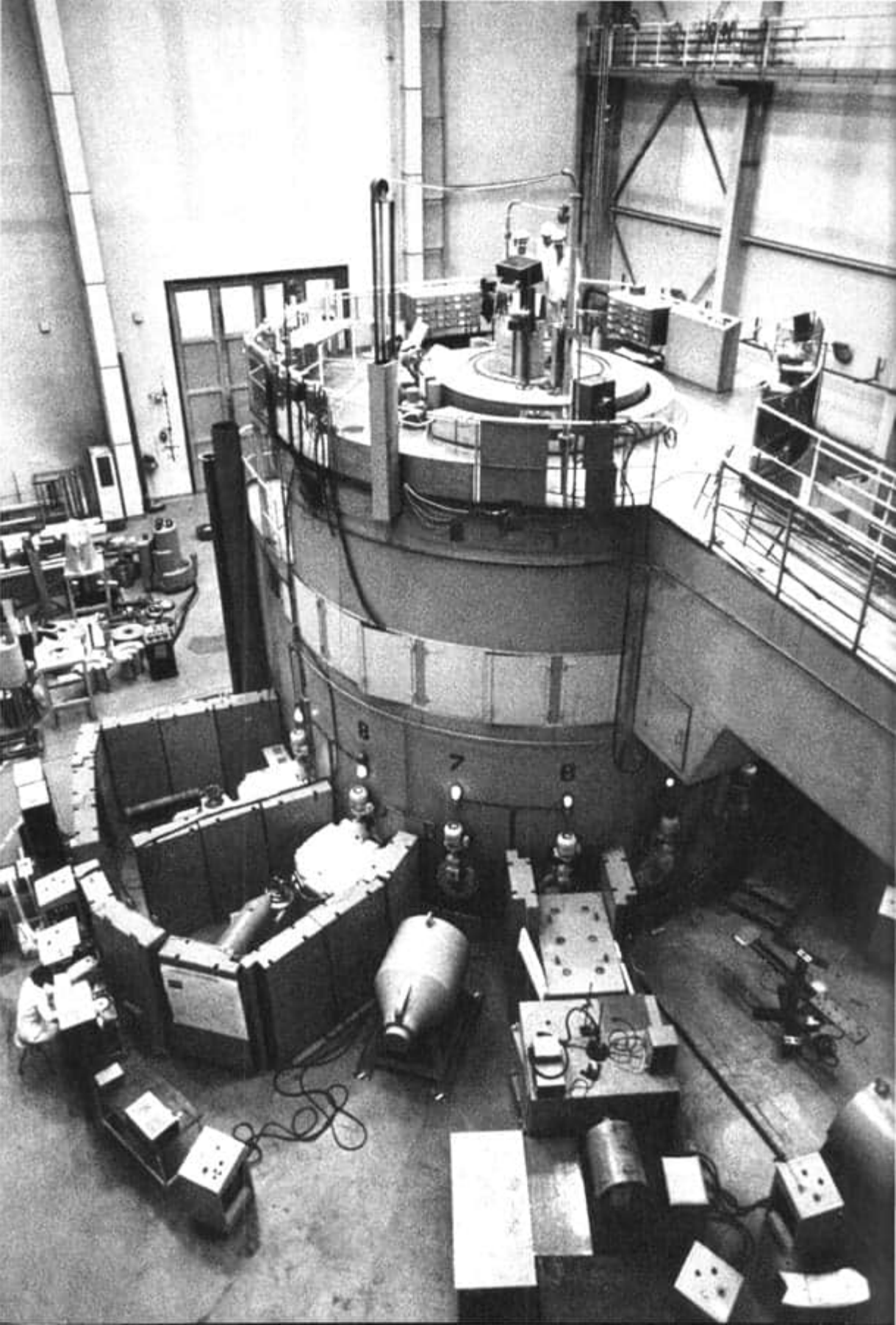
Hierfür ist der Ringzonenreaktor, der nur mit einer geringen Leistung (50 W) gefahren wird – man spricht in diesem Falle von einem Nullreaktor –, nicht geeignet. Da spielt sich fast alles im Inneren des Corpus ab, und der Gegenstand, der uns am meisten interessiert (er versetzt unsere Wissenschaftler in die Lage, Experimente zur Physik der Schnellen Brüter anzustellen), das Schnelle Einsatzgitter nämlich, bleibt dem Blick verborgen. Jetzt war dieses Herzstück des, wie die Fachleute sagen, schnell-thermischen Systems mit dem Hallenkran aus dem Reaktor herausgehoben und in einen Wagen gehängt worden, der auf Schienen in den Bunkerraum gerollt werden kann. Dort stand er nun, ein metallisch glänzender Zylinder, der mit zahlreichen vertikalen Bohrungen versehen ist.

Experimente für den Schnellen Brüter

Forschungen zum Schnellen Brutreaktor machen uns neugierig, weil von ihnen ein entscheidender Beitrag zur Lösung der Energieprobleme erwartet wird. Es ist ja bekannt, daß die jetzige Generation von Leistungsreaktoren im wesentlichen nur 0,7 % des natürlichen Urans nutzt, jenen Anteil, den das Isotop ^{235}U ausmacht, denn allein ^{235}U ist mit langsamen Neutronen (etwa 2,2 km/s), wie sie in den zur Zeit üblichen thermischen Reaktoren zur Verfügung stehen, spaltbar. Aber eine Kernenergetik allein auf Basis der thermischen Reaktoren und der ^{235}U-Verwertung würde in der jahrhundertelangen Geschichte der Energiegewinnung des Menschen nur eine kurze Episode darstellen; die Weltvorräte dieses Spaltmaterials sind – in Energieeinheiten umgerechnet – geringer als die Ressourcen an Kohle.

Das ^{238}U, der Hauptbestandteil des Natururans also, kann jedoch in großem Maßstab in das spaltbare Plutonium ^{239}Pu verwandelt werden. Die Voraussetzung: Man braucht geeignete Neutronenquellen sehr hoher Intensität, man braucht »Schnelle Brüter«, die – so erklärt sich der Name – mit schnellen Neutronen (un-

Der Rossendorfer Forschungsreaktor. Die Strahlkanäle sind beziffert. Links unten die abgeschirmten Experimentierfelder für die Texturuntersuchungen

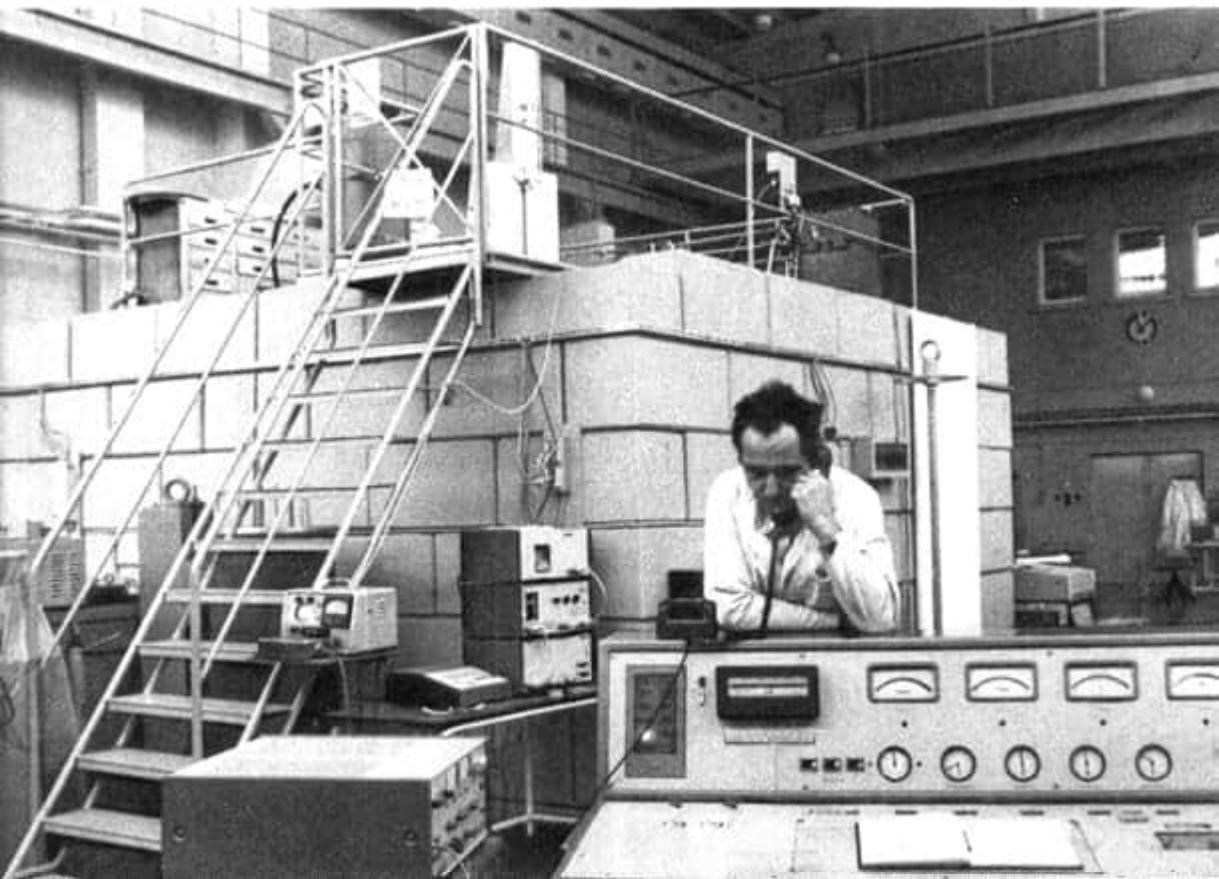


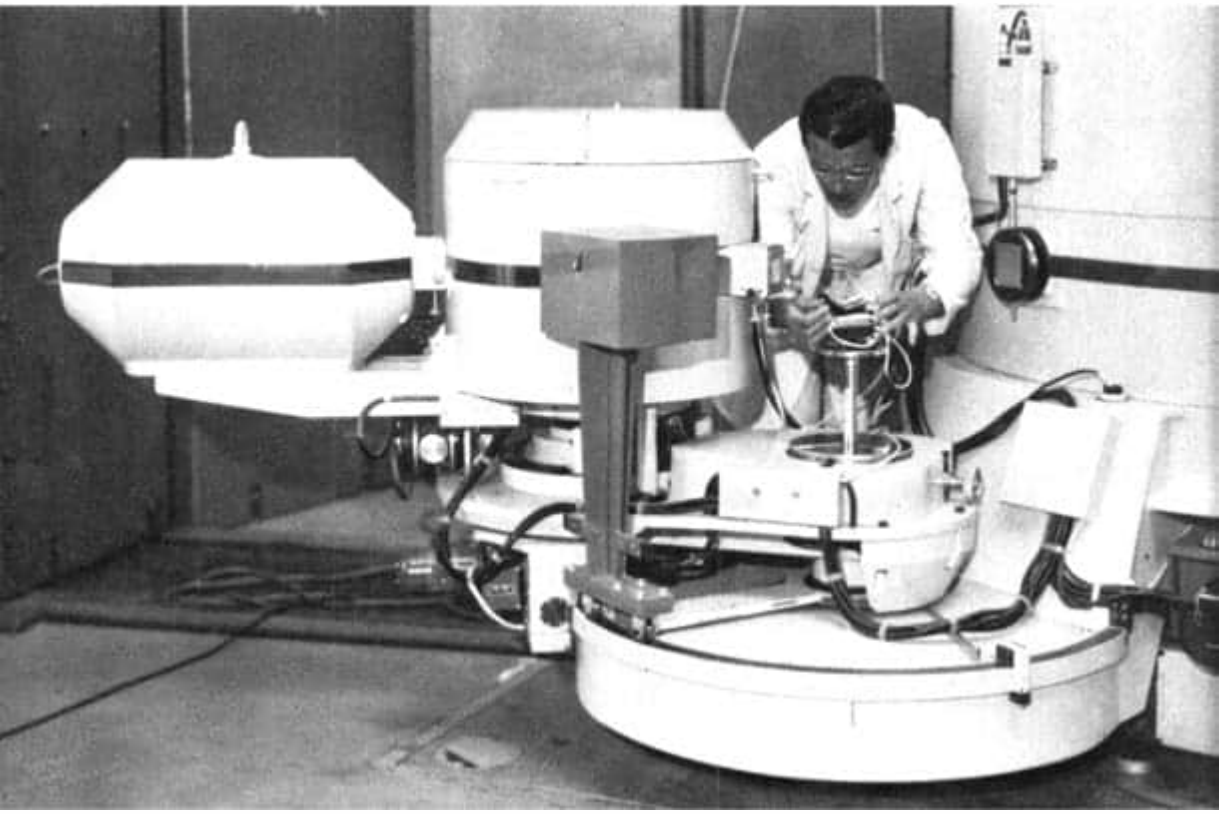
gefähr 4000 km/s) arbeiten und ^{238}U als Brutstoff in einen künstlichen Spaltstoff umzusetzen vermögen. Deshalb wurden in einigen Ländern die Forschungen zum Schnellen Brüter verstärkt, vor allem in der Sowjetunion und in Frankreich. Die USA haben unter Präsident Carter in dieser Hinsicht eine inkonsequente Energiepolitik betrieben; dort wurde der Bau derartiger Versuchsreaktoren aufgeschoben.

Die DDR ist an Forschungen zum Schnellen Brüter seit langem beteiligt. Zunächst standen Fragen der theoretischen und experimentellen Bestimmung von Reaktorparametern im Mittelpunkt der Zusammenarbeit mit sowjetischen Partnerinstituten. In den letzten Jahren konzentrierten sich die Arbeiten auf das Kühlmittel Natrium (zu diesem Zwecke wurde eine Natriumversuchsanlage mit verschiedenen Kreisläufen zum Experimentieren entwickelt), auf die Reaktordiagnostik (eine Methode der Reaktorüberwachung) und auf Forschungen mit eben jenem Schnellen Einsatzgitter.

Die grundsätzlichen Ideen hierfür wurden bereits zu Beginn der sechziger Jahre diskutiert. Damals war der von den Rossendorfern selbst entwickelte und gebaute Ringzonenreaktor noch gar nicht lange in Betrieb. Mit ihm wurden Neutronenspektren untersucht, wie sie für thermische Reaktoren charakteristisch sind. Dr. Karlheinz Fährmann, einer der alteingesessenen Reaktorphysiker, erinnert sich gern der Turbulenz des Anfangs, der zunächst ungewissen Überlegungen und erster Rechenresultate. Sie führten zu dem Schluß, daß es möglich sein müsse, statt des Graphitblocks im Zentrum der Ringzone, der als innerer Reflektor diente, eine Anordnung einzusetzen, die bei entsprechender Betriebsführung ein schnelles Neutronenspektrum gewährleistet. Ein Vorbild hierfür gab es noch nicht; der schnellthermische Ringzonenreaktor STARK in Karlsruhe (BRD) wurde später gebaut. Die Berechnungen der Theoretiker ergaben, daß sich in einem Einsatzgitter etwa die gleichen schnellen Neutronenspektren einstellen wie in einem großen Reaktor gleicher Materialzusammensetzung. Nachdem die Lieferung hochangereicherten Kernbrennstoffes aus der Sowjetunion vereinbart war, konnte das Projekt verwirklicht werden.

Wie sieht nun dieses Schnelle Einsatzgitter aus? Es ist ein Stahlzylinder, 65 cm hoch





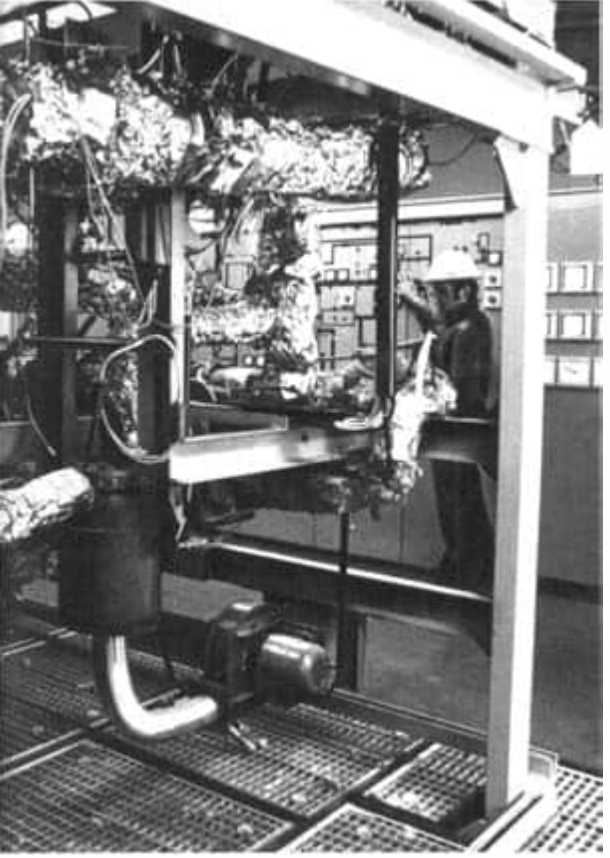
und 48 cm dick, der mit 72 durchgängigen Bohrungen versehen ist. Diese Kanäle werden mit Natururan und angereichertem Uran in Scheibenform sowie mit verschiedenen anderen Materialpellets (zur »Verdünnung«) bestückt. Während einer Versuchsserie wird die nach speziellen Programmen vollzogene Beladung der 72 Kanäle nicht mehr verändert; sie stellt die Konfiguration des jeweiligen Systems dar. Im Zentrum des Zylinders befindet sich eine zusätzliche Bohrung mit etwas größerem Durchmesser. Mittels eines Führungsrohres können hier verschiedene Proben oder Meßsonden in das Einsatzgitter eingefahren werden.

Für sich genommen, ist das beladene Einsatzgitter völlig unterkritisch. Der kritische Zustand stellt sich erst in Verbindung mit der thermischen Ringzone im Reaktor ein – deshalb schnell-thermisches System. Ein Natururanpuffer zwischen Einsatzgitter und Ringzone sorgt dafür, daß nur schnelle Neutronen aus der Ringzone ins Innere gelangen. Diese Anordnung erlaubt es, die Brennstoffkosten verhältnismäßig niedrig zu halten. Mit ihr können die realen Bedingungen großer Schneller Brüter nicht direkt simuliert werden. Sie ist ein Modellsystem, an dem sich im wesentlichen zwei Forschungsziele verfolgen lassen:

Zum ersten können die oft komplizierten Rechnungen der Reaktortheorie experimentell überprüft werden. Zum zweiten gewinnt man neutronenphysikalische Daten für die Reaktormaterialien – ein riesiges Arbeitsfeld, das von keinem Land allein beackert werden kann. In beiden Fällen bedient man sich eines Reaktoroszillators, eines Gerätes, das auf dem Reaktorkopf aufsitzt und in periodischer Folge Proben in das Schnelle Einsatzgitter ein- und

Der in Rossendorf entwickelte und gebaute Ringzonenreaktor, der mit einem Schnellen Einsatzgitter arbeitet. Auf der Bühne ist der Reaktoroszillator zum Einfahren von Proben und Meßsonden aufgesetzt

Neutronenexperiment zur Untersuchung der atomistischen Bindungskräfte



fährt. Dadurch wird die Reaktivität des Reaktors in vorausbestimmter Weise gestört. Das Meßsignal ist der Neutronenfluß, dessen Änderungen im Reaktor erfaßt werden. Diese Methode wurde in Rossendorf so weit vollendet, daß das Physikalisch-Energetische Institut Obninsk vorwiegend für den Einsatz solch eines Oszillators den schnellen Ringzonenreaktor KOBRA errichtete.

Im Vorratsbunker schreiten die Beladearbeiten am Schnellen Einsatzgitter, dem SEG-4, voran. Das ist ein ganz speziell ausgelegtes System, in dem die Neutronenabsorption von Reaktorkonstruktionsmaterialien durch Reaktivitätsmessungen ermittelt werden soll. An der Belademaschine ist jetzt niemand tätig, trotzdem wandern die Material- und Uranpellets Stück für Stück in die Kanäle. Alles geschieht fast lautlos, fernbedient, automatisch. Der Strahlenschutz macht dies an der Stelle dringend erforderlich.

Versuchsstand zur Erforschung physikalischer Eigenschaften des (flüssigen) Kühlmittels Natrium, das in Schnellen Brutreaktoren verwendet wird

Mit Neutronen ins Metall geschaut

Etwas bewegter ging es am Rossendorfer Forschungsreaktor zu, der dem Leser vielleicht von Zeitungsfotos her bekannt ist. Die Leistungssteigerung dieses Wasser-Wasser-Reaktors ist eine Geschichte für sich: Er erreichte 1958 die projektierte Anfangsleistung von 2 MW; jetzt arbeitet er mit 8 MW, und die Voraussetzungen für den Dauerbetrieb mit 10 MW sind geschaffen. Das kommt hauptsächlich der Isotopenproduktion zugute. Aber hier hat sich noch eine andere, der Öffentlichkeit weniger bekannte Arbeitsrichtung etabliert. Sie lebt von den Neutronen des Kernreaktors, nennt sich »Neutronenstreuung« und kann an neun Strahlkanälen experimentieren. Das sind horizontale Rohre, die den Neutronenfluß aus dem Reaktor heraus- und einer Versuchs- oder Prüfeinrichtung zuführen.

Als ich in die große Reaktorhalle trat, war die Tagschicht bereits nach Hause gegangen. Dennoch arbeiteten die Meßgeräte. Die Lochbandeingeber schnarrten, kleine Lämpchen leuchteten auf, rote Ziffernröhren an den Meßgeräten veränderten wie spielend ihre Ziffernfolge, und hinter den bleischweren Abschirmwänden drehten und wendeten mechanische Wunderwerke irgendwelche Proben.

Diese geisterhaften Arbeitsplätze haben etwas Faszinierendes an sich. Die Automatisierung an den Strahlkanälen ist so weit fortgeschritten, daß die Experimente mit all ihrer Mechanik, den Messungen, der Informationsausgabe ablaufen, ohne daß – z. B. in der Nachtschicht – jemand dabei sein muß. Das ist, wie mir mein Begleiter, Prof. Klaus Hennig, der Leiter der Abteilung, erklärt, auch im internationalen Maßstab selten. Hier wird die soziale Seite einer durchgängigen Automatisierung sichtbar: Die Forschungstechnik wird dreischichtig ausgelastet und kein Mitarbeiter seines Nachtschlafes beraubt. Die auf dem Lochband gespeicherten Informationen steuern den Ablauf.

Schon frühzeitig wurde erkannt, daß ther-

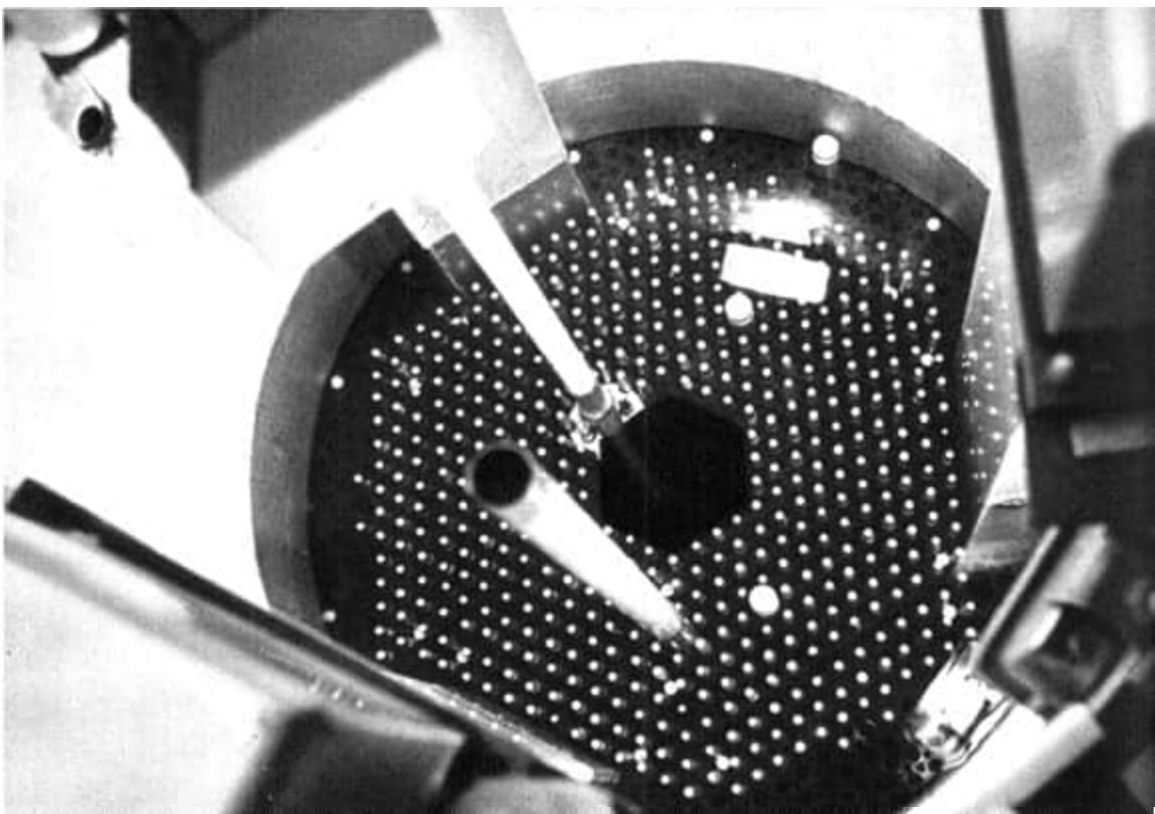
Blick in den Reaktor RAKE (Rossendorfer Anordnung für kritische Experimente), der für spezielle Untersuchungen zum Druckwasserreaktor-Programm gebaut wurde

mische Neutronen für Strukturuntersuchungen an Festkörpern besonders geeignet sind. Ein Vorteil ist dabei, daß die Analyse zerstörungsfrei geschieht, ähnlich wie bei Röntgenstrahlen, die schon seit langem in der Festkörperphysik genutzt werden. Aber Neutronen haben gegenüber Röntgenstrahlen den Vorzug, daß sie tiefer in die Materie eindringen; leichte Elemente lassen sich besser nachweisen, und die Neutronen haben einen sogenannten Spin, d. h. einen eigenen Drehimpuls, wodurch eine zusätzliche Wechselwirkung mit der Materie ausgenutzt werden kann, beispielsweise um die magnetische Ordnung in einem Festkörper nachzuweisen.

Es war deshalb nur folgerichtig, daß entscheidende Anregungen, die Methode der Neutronenstreuung in der DDR zu erforschen und anzuwenden, von Röntgenphysikern der Technischen Universität Dresden kamen. Sie wollten die physikalisch bedingten Grenzen der Röntgenbeugung durch ein neues Verfahren überschreiten. Erste Arbeiten wurden bereits vor über zwanzig Jahren in Rossendorf begonnen, was für die Voraussicht der damaligen Verantwortlichen für die Grundlagenforschung spricht. In der Folgezeit entstanden an fast allen Neutronenquellen der großen Kernforschungszentren entsprechende Arbeitsgruppen. Das Rossendorfer Kollektiv gehört heute aufgrund seiner Erfolge sowohl in der theoretischen Forschung als auch bei der praktischen Anwendung zu den international führenden Gruppen.

Die Fragen, denen die Neutronenphysiker nachgehen, sind meistens sehr speziell – und dennoch von großer Tragweite. Sie untersuchen z. B. physikalische Eigenschaften von Stählen und Legierungen. Diese werden wesentlich von den Korngrößen bestimmt, d. h. von den Größen der Kristallite, aus denen die Festkörper bestehen. Die Korngrößenbestimmung war bisher aufwendig. Das Material mußte zersägt, geschliffen und poliert werden. Dann begann ein mühsames Auszählen der Korngrößen unter dem Mikroskop. Bei dem neuen Verfahren ist das Metall in eine zweiachsig drehbare Vorrichtung eingespannt. Die aus dem Reaktor ausströmenden Neutronen werden von den Kristalliten der Probe reflektiert und in einem Detektor registriert.

Auf diese Weise können auch Aussagen über die Orientierungsverteilung der Kristallite gewonnen werden. Der Fachmann spricht von der Textur. Sie entsteht bereits beim Aushärten und bei jeder Art Verformung des Materials, etwa beim Walzen. Die Textur kann als Ab-



weichung von der idealen Unordnung im Festkörper verstanden werden; die Kristallite richten sich unterschiedlich, jedoch bevorzugt nach einer Richtung aus. Wird diese Erscheinung nicht genügend beachtet (und gekannt), entsteht großer volkswirtschaftlicher Schaden: Dann reißen Karosseriebleche; statt eines Kochtopfes entsteht eine »Tulpe« – ein am oberen Rand ausgefranstes Gefäß; Dynamobleche sind durch ihren hohen elektromagnetischen Verlust in der Qualität gemindert. Es kommt darauf an, den technologischen Prozeß so zu beeinflussen, daß eine störende Textur verhindert bzw. eine gewünschte erzielt wird. Die Methode der Neutronenstreuung wird genutzt, um dem »Werkstoff nach Maß« wieder einen Schritt näherzukommen.

Am Rossendorfer Reaktor werden Untersuchungen mit kleinem und mittlerem Neutronenfluß durchgeführt, d. h. bei einem Fluß in der aktiven Zone von etwa 10^{13} Neutronen je Quadratzentimeter und Sekunde. Untersuchungen mit hohem Impulsneutronenfluß (10^{15} bis 10^{17} Neutronen je cm^2/s) werden am Impulsreaktor des Vereinigten Instituts für Kernforschung (VIK) in Dubna betrieben. Prof. Klaus Hennig hat selbst zehn Jahre lang in Dubna gearbeitet, hat eine ähnliche, den dortigen Verhältnissen entsprechend größere Abteilung aufgebaut, die aus Wissenschaftlern der DDR und der UdSSR bestand, und war dann einige Jahre als Stellvertreter von Akademiemitglied I. M. Frank tätig. Die Persönlichkeit Prof. Franks hat ihn sehr beeindruckt. Als hervorragendste Eigenschaft dieses 1958 mit dem Nobelpreis ausgezeichneten Physikers nennt Prof. Hennig seine »enorme Sicherheit, die Tendenzen der Physik sehr überlegt, ruhig und weit vorausschauend einzuschätzen. Außerdem versteht er es bestens, mit Menschen umzugehen: Es war eine Freude, in diesem Kollektiv, in dieser kameradschaftlichen und anregenden Atmosphäre zu arbeiten«.

Prof. Frank war es auch, der die Arbeiten am Impulsreaktor vorantrieb – im Unterschied zur Entwicklung in den westlichen Kernforschungszentren, die sich für den stationären Reaktor (für einen Reaktor mit kontinuierlichem Neutronenfluß) zu Untersuchungen an kondensierter Materie entschieden. Diese Voraussicht sollte der Sowjetunion und dem VIK Dubna einen Vorsprung in der Neutronenphysik sichern; denn der stationäre Reaktor hat, wie Prof. Hennig erklärt, seine technologische Grenze bei 100 MW und einem Neutronenfluß von 10^{15} Neutronen je cm^2/s in der aktiven Zone. Eine höhere Leistung würde Schwierigkeiten bei der Kühlung mit sich bringen und die Abbrandzyklen in ökonomisch ungünstiger Weise verkürzen. Ein Impulsreaktor gibt aber Impulse mit hohem Neutronenfluß und kann in der Zwischenzeit abkühlen. Hier ist die technologische Grenze noch nicht erreicht.

Es gab lange Zeit keinen anderen leistungsstarken Impulsreaktor in der Welt als den 1960 entwickelten und 1969 rekonstruierten IBR-30 in Dubna. Ein neuer Impulsreaktor, der IBR-2, der die hundertfache Leistung seines Vorgängers erbringen soll, wird zum Zeitpunkt der Auslieferung dieses Buches voll betriebsfähig sein. Damit stehen auch unseren Neutronenphysikern hervorragende experimentelle Möglichkeiten offen. An beiden Anlagen haben die Rossendorfer mit neuen Experimenten begonnen. »Wir können uns in Dubna an der ›großen‹ Physik beteiligen«, sagt Prof. Hennig.

Fast alle diese Forschungsarbeiten werden an industriewichtigen Materialien vorgenommen. Die Neutronenstreuung, aus der Kernphysik hervorgegangen, vereint nun ihrerseits Kernphysik und Festkörperphysik zu einer neuen Spezialdisziplin. Von dieser Symbiose sind neue Einsichten in die Mikrostruktur der Materie zu erwarten. Und was vor Jahren mancher noch bezweifelt hat: Die kernphysikalischen Großgeräte, die einst ausschließlich mit dem Ziel errichtet wurden, elementare Strukturen der Atome und Wechselwirkungen kleinster Teilchen zu erforschen, haben heute einen unmittelbaren praktischen Nutzen.

SEX mit sechzehn?

Dr. sc. Siegfried Schnabl

Könnte man auf die im Titel gestellte Frage absolut und verbindlich mit Ja oder Nein antworten, dann brauchte dieser Beitrag nicht geschrieben zu werden. Noch vor zehn, zwanzig Jahren hätte kaum jemand eine solche Frage zu stellen gewagt, zumindest wäre sie kategorisch verneint worden. Schon darin zeigt sich ein Wandel der Auffassung. Gerade im Geschlechtsleben sind die Normen und Ansichten so stark von hergebrachten Traditionen – guten und schlechten – geprägt, daß es schon richtig ist, kritisch und vorurteilsfrei zu prüfen, wie weit sie heute noch gerechtfertigt sind und welche einer Revision bedürfen. Das gilt nicht zuletzt für die Sexualität im Jugendalter. In der Vergangenheit sah man in ihr nur Gefahren, zumindest Unmoral. Das geht noch auf eine lust- und leibfeindliche Einstellung zurück, die sich vor allem unter dem Einfluß der christlichen Religion herausbildete. Sie bewirkte einerseits Tabus – es gehörte sich nicht, über das Sexualleben zu sprechen –, andererseits eine Sexualerziehung (wenn man sie überhaupt so nennen kann), die vorwiegend im Verurteilen sexueller Regungen und Handlungen in Moralpredigten, Verboten, Ermahnungen und Strafandrohungen bestand, nicht aber in nützlicher Vorbereitung auf das partnerschaftliche Intimleben und in Informationen darüber, wie man es glücklich gestalten kann. Vor der Ehe galten sexuelle Beziehungen ohnehin als verwerflich, vor allem für das Mädchen, deren Wert für die Ehe man an ihrer »Unschuld« maß. So waren Fragen der Jugendsexualität kein legitimer Diskussionsgegenstand.

Wie jeder weiß, haben sich die Zeiten und die Einstellungen geändert. Gewiß denken und handeln manche Eltern noch in der beschriebenen Weise, wenn auch nicht mehr so streng, vor allem aber nicht, um ihre heranwachsenden Kinder um Freuden zu bringen, sondern aus der Sorge um ihr Wohl, aus der Befürchtung, frühe Intimkontakte könnten sich nachteilig auf die psychische, körperliche und soziale Entwicklung auswirken. In manchen Fällen ist diese Sorge durchaus begründet. Das andere Extrem – jeglichen sexuellen Regungen freien Lauf zu lassen und sie so früh wie möglich zu aktivieren – erhöht, wie wir noch sehen werden, auch nicht unser Lebensglück. Und darum geht es schließlich: zu lernen, die Sexualität so zu entwickeln, sie so in unser gesamtes Leben einzuordnen, daß wir durch sie – auf die Dauer und nicht nur für den Augenblick – an Lebensfreude gewinnen und damit verbundene mögliche Risiken reduzieren, auftretende Konflikte schadlos bewältigen können.

Die menschliche Sexualität hat im wesentlichen drei Funktionen: Sie gewährleistet die Fortpflanzung; sie ist ein Bedürfnis, das die Kommunikation Liebender fördert; und drittens schließlich kann sie als körperliche Lust und Befriedigung erlebt werden. Beleuchten wir diese drei Punkte im einzelnen mit besonderer Berücksichtigung der Frage, wie es darum im Jugendalter steht.

Daß durch Geschlechtsverkehr Kinder gezeugt werden, weiß heute jedes Schulkind. Weniger bekannt ist und vor allem weniger beachtet wird die Tatsache, daß Jungen vom ersten Samenerguß ab zeugungsfähig und Mädchen von der ersten Menstruation ab empfängnisfähig sein können, wenn auch anfänglich noch nicht in dem Maße wie Erwachsene. Da diese Vorgänge in der Regel bereits vor Vollendung des 14. Lebensjahres beginnen, ist es nicht ausgeschlossen, daß schon Kinder zu Eltern werden, wenn sie sexuellen Verkehr haben. Das kommt zwar äußerst selten vor, jedoch bei Jugendlichen zwischen 14 und 18 Jahren schon wesentlich häufiger. Niemand wird behaupten, daß man in diesem Alter die soziale Reife für Elternschaft hat, daß die psychischen, beruflichen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für Familienbildung, für die Erfüllung der Aufgaben als Vater und Mutter, als Erzieher eines Kindes bestehen. Deshalb sind Schwangerschaften Jugendlicher fast ausnahmslos unerwünscht. Sie herbeizuführen ist im Hinblick auf die Entwicklungsbedingungen des daraus entstehenden Kindes und der dafür

noch nicht vorbereiteten künftigen Eltern verantwortungslos. Sexuelle Handlungen haben Folgen, und die Schwangerschaft ist nur eine von vielen. Man muß sie vorher einschätzen sowie fähig und bereit sein, Verantwortung zu übernehmen für das, was man sexuell tut, und Handlungen zu unterlassen, d. h. verzichten können, wenn sonst nachteilige Folgen zu erwarten sind. Dieses Prinzip gilt übrigens nicht nur im Sexualbereich. Bezüglich des möglichen Eintritts einer Schwangerschaft heißt das für Jugendliche – und für jene Paare, die aus anderen Gründen noch kein oder kein Kind mehr wollen –: Wenn schon im gegenseitigen Einverständnis Geschlechtsverkehr erfolgt, dann darf dies unter keinen Umständen ohne zuverlässige Empfängnisverhütung geschehen, auch nicht ein einziges Mal im vagen Vertrauen darauf, daß schon nichts »passiert«. Das ist mehr als Leichtsinn. Das ist verantwortungslos und beweist Unreife und Rücksichtslosigkeit. Nie und nimmer sollte sich ein Mädchen auf Verkehr ohne Empfängnisverhütung einlassen, nie und nimmer ein Junge ein solches Ansinnen stellen. Es ist alles andere als ein Liebesbeweis, meist ein Zeichen von Unbekümmertheit und Unkenntnis, zumindest für mangelnde Vorbereitung der Partner auf eine solche Situation. Wenn sich zwei Menschen intim näher kommen, müssen sie sich darüber aussprechen, wie sie im Falle sexuellen Verkehrs eine Schwangerschaft verhüten. Das ernüchtert und schockiert nicht, wenn die Partnerschaft genügend herangereift ist, sondern läßt erkennen, wie man zueinander steht, wie ernst man sich nimmt und sich achtet, ob beide die intime Begegnung wünschen.

Am Beginn des Geschlechtslebens eines jungen Paares verhütet man am besten, indem der männliche Partner Kondome (Präservative, Gummischutz) benutzt. Das müssen beide wissen und zur Bedingung machen. Das Kondom mindert überdies die Gefahr der Ansteckung mit Krankheiten, die durch Geschlechtsverkehr übertragen werden können. Die Methode des »Aufpassens« dagegen beeinträchtigt nicht nur

das Sexualerleben, sondern ist vor allem viel zu unsicher. Riskant ist auch die Zeitwahl-Methode nach Knaus-Ogino, wonach ein Empfängnisrisiko nur um die Zeit des Eisprungs besteht, etwa 12 bis 16 Tage vor der zu erwartenden Menstruation. Wenn der Zyklus nicht regelmäßig ist und kein genauer Regelkalender geführt wird, scheidet dieses Verfahren völlig aus. Über den Einsatz der »Pille« (orale Antikonzeption) sollte man sich vom Frauenarzt beraten lassen, wenn die sexuellen Beziehungen fortgesetzt und zur Gewohnheit werden. Sie setzt im allgemeinen einen bereits stabilen Monatszyklus des Mädchens voraus. Ein Intrauterinpessar (Spirale, Schleife), das in die Gebärmutter eingesetzt wird, empfiehlt der Gynäkologe gewöhnlich nur Frauen, die bereits ein Kind geboren haben.

Auf keinen Fall darf der Gedanke beruhigen, im Falle einer ungewollten Schwängerung bleibe doch die Möglichkeit eines Schwangerschaftsabbruches. Zwar ist er gesetzlich auf Antrag der Schwangeren (bei Minderjährigen mit Zustimmung der Erziehungsberechtigten) bis zur 12. Woche der Gravidität zulässig, jedoch auch bei fachgerechter Durchführung nicht ohne gesundheitliches Risiko, unter anderem das einer späteren Sterilität sowie seelischer Belastungen. Daher sind solche Erwägungen zu verwerfen und dürfen niemals zu Sorglosigkeit bei sexuellen Kontakten führen.

Sind diese eindringlichen Hinweise auf die Notwendigkeit empfängnisverhütenden, verantwortungsbewußten Verhaltens nicht überflüssig? Leider nicht. Befragungen zeigen, daß sich noch über ein Drittel junger Menschen bei Beginn geschlechtlicher Beziehungen überhaupt nicht um Verhütungsmaßnahmen kümmert, daß der Prozentsatz der Schwangerschaftsabbrüche bei Jugendlichen wesentlich größer ist als in allen anderen Altersgruppen, daß er bei ihnen sogar noch weiter ansteigt, während insgesamt erfreulicherweise die Zahl der Anträge auf solche Eingriffe abnimmt.

Heißt aber sicherer Schutz vor Empfängnis schon »grünes Licht« für Sexualbeziehungen im frühen Jugendalter? So einfach ist die Antwort nun doch nicht, denn menschliche Sexualität betrifft eben nicht nur die Fortpflanzung. Sie ist davon ablösbar und spielt eine viel größere Rolle für die psychischen Beziehungen der Partner. Mit dem intimen Kontakt treten wir in das Leben eines anderen Menschen ein, wecken Sehnsüchte, Wünsche, Erwartungen, Hoffnungen oder auch Ängste, Hemmungen, Abneigung. Unsere Gedanken, Gefühle und Pläne bekommen neue Inhalte und Richtungen. Je nachdem wie stark die Liebe ist, verbindet die körperliche Vereinigung enger, es kommt eine gewisse Abhängigkeit zustande, die Vertrauen, Zuverlässigkeit, Achtung und gegenseitigen Einsatz verlangt. Wir greifen also tief in die Persönlichkeit des Partners ein, werden vielleicht zum wichtigsten anderen Menschen für ihn. Sein Wohlbefinden hängt sehr von der Gestaltung dieser Beziehung ab.

Was heißt das konkret? Bevor man sich sexuell vereint, muß man sich genügend kennengelernt haben, muß wissen, ob Charaktere und Interessen für eine stabile Partnerschaft ausreichend übereinstimmen bzw. sich ergänzen und ob gegenseitige Liebe vorhanden ist. Ohne diese Voraussetzungen ist erfahrungsgemäß die Gefahr groß, daß das Verhältnis bald wieder zerfällt. Und je intimer es war, desto mehr bereitet gewöhnlich eine Trennung Schmerz, zumindest für denjenigen, der davon stärker ergriffen war. In der Mehrzahl der Fälle leidet das Mädchen sehr unter dem Verlassenwerden durch den Jungen, dem es sich ganz anvertraute. Mitunter führt solcher Liebeskummer bis zum Lebensüberdruß, zumindest aber zu schweren seelischen Krisen.

Jeder wird einsehen, daß man auf den ersten Blick zwar die äußere Erscheinung eines Menschen erfassen, Gefallen an einem Mädchen oder Jungen finden und sich auch verlieben kann, daß es aber einer langen Zeit, Wochen und Monate des Umgangs bedarf – möglichst im alltäglichen Leben und nicht nur gelegentlich auf einer Disko –, um sich gegenseitig

in seinen Wesenszügen und Eigenschaften einschätzen und mit einiger Sicherheit sagen zu können: »Ja, wir verstehen uns in allen wichtigen Fragen, und unsere Gefühle füreinander sind nicht nur Strohfeuer, das bald erlischt. Sie äußern sich konstant mit dem Wunsch, sich gegenseitig zu fördern, und jeder gemeinsame Tag stärkt die Überzeugung, einander dauerhaft glücklich machen zu können.« Eine solche Periode kritischer Prüfung des inneren Verhältnisses bei gewisser sexueller Zurückhaltung ist für wirklich Liebende keine unerträgliche oder gar langweilige Wartezeit. Sie schließt den Austausch von Zärtlichkeiten ein und weckt allerdings die Sehnsucht. Aber gerade dadurch entwickelt sich eine breite Skala feinster Gefühle voller Wünsche, Träume und Phantasien. Sie erschließen einen Reichtum des Erlebens, der jenen entgeht, die in drängender Ungeduld keine Spannung, keine Wartezeit ertragen wollen. Je schneller jemand versucht, ins Bett des Partners, häufiger der Partnerin, zu kommen, um so schneller und leichtfertiger wird gewöhnlich der Partner gewechselt, weil in ihm oder in ihr dann mehr das Objekt der Lust gesucht als Liebe investiert wurde.

Damit stoßen wir aber auf die dritte eingangs genannte Funktion der Sexualität, auf die Lust, die die Befriedigung sexueller Bedürfnisse bereitet. Sind denn dazu Liebe und Engagement für den Partner überhaupt nötig? Genügt es nicht, daß der Sex Spaß, Freude, Genuß verschafft, zumal wenn man sich vor

Empfängnis schützt? Wozu dann an die Zukunft denken, statt den Augenblick auszukosten?

Man könnte geneigt sein, dieser Auffassung zuzustimmen, wenn es nicht eine Tatsache wäre, daß die meisten Menschen, Frauen und Mädchen noch mehr als Männer und Jungen, gar keinen Genuß, keine Freude und kein Glück erleben können, wenn sie sich nur zum Zwecke der Lustgewinnung benutzt fühlen und nicht als Mensch, als Persönlichkeit geliebt und geachtet werden. Gerade für das junge, wenig erfahrene Mädchen bringt der Geschlechtsverkehr selten schon Befriedigung und Lust, ja es ist meist noch gar kein wirkliches Begehren danach vorhanden. Sie tut es aus Liebe im Vertrauen auf Gegenliebe und Treue. Jedes Drängen, Überrumpeln oder gar Drohen mit Davonlaufen ist nicht nur unwürdig und brutal, es erschwert sogar die Entwicklung ihrer Reaktionsfähigkeit, die mit allmählich sich steigernden Zärtlichkeiten, mit Feingefühl, Geduld und Geschick, aber auch mit echter leidenschaftlicher Liebe besser herbeizuführen ist. Umfragen haben ergeben, daß Mädchen den treuen Freund und Liebhaber, nicht den stürmischen Draufgänger bevorzugen. Aber auch ein sexuell zu stark forderndes Mädchen kann einen schüchternen Jungen verunsichern, wenn er spürt, daß sie ihn nach seiner Potenz und nicht nach seinen menschlichen Qualitäten bewertet.

Eine sexuelle Tönung kann die Beziehung durchaus vom ersten Kuß an haben, ja das Bedürfnis, sich körperlich zu berühren und immer näher zu kommen, ist völlig normal. Bis zum Geschlechtsakt gibt es viele Zwischenstadien, in denen man psychisch und körperlich die Verbindung wechselseitig vertieft und festigt. Dem Küssen folgen Zärtlichkeiten mit der Hand, die sich allmählich über Gesicht, Arme, Rücken, Beine bis auf den Intimbereich ausdehnen. Dabei sollte man sich über die Empfindungen und Wünsche, auch über die Ängste und Hemmungen aussprechen. So stimmt man sich am besten ab und kann durch dieses sogenannte Petting bis zu orgastischen Reaktionen gelangen, die dann bei späterem Verkehr um so leichter auslösbar sind. Beim Mädchen dauert dieser Prozeß etwas länger als beim Jungen wie auch die Entwicklung des Sexualverlangens, weil beim Jungen die Orgasmusfähigkeit mit dem ersten Samenerguß eintritt und deshalb auch bei ihm die Selbstbefriedigung – eine normale und unbedenkliche Erscheinung im Jugendalter – häufiger als bei Mädchen vorkommt und stärkere sexuelle Spannungszustände löst.

Mancher Leser wird denken: Nachdem eingangs die menschliche Sexualität bejaht und jugendlichen Menschen zugestanden wurde,

liefen die Ausführungen doch wieder auf Einschränkungen und Ermahnungen hinaus. Wer genau gelesen und darüber nachgedacht hat, wird aber zu dem Ergebnis kommen, daß es dabei keineswegs gegen sexuelle Wünsche und die Freuden ihrer Erfüllung ging, nicht um unzumutbare Enthaltsamkeit, sondern um eine bewußte Regulierung und Gestaltung des Geschlechtslebens im Interesse vollkommenen Glücks, das eben ohne Rücksichtnahme und zeitweiligen Verzicht auf bestimmte Formen sexueller Aktivitäten nicht gewährleistet ist.

Trotzdem ist die Titelfrage »Sex mit sechzehn?« noch nicht klar beantwortet, sondern halb mit Ja und halb mit Nein. Anders kann aber, wie wir sehen, nicht geantwortet werden. Das genaue Lebensalter spielt dabei eine geringere Rolle als die individuelle körperliche und geistige Reife der beiden Partner, die Frage also, ob überhaupt schon und wie lange eine feste Liebesbeziehung besteht, und manch anderer Umstand. Man sollte sich deshalb bemühen, vor Aufnahme des Geschlechtsverkehrs sich und den Partner kritisch zu prüfen im Hinblick auf diese Fragen:

Entspricht der Freund, die Freundin meinem Leitbild, und liebe ich ihn (sie) nachhaltig seinem (ihrem) ganzen Wesen nach – oder ist es nur eine Zufallsbekanntschaft, die vermutlich nicht von Dauer ist, weil ich jenen noch nicht fand, der mir besonders gefällt? Ist die Zuneigung wirklich beiderseitig stark? Ist es echtes sexuelles Bedürfnis oder mehr Neugier, weil es »andere auch machen«? Ist im Falle des Verkehrs für sichere Empfängnisverhütung gesorgt? Können wir beide unsere Sexualität so in unser gesamtes Leben einfügen, daß sie uns beflügelt und anspornt in Beruf und gesellschaftlicher Aktivität, daß darüber nicht Interessen, Fleiß und Zeit für die Schule und Arbeit nachlassen, die sonstigen familiären und anderen Verpflichtungen zu kurz kommen? Wenn man mit gutem Gewissen hierauf positiv antworten kann und den Beweis im täglichen Leben dafür liefert, kann man auch mit gutem Gewissen »Sex« erleben, denn seine Risiken und Gefahren halten sich dann in einem normalen Rahmen und wiegen nicht die Chancen der Freude und Bereicherung durch das Intimleben auf.

Sind diese Voraussetzungen aber schon bei Sechzehnjährigen gegeben? Wohl doch nur in Ausnahmefällen. Zwar stellen wir seit einigen Jahrzehnten bei Jungen und Mädchen eine fortschreitende Vorverlegung des ersten Geschlechtsverkehrs, parallel gehend mit einer allgemeinen Entwicklungsbeschleunigung, fest. Wissenschaft und Erfahrung lehren aber, daß Enttäuschung, Partnerwechsel, Unerfülltsein, Sorglosigkeit bezüglich Empfängnisverhütung, Entgleisungen sowie Vernachlässigung von Schule und Arbeit häufiger vorkommen, je weniger erwachsen einer ist, wenn er sexuelle Beziehungen aufnimmt. Nur eine Minderheit derer, die es tun, ist unter 16, die Hälfte mindestens 17. Wer noch älter ist, hat gewiß nichts versäumt, und selten bedauert jemand später, nicht früher begonnen zu haben.

Für Freundschaft und Liebe läßt sich allerdings kein Mindestalter vorschreiben. Sich darin zu bewähren ist die beste Vorbereitung und Bedingung für ein künftiges Sexualleben, das in fundierter Partnerschaft und späterer Ehe und Familie wirklich glücklich macht; denn man findet dann dafür den richtigen Start und die rechte Zeit und ist alt – oder jung – genug, ganz gleich, in welchem Lebensalter man diese Freuden entdeckt.

Im Zeichen Olympias

Moskau 1980

Dr. Ulli Pfeiffer

Das Sportjahr 1980 wurde ohne Zweifel von zwei Ereignissen gleichen Namens und dennoch verschiedenen Charakters besonders geprägt: den Olympischen Winterspielen im USA-Städtchen Lake Placid und den Sommerspielen der XXII. Olympiade in der Metropole der UdSSR, in Moskau. Bei einem Vergleich dieser Ereignisse und ihres Umfelds soll völlig außer Betracht bleiben, daß Winterspiele freilich immer einen kleineren Rahmen haben, und auch, daß die USA trotz rühriger Organisatoren am Ort des Geschehens der Welt die am schlechtesten organisierten Winterspiele der neueren Geschichte präsentierten. Dies konnte durch viele hervorragende sportliche Leistungen etwas verdeckt, aber nicht vergessen gemacht werden

(darüber kann bereits im Universum-Band 26, S. 113 ff., nachgelesen werden).

Dieser Vergleich muß vielmehr aus einem schwerwiegenderen, bisher einmaligen Grund gezogen werden: In Lake Placid startete die Administration des damaligen Präsidenten des Gastgeberlandes den Versuch, den Weltsport als politischen Knüppel zu benutzen, und beschwor mit der Forderung eines Boykotts der Olympischen Spiele in Moskau die ernsthafte und – wie man heute weiß – einkalkulierte Gefahr herauf, die olympische Bewegung zu spalten. Die reaktionärsten Kreise der USA samt ihrem wahrlich illustren Häuflein von Verbündeten in der Boykottfront glaubten, das Internationale Olympische Komitee (IOC) in ihren Konfrontationskurs einbeziehen zu können. Jene Kräfte, die der Sportbewegung der sozialistischen Länder stets verleumderisch eine »Politisierung des Sports« unterstellt hatten, forderten vom IOC eine antisowjetische politische Entscheidung.

Dieses Ansinnen wies das IOC als bedeutendste Institution des Weltsports unter Berufung auf seine Regeln und auf die olympische Idee, wonach der Sport dem Frieden und der Völkerverständigung zu dienen habe, entschieden zurück. IOC-Präsident Lord Killanin hielt sich trotz aller Anfeindungen an den mit der Stadt Moskau und dem Organisationskomitee geschlossenen Vertrag, und der großartige Erfolg der Olympischen Sommerspiele 1980 bestätigte die Richtigkeit der Entscheidung des IOC, sie der Fürsorge der UdSSR und ihrer Hauptstadt anzuvertrauen. Der Beschluß des IOC auf seiner 82. Session in Lake Placid bedeutete nicht nur die Wahrung der Prinzipien der olympischen Charta, sondern unterstrich zugleich den Willen, die Einheit des Weltsports zu erhalten. So verdeutlichten die Moskauer Spiele mehr als ihre Vorgänger die Kraft der olympischen Idee und leisteten damit einen Beitrag zur Fortführung des Entspannungsprozesses auf der Basis der friedlichen Koexistenz von Staaten unterschiedlicher Gesellschaftsordnung.

Wie total die Niederlage jener von den USA geführten sportfeindlichen Minorität, die ihre Sportler unter Androhung von Gewalt am Start in Moskau hinderte, in den olympischen Tagen war, mag man auch daran ermessen, daß ein Mann namens Willi Daume aus dem Boykottland BRD, der sich für den Topfavoriten im Amt des neuen IOC-Präsidenten gehalten hatte, während der 83. IOC-Session nicht die Spur einer Wahlchance hatte. Neuer Präsident des IOC im ersten Wahlgang wurde vielmehr Juan Antonio Samaranch aus Spanien, dessen NOK aktiv an den Spielen teilnahm.

Die ersten olympischen Spiele in einem sozialistischen Land benötigten keine besonderen Komplimente; Moskau setzte in der Tat

neue Maßstäbe, was der scheidende IOC-Präsident Lord Killanin bei der Abschlußveranstaltung im Lenin-Stadion in die Worte faßte: »Die Olympischen Spiele hatten ein sehr hohes sportliches und organisatorisches Niveau. Sie haben einmal mehr ihren völkerverbindenden Charakter offenbart.«

Die Größe dieser unter komplizierten außenpolitischen Bedingungen ausgerichteten Spiele wird an folgendem gemessen:

• Moskau schuf alle Voraussetzungen für die breiteste Teilnahme an den Spielen, weil die Ideale der sozialistischen Gesellschaft mit den humanistischen Zielen der olympischen Bewegung übereinstimmen. Die SR Vietnam, die VR Angola, die VR Moçambique, die VDR Laos und auch Simbabwe hatten in Moskau olympische Premiere, und ihre Sportler wurden dort gefeiert und beachtet wie alle anderen.

• Die Spiele in Moskau und Tallinn wurden vom gesamten Sowjetvolk getragen, in dem der Sport im Alltag tief verwurzelt ist. Mit

Gerd Wessig, jubelnder Sieger im Hochsprung mit neuem Weltrekord

fünf Millionen Zuschauern hatten diese Spiele zudem ihren besonderen Rekord.

• Die hohe Anzahl von neuen Weltrekorden, Olympia- und Landesrekorden und die Vielzahl dramatischer hochklassiger Wettkämpfe dokumentierten das außerordentlich hohe sportliche Niveau der Spiele der XXII. Olympiade. An diesen Tatsachen zerschellten die Lügenkampagnen westlicher Massenmedien der Boykottländer, die die Spiele zu einer Provinzveranstaltung zu degradieren trachteten, um den Protest der betrogenen und enttäuschten eigenen Sportler zu unterdrücken.

• Die UdSSR präsentierte schließlich die schönsten und zweckmäßigsten Sportstätten und Unterkünfte, die beste, ganz und nur im Zeichen des Sports stehende Organisation für Sportler, Kampfrichter und auch für die vielen Journalisten. Sie schickte trotz der immensen Arbeit der Gastgeber eine so weitsichtig und gut vorbereitete Olympiamannschaft an den Start, die über jeden Zweifel erhaben war. 80 Goldmedaillen, 69 Silber- und 46 Bronzemedaillen bei insgesamt 1224 Punkten in der inoffiziellen Länderwertung sprechen für die Leistungskraft dieser Mannschaft und für den hohen Stellenwert von Körperkultur und Sport im sozialistischen Gastgeberland. –

Bei der denkwürdigen, auch auf hohem kulturellem Niveau stehenden Eröffnungszeremonie am Nachmittag des 19. Juli 1980 marschierte hinter der Flagge der DDR, die von der Handballnationalspielerin Kristina Richter getragen wurde, die bisher größte Olympiamannschaft unserer Republik in das Moskauer Lenin-Stadion ein. 345 Sportlerinnen und Sportler unseres Landes traten in 167 Disziplinen von 17 belegten Sportarten an; 222 von ihnen gehörten zu denjenigen, die insgesamt 47 Goldmedaillen, 37 Silber- und 42 Bronzemedaillen erkämpften und in 32 Fällen mit für die Flut von Welt- und olympischen Rekorden sorgten; 62 weitere DDR-Sportler auf den Plätzen 4 bis 6 beeinflußten die Punktbilanz ihrer Olympiamannschaft (836) positiv.

Die DDR-Mannschaft kam mit dieser Gesamtleistung der in allen 203 Disziplinen startenden gastgebenden Sowjetunion am nächsten und belegte wie 1976 in Montreal, allerdings mit einem Leistungszuwachs von 198 Punkten, wiederum den zweiten Platz; sie trug damit zu dem großen Erfolg, den die sozialistischen Länder insgesamt errangen, gebührend bei. Es war trotz hochgesteckter interner Qualifikationsnormen eine vielköpfige DDR-Mannschaft, aus deren Mitte großartige Sieger hervorgingen, die das Bild dieser Spiele wesentlich mit-

Olympiasieger 1980 im Zehnkampf: der Brite Daley Thompson

prägten. Aber in dieser Mannschaft, die trotz ihrer Größe immer eine Einheit bildete, gab es nicht nur Sieger. Im Zeichen Olympias gilt die Leistung des Augenblicks, nicht die davor, nicht die danach. Und da reiften auch bei vielen erfahrenen Athleten der DDR, wie Ruth Fuchs, Rosemarie Ackermann, Wolfgang Schmidt, Gert Bonk, um nur einige zu nennen, trotz guter Vorbereitung nicht alle Träume. Setzt man jedoch die Anzahl der Starter zu den erreichten Erfolgen ins Verhältnis, so ist unschwer die große Leistungskraft dieser DDR-Olympiamannschaft zu erkennen, die in allen belegten Sportarten Punkte erkämpfte. Im folgenden können freilich nur die bemerkenswertesten oder herausragendsten Leistungen kommentiert werden.

Die ballspielenden Verbände der DDR, die in der jüngeren Vergangenheit ins olympische Geschehen eingriffen – Fußball, Handball, Volleyball –, sorgten nicht selten für ein zwiespältiges Bild im Vergleich zu den durchgängigen Erfolgen in anderen Sportarten. Es sei daran erinnert, daß die Nationalmannschaften der Männer im Volleyball und Handball 1976 bereits vor den Olympischen Spielen in der Qualifikation scheiterten. Zumindest die Handballer – später als DDR-Mannschaft des Jahres gekürt – konnten diese Misere völlig vergessen machen, als sie im Sokolniki-Palast nach vielen bangen Minuten in der Vorrunde und im Halbfinale ins Endspiel gegen die UdSSR einzogen und dann für eine kaum zu überbietende Dramatik sorgten: Unentschieden bei Halbzeit und nach der normalen Spielzeit. Der meistens führende Favorit zwang der DDR eine Verlängerung auf, die allen Spielern das Letzte an Können, Kraft und Nervenstärke abforderte. Das 23:22 für die DDR beim letzten Pfiff bedeutete überschäumende Freude der einen und verständliche momentane Enttäuschung der anderen; denn in diesem unvergeßlichen Spiel standen sich zwei ebenbürtige Klassemannschaften gegenüber. – Unsere Handballerinnen hatten hingegen im letzten Spiel gegen die UdSSR kaum eine echte Gewinnchance und mußten in einer einfachen Punktrunde am Ende den Jugoslawinnen, die ein günstigeres Trefferverhältnis aufwiesen, gar noch die Silbermedaillen überlassen.

Einen fast sensationell zu nennenden Erfolg verbuchte die junge Volleyball-Nationalmannschaft der Frauen, weil sie Weltmeister Kuba, Peru und im Halbfinale Bulgarien besiegen mußte, um im Endspiel der UdSSR noch einmal gegenüberstehen zu können. Wie selbstbewußt diese »silberne« Mannschaft spielte, beeindruckte selbst den Olympiasieger, der jedoch seine größere Ausgeglichenheit und Routine in die Waagschale warf.

Eine weitere Silbermedaille erspielte schließlich die Olympiaauswahl der DDR im Fußball, als sie im Endspiel der ČSSR 0:1 unterlag. Damit brachte sie das Kunststück fertig, bei Olympia-Wettkämpfen innerhalb von acht Jahren Bronze, Gold und Silber an ihre Fahnen zu heften. Es muß hinzugefügt werden, daß vor den Spielen in Moskau ein unsinniger Beschluß der FIFA vor allem die sozialistischen Länder Europas dazu zwang, mit nahezu neuformierten Mannschaften anzutreten.

Unsere Schwimmer, die zwischen 1973 und 1976 hervorragende sportliche Erfolge erzielt hatten, gerieten 1978 bei den Weltmeisterschaften in einen starken Strudel, der sie gewaltig abwärtszog, denn Barbara Krause war damals als einzige erfolgreich. Viele Experimente machten die DDR-Olympiamannschaft zu einer Mannschaft mit vielen Fragezeichen. Doch schwanden diese von Tag zu Tag, weil die erfahrenen Schwimmtrainer unseres Landes mit einer weitgehend neuen Generation die alten Fehler nicht wiederholten. Am Ende einer hochklassigen Konkurrenz in der wunderbaren Halle am Prospekt Mira, wo allein elf Weltrekorde gefeiert und Traumgrenzen des Schwimmsports unterboten wurden (100 m Freistil und 100 m Rücken der Frauen, 1 500 m Freistil der Männer), konnten 12 Goldmedaillen, 10 Silber- und 8 Bronzemedaillen mit nach Hause gebracht werden, die allerdings überwiegend auf das Konto der Frauen kamen.

Goldmedaille im Hochsprung für Sara Simeoni (Italien)

War in Montreal Kornelia Ender die Königin des nassen Elements, so eiferten ihr in Moskau gleich mehrere nach: Caren Metschuk (3mal Gold, einmal Silber), Barbara Krause, Rica Reinisch (3mal Gold), Ines Diers (2mal Gold, 2mal Silber, einmal Bronze). Und diese Frauen setzten neue Maßstäbe. Barbara Krause kraulte als erste Frau der Welt die 100 m unter einer Zeit von 55 s; Rica Reinisch verbesserte den legendären Weltrekord von Ulrike Richter über 100 m Rücken; Petra Schneider deklassierte mit ihrer Weltrekordleistung die gesamte Konkurrenz über 400 m Lagen; die Lagen- und die Freistilstaffel der Frauen drückten die bestehenden Weltrekorde enorm.

Schließlich lieferte der neue Europarekordler über 100 m Freistil, Jörg Woithe, den Beweis dafür, daß die Schwimmer der DDR auch noch siegen können, zumal bei den Schnellsten der Schnellen.

Wasserspringen ist immer eine Rechnung mit mehreren Unbekannten. Im Kunstspringen erwartete man Falk Hoffmann unter den Medaillengewinnern, doch blieb ihm nach einem Patzer nur Platz vier, dafür siegte er vom Turm am Ende seiner langen Laufbahn um so deutlicher. Die jungen Springerinnen der DDR, Martina Jäschke (Gold im Turmspringen), Martina Pröber (Silber im Kunstspringen) und Karin Guthke (Bronze), belegten nicht weni-

Dramatisches Handball-Finale zwischen der UdSSR und der DDR

ger als 50 % der sechs möglichen Medaillen mit Beschlag.

Die Ruder- und die Kanubesatzungen der DDR wußten bereits aus dem vorolympischen Jahr, daß sie auf dem neuen Kanal in Krylatskoje quasi in die »Höhle des Löwen« mußten, denn der starken Konkurrenz des Gastgebers würden daheim sicher Flügel wachsen. Wie berechtigt diese Annahme war, zeigt allein die Tatsache, daß bei den beiden Regatten die DDR und die UdSSR insgesamt 13mal unmittelbar Boot an Boot um den besseren Medaillenplatz stritten. Die Vorherrschaft der DDR im Rudern blieb jedoch trotz zahlreicher neuer Besatzungen unangetastet. Die Männer gaben einen Sieg ab (Einer), die Frauen zwei (Einer, Doppelzweier), aber medaillenlos blieb kein DDR-Boot. Auffallend war erneut die Stärke unserer Vierer-Dynastie.

Will man im Bild bleiben, so konnten auch die Kanuten der DDR bei der anschließenden Regatta ihre Stärke nachweisen, denn das Weltmeisterboot im K IV wurde erstmalig auch Olympiasieger, was für Rüdiger Helm, der seinen Olympiasieg von Montreal im K I auf der 1000-m-Distanz wiederholt hatte, zugleich die zweite Goldmedaille bedeutete. Am meisten freute man sich im Kreise der DDR-Trainer, daß in Moskau in drei der vier Canadier-Bootsklassen mit jungen Kräften Medaillengewinne gelangen, denn das verbreiterte die Erfolgsbasis beträchtlich. Die Kajakfahrerinnen ließen bereits in den Vorläufen keine Zweifel darüber aufkommen, daß sie den Einer- und Zweierwettbewerb über 500 m gewinnen wollten. Ihr Zeitvorsprung in beiden Fällen unterstrich ihre Überlegenheit. Insgesamt gelang dem Kanurennsport der DDR eine Steigerung gegenüber 1976 und eine Bestätigung der Erfolge bei den letzten Weltmeisterschaften.

Die Leichtathleten der DDR, die mit großen Erwartungen, aber auch mit einigen »Bauchschmerzen« nach Moskau fuhren, kamen exakt auf die gleiche Anzahl von Siegen wie vier Jahre zuvor in Montreal, sahen sich jedoch einer deutlich erstarkten Konkurrenz aus der UdSSR

gegenüber, was bereits 1978 bei den Europameisterschaften in Prag spürbar geworden war. Die in ihrer Art begeisternden »Marathonsiege« auf den Straßen Moskaus im Laufen (Cierpinski) und Gehen (Gauder), die atemberaubenden Sprünge der Gerd Wessig (Hochsprungweltrekord), Lutz Dombrowski und Brigitte Wujak (Weitsprung) sowie die verläßlichen Spitzenleistungen von Marita Koch (400 m), Evelin Jahl (Diskus), Ilona Slupianek (Kugel), der Weltrekord laufenden Sprintstaffel der Frauen und von Thomas Munkelt (110 m Hürden) verdeckten ein wenig die Tatsache, daß die DDR sowohl bei den Männern (Kugel, Diskus) als auch bei den Frauen (100 m, 4×400 m, 800 m, Hochsprung, Speer, Fünfkampf) Spitzenpositionen verloren hat. Gegenüber den

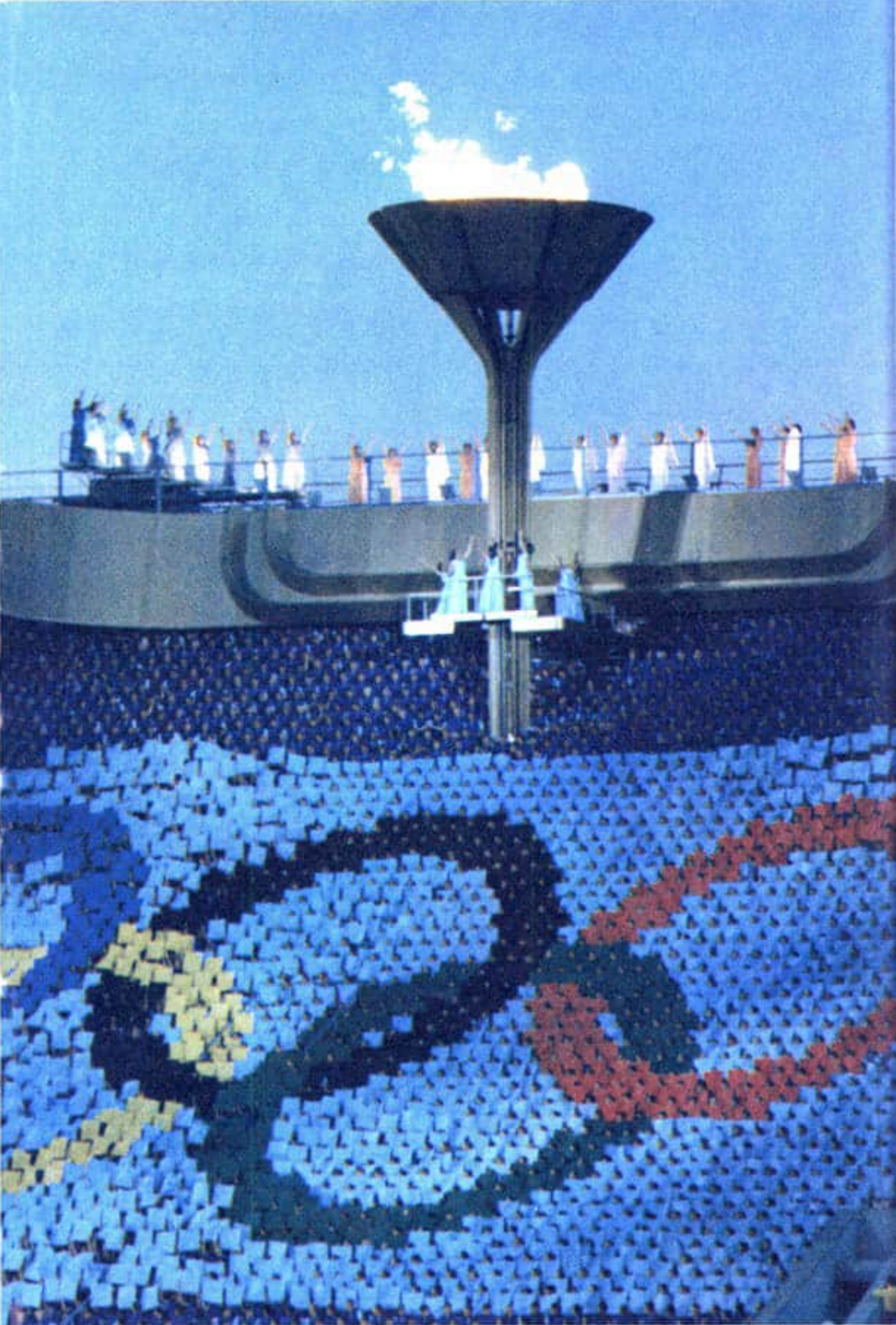
Mit Weltrekord zum Sieg im Stabhochsprung: Władysław Kozakiewicz (VR Polen)

Nach dem Marathon-Triumph in Montreal 1976 auch Olympiasieger 1980: Waldemar Cierpinski

letzten Olympischen Spielen war zwar nach Punkten eine Steigerung zu erkennen, sie hielt aber mit der sich stürmisch weiterentwickelnden Leichtathletik in der Welt nicht ganz Schritt. Die beeindruckenden Fortschritte von Volker Beck (400 m Hürden), Frank Schaffer (400 m/3.), Jürgen Straub (1500 m/2.) und Christiane Wartenberg (1500 m/2.) sowie das Wiedererstarken der nunmehr zweimaligen Olympiasiegerin über 200 m, Bärbel Wöckel, ändern an diesem Urteil nicht viel. Der zweite olympische Marathonsieg in Folge durch den Hallenser Waldemar Cierpinski hatte es übrigens den nach Millionen zählenden Sportenthusiasten unseres Landes besonders angetan, denn sie wählten ihn zum Sportler des Jahres 1980.

Die Ausgeglichenheit und Vielseitigkeit unserer Schützen in den sieben olympischen Disziplinen versetzte die vielen Zuschauer auf der wunderschönen Anlage in Mytischtschi, wo sie vier z. T. phantastische Weltrekorde, aufgestellt von vier sowjetischen und zwei DDR-Sportlern, miterlebten, nicht nur einmal in Erstaunen. Am Ende kletterten die Männer aus der DDR nicht weniger als sechsmal auf das Treppchen und nahmen Medaillen in Empfang. Gleich im ersten Wettkampf mit der Freien Pistole wiederholte der beständigste Pistolenschütze der letzten fünf(!) Olympischen Spiele, Harald Vollmar, seinen zweiten Platz von 1976. Dieser silberne Rang wurde seinen Mannschaftskameraden in den folgenden Tagen jedoch fast zum Fluch. Selbst wenn sie, wie Hellfried Heilfort (KK, 60 Schuß liegend) und Thomas Pfeffer (Laufende Scheibe), die Weltrekorde mit in die Höhe trieben, unterlagen sie im Stechen um Platz 1. Pistolenschütze Jürgen Wiefel mußte sich beim Schnellfeuerschießen dieser Nervenschlacht gleich dreimal hintereinander unterziehen und blieb doch »nur« Zweiter wie in Montreal. Trapschütze Jürgen Damme nahm mit gleicher Ringzahl wie der Zweitplazierte die Bronzemedaille in Empfang. Glück oder Unglück? Die besseren Nerven im entscheidenden Augenblick sind beim heutigen hohen Leistungsniveau und bei der Ausgegli-

Eröffnung der Olympischen Sommerspiele 1980 im Moskauer Lenin-Stadion



chenheit der zahlenmäßig immer stärkeren Konkurrenz zunehmend ein wesentlicher Faktor des vollen Erfolgs.

Erstmalig seit 1968 gingen in der olympischen Fechtarena am Leningradski Prospekt auch wieder DDR-Sportler an den Start, aber sie konnten ihrer Nerven nicht Herr werden und mußten weit von ihren Zielen abrücken. Das Tief, das sich bei unseren Ringern bereits 1976 abgezeichnet hatte, hielt auch in Moskau noch an. Dem exzellenten Jenaer Halbschwergewichtler Uwe Neupert blieb es im Freistil mit seiner Silbermedaille vorbehalten, das insgesamt unbefriedigende Resultat erträglicher zu gestalten.

Um so mehr machten im Kreise der Zweikampfsportler der DDR die Judokas und die Boxer auf sich aufmerksam. 1976 noch völlig leer ausgegangen, sorgte der erfahrene Judoka Dietmar Lorenz auf der soliden Bilanz von vier Bronzemedaillen schließlich in der offenen Kategorie gegen den schweren Franzosen Parisi doch noch für den erhofften vollen Erfolg seiner Mannschaft. Zu einer ähnlichen Leistungsbreite waren unsere Boxer fähig, denn darin kamen sie den Kubanern hinter der UdSSR am nächsten. Sechs DDR-Boxer gelangten bis ins Halbfinale und erkämpften sich in diesem hochklassigen Turnier am Prospekt Mira Bronzemedaillen. Der Federgewichtler Rudi Fink war einer der wenigen Turnierteilnehmer, dem es nach sechs Kämpfen im Finale noch gelang, den Siegeszug der kubanischen Boxer ein wenig zu stoppen. Horta mußte Rudi Fink Tribut zollen, der damit den vierten Olympiasieg seit 1956 für die DDR perfekt machte.

Als Maxi Gnauck, die 14jährige Berlinerin, 1979 in den USA Vizeweltmeisterin im Mehrkampf und Turnweltmeisterin am Stufenbarren wurde, war sie auf internationalem Parkett noch ein unbeschriebenes Blatt, konnte nervlich unbeschwert an die Geräte treten, um zu zeigen, was sie alles kann. 1980 in Moskau hatte man sofort die Scheinwerfer auf sie gerichtet; das forderte von ihr die Lösung einer weitaus schwierigeren Aufgabe. Sie bestand diese Prü-

Gold im Speerwerfen für die Kubanerin Maria Colon

„König" der langen Strecken: Muruse Yefter (Äthiopien), Doppelsieger über 5000 m und 10000 m

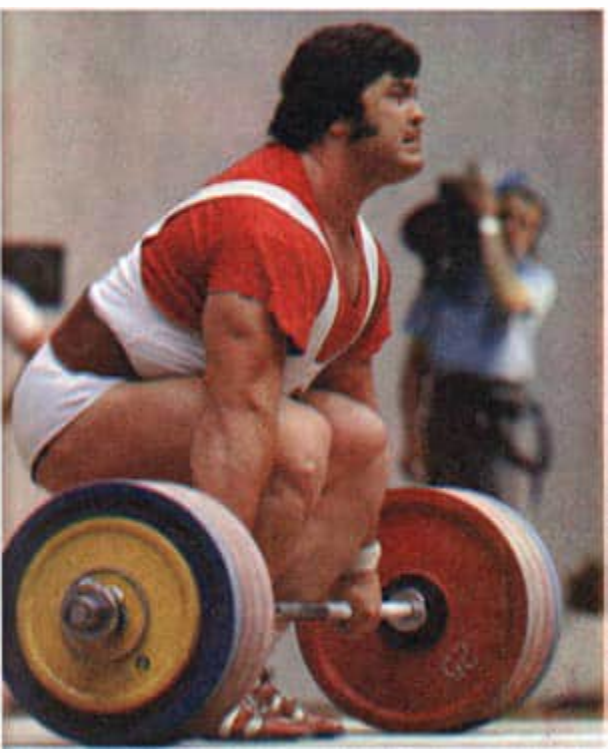
fung dennoch mit Bravour, wiederholte ihren Vorjahreserfolg in der olympischen Arena und fügte im Bodenfinale gar noch eine Bronzemedaille hinzu. Das hat ihr die große Sympathie als DDR-Sportlerin des Jahres eingebracht. Das Mannschaftsresultat hinzugerechnet (Männer 2., Frauen 3.), kam Maxis Klubkamerad Roland Brückner, der Olympiasieger am Boden und zweifache Bronzemedaillengewinner (Barren, Sprung), ebenfalls auf vier Medaillen. Da auch Michael Nikolay (3. am Seitpferd) und Steffi Kräker (2. im Sprung, 3. am Barren) im Finale mit Spitzenleistungen aufwarteten, muß man schon bis in das Jahr 1972 zurückblättern, um einen ähnlichen olympischen Turnerfolg der DDR nachlesen zu können.

Das Velodrom von Krylatskoje mit einer 333,33-m-Bahn, die eine Moskauer Architektin aus sibirischem Lärchenholz zauberte, war nach einstimmiger Meinung aller Experten eine Goldmedaille wert, noch ehe der erste der vier olympischen Bahnwettbewerbe gestartet worden war. Die Traumzeiten, die dann folgten, waren das beste Urteil für die Güte der Anlage. Ohne Zweifel nahm in der Reihe der Rekordfahrten der Sprinter und der Verfolger die Fabelzeit über 1 000 m (1:02,955 min) des Cottbuser Weltmeisters Lothar Thoms eine Sonderstellung ein, denn man hatte der alten Bestzeit (1:03,91) des Franzosen Trentin, 1968 in der Höhe von Mexiko-Stadt erzielt, nahezu ewigen Bestand vorausgesagt. Ebenso unangefochten und weltmeisterlich entschied sein Klubkamerad Lutz Heßlich den Sprint für sich, aber in den Verfolgungsjagden über 4 000 m konnten weder Harald Wolf (4.) noch die Vierermannschaft (Silbermedaille) ähnliche Spitzengeschwindigkeiten erreichen.

Auf den Straßen in und um Moskau tobte ebenfalls ein harter Kampf um Zehntel- und selbst Hundertstelsekunden. Die Vierermannschaft der DDR als amtierender Weltmeister vermochte zwar nach 100 km schwerer Fahrt auf einer hügeligen Autobahnstrecke der überragenden Gastgebermannschaft den Sieg nicht streitig zu machen, blieb ihr jedoch am nächsten

Die Bogenschützen in Aktion

Impressionen von der Wettkampfatmosphäre und der Exotik im Olympischen Dorf



auf den Fersen. Im Einzelrennen über 189 km auf dem neuangelegten, kurvengespickten 13,5-km-Karussell von Krylatskoje waren allerdings die Medaillen bereits vergeben, als das große bunte Fahrerfeld zum ersten Mal richtig erwachte. Thomas Barth war in ihm der spurtschnellste, aber das bedeutete nur Platz 4, weil ein sowjetisch-polnisches Spitzentrio längst den Schlußakkord gespielt hatte.

Zu den Sportarten der DDR, die zwar auch zu Medaillengewinnen kamen, doch insgesamt mit ihrem Abschneiden in Tallinn und Moskau nicht recht zufrieden waren, gehörten die Segler und die Gewichtheber. Auf den böigen Kursen vor der Küste Estlands gelangen zwar überhaupt nur den Brasilianern zwei Siege, aber einen hatte die DDR für sich auch erhofft. Der zweite Platz von Borowski/Swensson bei den 470er Booten blieb jedoch der einzige Medaillenrang, nachdem sich vieles besser angelassen hatte.

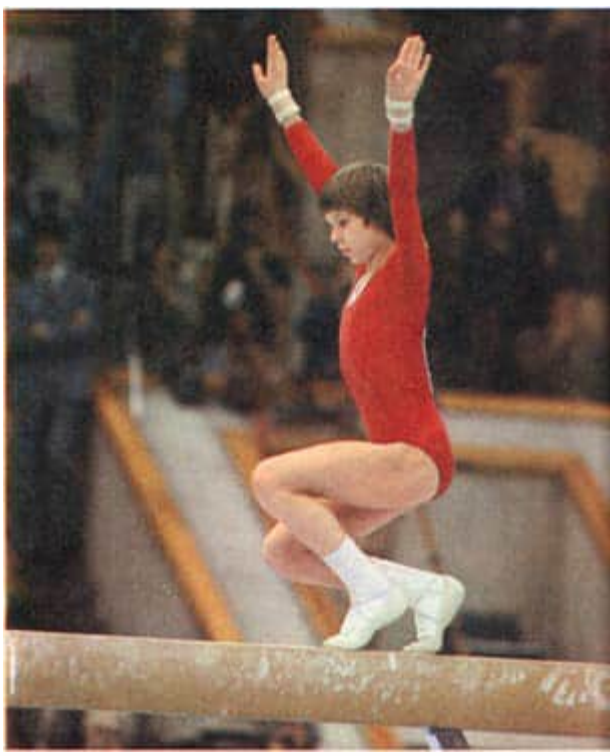
Unsere Gewichtheber wollten wieder wirksam in die Phalanx der sowjetischen und bulgarischen Heber eindringen, mußten sich am

Er gewann den Wettkampf der »superschweren« Männer: Sultan Rachmanow (UdSSR)

Oben: Überraschend stand unsere Volleyball-Mannschaft der Frauen im Endspiel gegen den Olympiasieger UdSSR

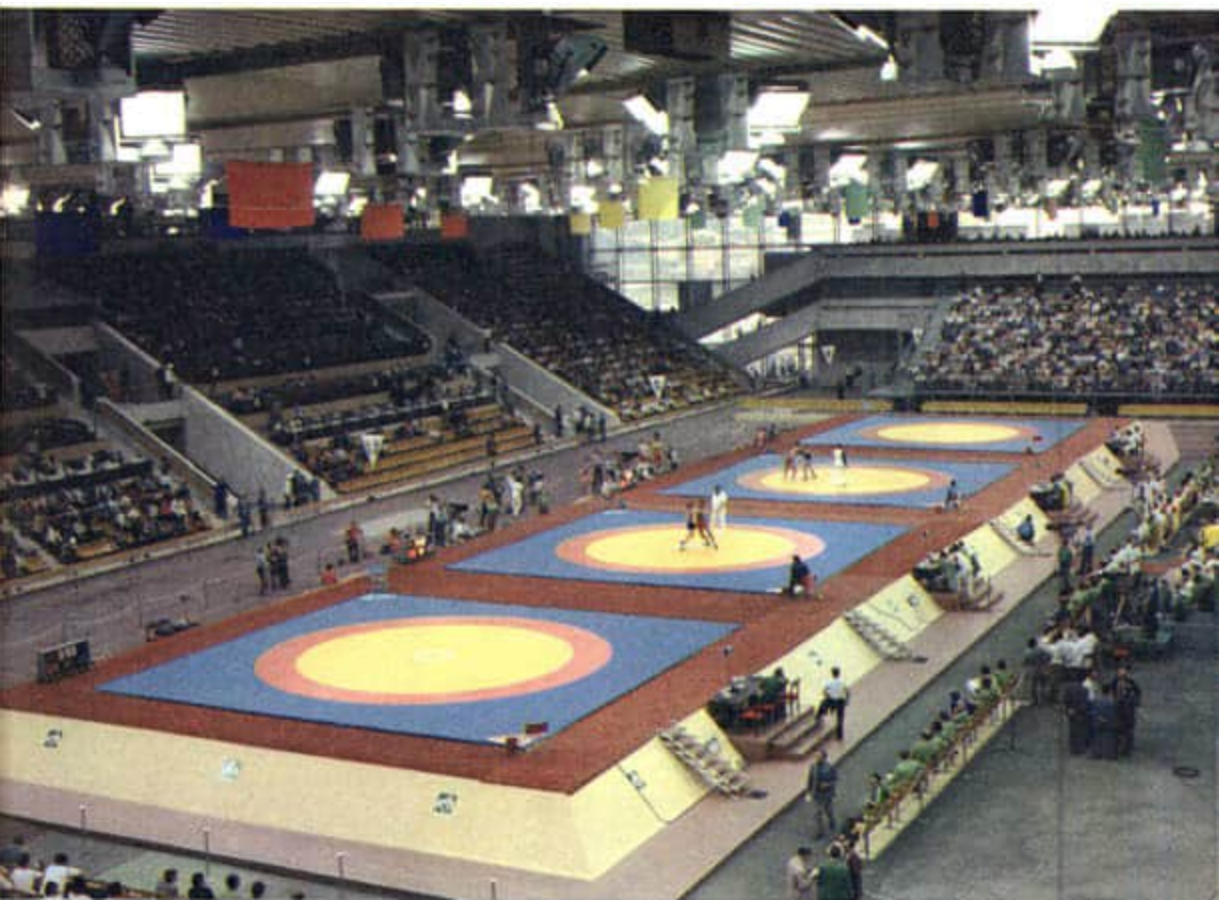
Ende aber doch sehr bescheiden, denn nur Jürgen Heuser (Superschwergewicht) und Joachim Kunz (Leichtgewicht) stießen bis auf den zweiten Rang vor, während Frank Mantek (Mittelschwer) die Bronzemedaille erhielt. Eine echte Siegchance hatte wohl niemand aus der DDR-Mannschaft in diesem Wettkampf, zumal Gerd Bonk noch kampflos aufgeben mußte. –

Die Sportjugend der Welt, die in dem Bewußtsein, die bisher schönsten und auch perfektesten Olympischen Sommerspiele der Neuzeit erlebt zu haben, Moskau wieder verließ, dachte wohl bereits mit ein wenig Wehmut an die nächsten Spiele 1984 in Los Angeles (USA). Die Organisatoren der Spiele der XXII. Olympiade konnten trotz größter Mühe nicht verhehlen, daß bereits jetzt das »Geschäft mit Olympia« den »Dienst an Olympia« verdrängt hat, wie man das auch in Lake Placid mehr als einmal erleben mußte. Angesichts dieser Tatsache wird vielleicht manch ein Besucher oder Teilnehmer in Moskau erst 1984 richtig ermessen können, was Olympische Spiele in einem sozialistischen Land für den *Sport* wert sind.



Überzeugende Leistungen im Turnwettbewerb boten Alexander Ditjatin (UdSSR – Olympiasieger im Mehrkampf und an den Ringen) und Maxi Gnauck (Gold am Stufenbarren)

Nächste Seite: Schöne und zweckmäßige Sportstätten trugen wesentlich zum Erfolg der Olympischen Sommerspiele von Moskau bei



Bereits seit etlichen Jahren zweifeln Raumfahrtexperten nicht mehr daran, daß es in Zukunft Erzeugnisse geben wird, die den Aufdruck »Made in Kosmos« – Hergestellt im Weltraum – tragen und das Angebot der mit hohem Gebrauchswert ausgestatteten Produkte beträchtlich erweitern werden. Freilich bestehen auch keine Zweifel darüber, daß die Anzahl dieser Erzeugnisse über viele Jahre, wenn nicht sogar über Jahrzehnte hinweg noch verhältnismäßig gering, ihr Preis dagegen außergewöhnlich hoch sein wird.

Im Gegensatz zu dieser Einmütigkeit gibt es auf die Frage, in wieviel Jahren die im Weltraum hergestellten Produkte für die Mehrzahl der irdischen Bevölkerung bedeutsam werden könnten, als Antwort eine Vielzahl der unterschiedlichsten Zeitangaben – aus gutem Grunde, wie wir sehen werden.

Bei den Vätern der Raumfahrt, bei Ziolkowski, Oberth, Noordung u. a., finden wir zwar in ihren Aufsätzen und Büchern eine große Anzahl von Aktivitäten, die der einmal ins Weltall gelangte Mensch dort draußen für die Erde ausführen könnte. So erwähnen sie neben vielen anderen Tätigkeiten das Überwachen und Beobachten des Wetters, sonstiger Naturerscheinungen sowie des Verkehrs, und sie sprechen von gewaltigen Spiegeln zur Erwärmung und Beleuchtung irdischer Gebiete. Daß aber im Weltall in Fabriken, vielleicht sogar in großen kosmischen Industrieanlagen massenweise Produkte hergestellt werden könnten, erschien diesen keineswegs pessimistisch eingestellten Theoretikern der Raumfahrt doch wohl zu unrealistisch. Man sucht deshalb solche Angaben bei ihnen vergeblich.

Das Phantastische derartiger Vorhaben wurde in der Tat auch erst in dem Maße abgebaut, wie es der Wissenschaft gelang, neue Erkenntnisse über den die Erde umgebenden Weltraum zu gewinnen, und wie die Technik die notwendigen Hilfsmittel bereitzustellen vermochte, mit denen der Mensch in den Weltraum gelangen

MADE IN KOSMOS

Klaus Marquart

konnte. Doch unabhängig davon, wann der eine oder andere Produktions- oder Fertigungsprozeß im Kosmos beginnen wird, sollte zunächst eine Frage beantwortet werden, die zum Verständnis der gesamten Problematik beiträgt: Welche Ursachen bedingen eigentlich die hohen Erwartungen, die die Industrie, aber auch Wissenschaft und Technik an Tätigkeiten des Menschen im – vorerst noch – erdnahen Weltraum knüpfen?

Entscheidend ist vor allem, daß im Weltall Bedingungen herrschen, die sich auf der Erde oder in deren Lufthülle gar nicht oder nur mit einem unvertretbar großen Aufwand herstellen lassen. Nur im Weltraum findet man ein hohes Vakuum beliebig großen Volumens,

findet man Temperaturen, die dem absoluten Nullpunkt nahe kommen, existieren eine sterile Umwelt und eine permanente Schwerelosigkeit, stehen Strahlungen hoher Intensität und der große natürliche Energievorrat der Sonne unbegrenzt zur Verfügung. Ausschließlich im Weltraum vermag man gewaltige Mengen Abfälle, selbst nuklearen Ursprungs, wenn sie in verantwortungsvoller Weise behandelt werden, unterzubringen.

Seit den ersten Schweißarbeiten Waleri Kubassows 1969 in Sojus 6 über die US-Astronauten, die während ihrer drei Skylab-Missionen 1973 Dutzende von Experimenten unter Ausnutzung der genannten Weltraumbedingungen durchführten, bis zu den halbjährigen Flügen der sowjetischen Kosmonauten, die dank diesen Langzeitaufenthalten im Weltraum und einem effektiven Zubringerverkehr zu ihren Raumstationen bereits auf eine jahrelange Weltraumpraxis verweisen können, festigte sich mehr und mehr die Ansicht, daß der erdnahe Weltraum für eine Produktion zum Nutzen der Menschheit sinnvoll genutzt werden kann.

Die gegenwärtig vorliegenden Erfahrungen lassen auf dem Gebiet der Werkstofforschung und der Fertigung bzw. Produktion bestimmter Materialien folgende Aussagen zu:

- Im Weltraum bietet sich die Möglichkeit zur Herstellung völlig neuartiger Produkte.
- Im Weltraum erlangen bekannte Werkstoffe gänzlich neue Eigenschaften.
- Durch die ungestörte und leicht zu kontrollierende kosmische Umwelt können die Mehrzahl der Werkstoffeigenschaften genau vorherbestimmt und ein extrem hoher Gütegrad erreicht werden.
- Aus den neuen Herstellungsprozessen lassen sich Erkenntnisse gewinnen, die den auf der Erde angewandten Verfahren zugute kommen werden.

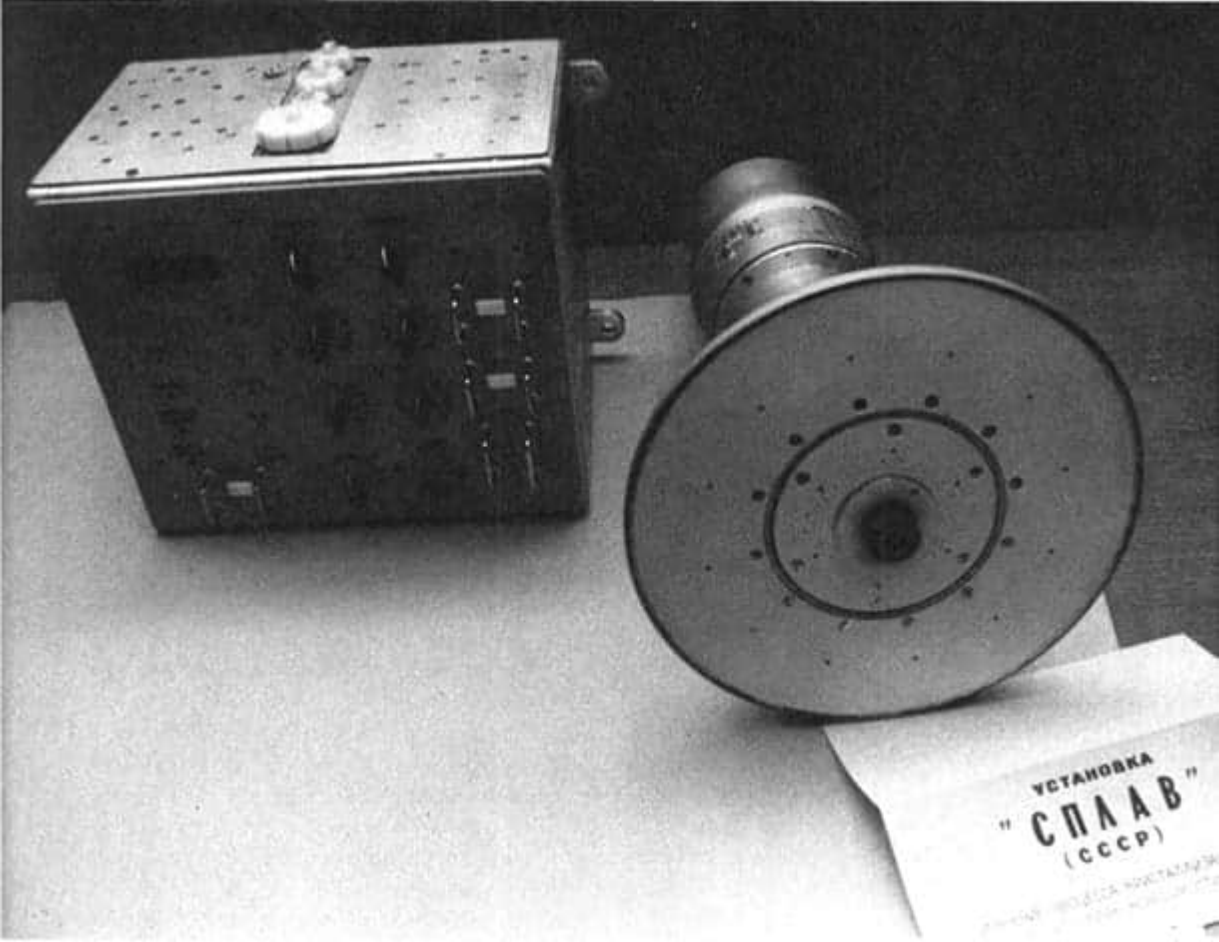
Darüber hinaus beschäftigen die Herstellung chemischer und pharmazeutischer Produkte sowie die Erzeugung von Energie die Fachleute außerordentlich stark.

Die Qualität eines Metalls oder einer Legierung ist erfahrungsgemäß in hohem Maße von deren Reinheit abhängig. Auf der Erde wird diese jedoch durch Verunreinigungen beeinträchtigt, die während des Schmelzvorganges erfolgen. Sie entstammen dem für die Erhitzung notwendigen Brennstoff, der umgebenden Luft und dem Tiegelmaterial. In der Schwerelosigkeit und im Vakuum des Weltraumes hingegen entfallen alle drei Verunreinigungsfaktoren. Jeder Stoff läßt sich behälterlos verflüssigen. Schmelzen können durch Magnetfelder beliebig in der Schwebe gehalten, in Rotation versetzt oder in eine andere Bewegung gebracht werden.

Ein Weltraumwerkstoff, der zwar noch nicht existiert, über den aber bereits viel gesprochen wird, ist der sogenannte Schaumstahl, der aus Stahl und Helium gewonnen werden kann. Auf der Erde läßt sich Schaummaterial bestenfalls aus Kunststoffen herstellen, so etwa Schaumgummi durch das Einblasen von Luft. Dieser Vorgang ist jedoch bei Metallen nicht möglich, weil das Gas, das in das dünnflüssige Material eingebracht wird, leichter ist und sofort nach oben entweicht. In der Schwerelosigkeit dagegen bildet das geschmolzene Metall Tröpfchen, die sich mit den Gasblasen mühelos vermischen. Dadurch entsteht dann bei der Abkühlung ein völlig neuartiger, poröser und schwammartiger Stoff, der leicht wie Kork, aber hart wie Stahl ist. Schaumaluminium, Schaumglas und Schaumkeramik kommen auf ähnliche Weise zustande.

Ebenfalls für eine spätere Produktion im Weltraum sind Kompositwerkstoffe vorgesehen. Darunter versteht man Materialien, die sich aus normalerweise nicht legierbaren Komponenten zusammensetzen. Sie werden vor allem in der Luft- und Raumfahrt und in der Reaktortechnik benötigt. Ein Beispiel dafür sind faserverstärkte Kunststoffe. Die Fasern werden aus der Schmelze des entsprechenden Werkstoffes gewonnen. Daher ist beispielsweise die Herstellung von Borfasern – Bor hat einen Schmelzpunkt von 2080 °C – außerordentlich teuer, zumal darüber hinaus noch besonders hitze-

In der sowjetischen Orbitalstation Salut 6: die zweite Stammbesatzung, Wladimir Kowaljonok und Alexander Iwantschenkow, mit »ihrem« Interkosmonauten Sigmund Jähn



beständige Tiegelwerkstoffe und Stützmaterialien aus Wolfram verwendet werden müssen. In der Schwerelosigkeit kann die Borschmelze tiegellos hergestellt werden, wobei Fasern extrem hohen Reinheitsgrades mit Zugfestigkeiten von etwa 800 kp/mm² entstehen. Im Gravitationsfeld der Erde lassen sich solche Kompositwerkstoffe nur schwierig produzieren, da die Unterschiede im Schmelzpunkt und in der Dichte ein Vermischen fast unmöglich machen. Deshalb stellen gegenwärtig Zugfestigkeiten von etwa 280 kp/mm² bereits internationale Spitze dar.

Bei einer Aufzählung weiterer Aktivitäten im Weltraum dürfen die Vorhaben nicht unerwähnt bleiben, die eine Fertigung von Industriediamanten bei Drücken von einer Atmosphäre ($1{,}01 \cdot 10^5$ Pa) – im Gegensatz zu heute noch üblichen Verfahren in irdischen Labors mit 70000 Atmosphären ($\sim 7 \cdot 10^9$ Pa) – vorsehen. Wichtigste Voraussetzung dafür, daß sich aus dem über einen Diamanten als Kristallisationskern streichenden Methan von 1300 °C eine Vergrößerung des Diamanten ergibt, ist eine absolut reine Oberfläche des Ausgangsmaterials. Sie kann in irdischen Produktionsstätten nur angenähert durch Ionenbeschuß erzielt werden. In einer Weltraumwerkstatt aber könnte eine absolut reine Oberfläche mit Hilfe der natürlichen Strahlung des Weltraumes zustande kommen, wodurch eine wesentlich billigere Fertigung von Industriediamanten möglich wäre.

Die ständig wachsende Elektronikindustrie ist heute zum größten Abnehmer der verschiedensten Arten von Kristallen geworden, deren

Die Simulatoren der beiden an Bord von Salut 6 installierten Experimentalschmelzöfen »Splaw« (oben) und »Kristall« (rechts)

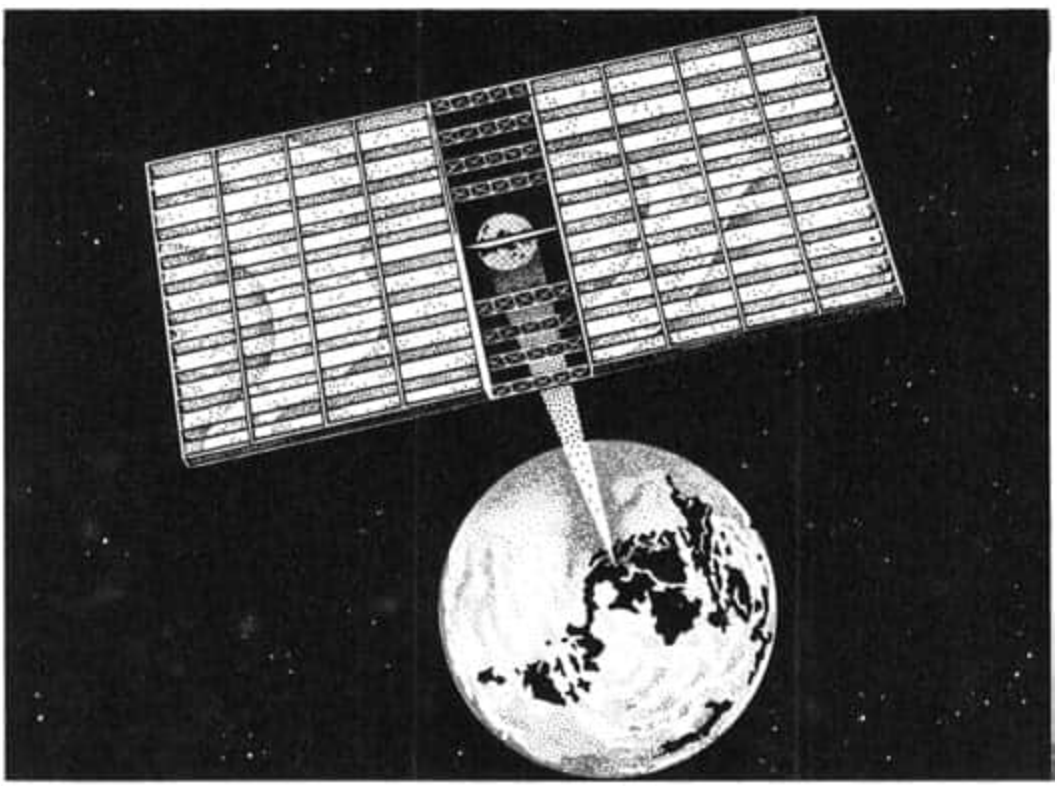
Verkaufspreise gegenwärtig zwischen 50000 und 500000 Mark je Kilopond liegen. Fortschritte in diesem Industriezweig hängen daher maßgeblich von der Herstellung großer Kristalle aus bisher nicht dafür verwendeten Materialien ab.

Die Besonderheit der kosmischen Kristallzüchtung besteht darin, daß die gravitationsbedingten Konvektionsprozesse, also die Molekülströmung, stark herabgesetzt sind und die Sedimentation, die infolge der unterschiedlichen Dichte der Komponenten eines komplizierten Werkstoffes unter irdischen Bedingungen auftritt, vermieden werden kann. So liefen während des gemeinsamen sowjetisch-vietnamesischen Weltraumfluges im Juli 1980 die Versuche zur Züchtung von Halbleiterkristallen mit Hilfe des Schmelzofens »Kristall« recht erfolgreich ab. Die Untersuchungssubstanzen der materialwissenschaftlichen Experimente waren halbleitende Mischkristalle aus Wismut/Antimon/Tellur. Solche Kristalle bilden die Grundlage für thermoelektrische Bauelemente und sind für Kühlelemente und Thermogeneratoren von anwendungstechnischem Interesse. Sie sind aber wegen ihrer Kristallstruktur und ihrer chemischen Bindungsverhältnisse gleichzeitig ein überaus wichtiger Gegenstand für die Grundlagenforschung.

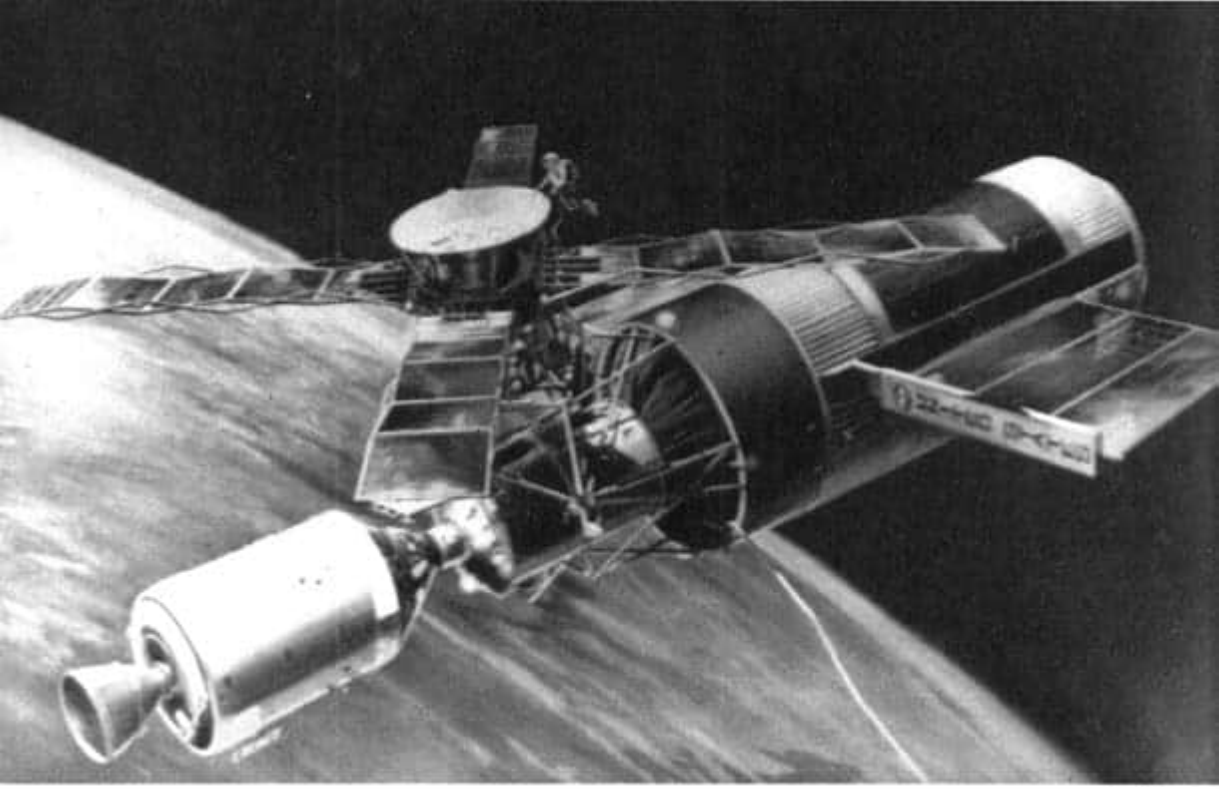
Der Präzisionsgerätebau fordert schon seit einiger Zeit immer mehr den Einsatz optischer Systeme mit außergewöhnlichen Eigenschaften. Diese Eigenschaften können oft nur durch kompliziert zusammengesetzte Gläser realisiert werden, deren praktische Herstellung auf der Erde mit hohem technologischem Aufwand

und mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Ursache dafür ist auch hierbei das unterschiedliche Verhalten der verschiedenen Glasbestandteile beim Erschmelzen derartiger Gemische. Die Folge davon sind sehr häufig Inhomogenitäten, die eine Verwendung dieser Gläser ausschließen. Die ersten Weltraumerfahrungen liegen jedoch bereits vor, denn das Schmelzen und Erstarren eines kompliziert zusammengesetzten Glases in der Apparatur »Splaw 01« wurden schon viele Male von den Besatzungen der Station Salut 6, darunter auch von unserem Kosmonauten Sigmund Jähn, während ihrer Flüge beobachtet. Allerdings war es erforderlich, daß die Herstellung des genannten Produktes außerhalb der Station vor sich ging. Mit Sicherheit werden hochwertige Gläser mit sehr geringer Streuung und einem hohen Brechungsindex mit als erste Produkte die Aufschrift »Made in Kosmos« tragen.

Für die Arzneimittel- und Arzneipflanzenindustrie bieten sowohl die sterile Umgebung im Weltraum als auch die Schwerelosigkeit bemerkenswerte Vorteile. Auf der Erdoberfläche lagern schätzungsweise 85 % der Energie einer Pflanze im Stamm oder im Stengel und nur 15 % in den Blättern und Blüten, aus denen zumeist die Medikamente gewonnen werden. Um unter anderem festzustellen, ob im Weltraum diese Verhältnisse eventuell umgekehrt sein könnten, besitzen biologische Experimente einen nicht unwesentlichen Anteil an den bisherigen wissenschaftlichen Arbeiten im Kosmos. Erwähnt sei am Schluß dieser Aufzählung, daß Wissenschaftler auch die Produktion von Impfstoffen in Raumstationen vorgeschlagen haben. Für alle Teilprozesse würden die Weltraumbedingungen produktionsfördernd genutzt werden können: Die Bakterienkulturen vermehren sich in der Schwerelosigkeit weitaus schneller



Idee eines Sonnen-(Solarzellen-)kraftwerkes auf einer geostationären Erdumlaufbahn



als auf der Erdoberfläche, der Trennprozeß durch Schleudern und eine Elektrophorese verlaufen in schwerkraftfreien Räumen effektiver, die Kältetrocknung kann im Weltall ohne Energieaufwand durchgeführt werden, und die Sterilisation erfolgt unter Ausnutzung der intensiven ultravioletten Strahlung.

Spätestens an dieser Stelle muß jedoch auch gesagt werden, daß die durchgeführten Experimente und bisher beobachteten Ergebnisse gezeigt haben, daß nicht wenige der hier genannten und im wesentlichen optimistisch stimmenden Produktions- und Fertigungsprozesse unter anderen Bedingungen, etwa bei einer Großproduktion, anders als erwartet verlaufen können und daher Überraschungen nicht auszuschließen sind. So nahm man z. B. an, daß in der Schwerelosigkeit gegossene Kugeln für Kugellager eine ideale Form und daher einen wesentlich höheren Gebrauchswert besitzen müßten als die unter irdischen Bedingungen produzierten. Optimisten sahen deshalb bereits Kugellagerfabriken größten Ausmaßes im Weltraum. Entsprechende Versuche zeigten jedoch später, daß beträchtliche Verzerrungen im Metall auftraten, sobald die Schmelze außerhalb des Massezentrums des betreffenden Raumflugkörpers zum Erstarren kam, und dadurch von der Qualität her schlechtere Produkte als auf der Erdoberfläche entstanden waren.

Als Synonym aller auf diesem Gebiet im Weltraum möglichen Aktivitäten wird seit einiger Zeit der Begriff »Kosmisierung der Produktion« verwandt. Verständlicherweise läßt er einerseits viele Hoffnungen entstehen und regt die Phantasie an. Andererseits weckt dieser Begriff aber auch Illusionen, denen man mit sachlichen Argumenten möglichst frühzeitig jede Grundlage nehmen sollte.

Ein charakteristisches Beispiel für unrealistische Vorstellungen scheint das »Fleisch aus kosmischen Viehställen« zu sein. Ein Entwurf westlicher Experten sieht hierzu den Bau von Weltraumställen vor, in denen Haustiere aufgezogen werden, die aufgrund fehlender Schwerkraft kaum noch Knochen, dafür aber aus-

Modellzeichnung des US-amerikanischen Weltraumlabors »Skylab«, in dem Werkstoffversuche durchgeführt worden sind (links im Bild ein angekoppeltes Apollo-Raumschiff)

reichend Fleisch besitzen sollen. Gewiß wären derartige Tierfabriken erst möglich, wenn in der Erdumlaufbahn genügend Futtermittel für die Tiere zur Verfügung stünden, also riesige Treibhausanlagen vorhanden wären. Doch selbst dann, so deuten die bisherigen Erfahrungen an, trieben die erforderlichen Transportmittel den Preis eines Kilogramms im Weltraum produzierten Fleisches in astronomische Höhen. Allerdings – um beim Thema Tierzucht zu bleiben – könnten in der Schwerelosigkeit die X- von den Y-Chromosomen getrennt werden, die im Samen über Eigenschaften des zu zeugenden Lebewesens entscheiden. Damit könnte es eventuell später möglich sein, in Weltraumstationen tatsächlich Grundlagen für eine milch- oder fleischintensive Tierzucht *auf der Erde* zu legen!

Daß im Weltraum Kraftwerksanlagen, die den ständig steigenden Energiebedarf der Erdbevölkerung decken helfen und dabei die irdische Umwelt entlasten sollen, wünschenswert sind, braucht sicher nicht besonders betont zu werden. Schon seit Jahren existieren Dutzende realer Vorschläge und brauchbarer Studien, die auch längst ihren Platz in der Fachpresse gefunden haben. Nach diesen Plänen befinden sich die vorgesehenen Sonnenkraftwerke zumeist auf einer geostationären, d. h. mit der Erdrotation gleichlaufenden Umlaufbahn. Diese liegt bekanntlich 36000 km über dem Äquator, wobei die Rotationszeit der Erde und die Umlaufbahn des Sonnenkraftwerkes übereinstimmen und dieses ständig über dem gleichen Punkt der Erde zu stehen käme.

Eines der Projekte reiht beispielsweise vier gewaltige Hohlspiegel von je 6 km Durchmesser mit einer Gesamtmasse von 100000 t aneinander. Andere Pläne sehen vor, die Sonnenenergie direkt in Elektrizität umzuwandeln. Die dabei notwendige Auffangfläche, bestückt mit Solarzellen, wird bei einer zu erwartenden Leistung von 100000 MW mit 190 km² angegeben. Für die Übertragung der Energie aus dem Kosmos mit Hilfe der Mikrowellen wären auf dem Satelliten eine Antenne mit einem Durchmesser von 1 km und einer Masse von 6000 t, auf der Erde eine Antenne mit einem Durchmesser von 10 km notwendig. Allerdings seien hierbei, so schränken die Projektanten ein, noch sehr schwerwiegende wissenschaftliche Fragen zu beantworten und noch überaus viele komplizierte technologische Probleme zu lösen. So seien z. B. sichere Verfahren einer exakten Bündelung der energiereichen Mikrowellenstrahlung zur Zeit noch nicht vorhanden, aber dringend erforderlich. Wie sich diese Art von Strahlung darüber hinaus auf Menschen, Tiere und Pflanzen auswirken könnte, ist ebenfalls noch unbekannt.

Verständlicherweise ist es im Rahmen dieses Beitrages nicht möglich, weitere oder sogar alle bis heute bekannt gewordenen Vorschläge für eine Produktion im Kosmos aufzuzählen. Auf manche für möglich gehaltene Weltraumtechnologie ist hier, obwohl sie Raumfahrtbücher schon seit längerer Zeit erwähnen, nicht eingegangen worden. Die ersten Ergebnisse allerdings – das kann nach vielen erfolgreichen Versuchen im Weltraum ohne Zögern ausgesprochen werden – stimmen, wie bereits gesagt, optimistisch. Sie sollten jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß für den *Beginn* einer Produktion auf den hier genannten Gebieten von Experten die Jahre zwischen 1985 und 2030 angegeben werden.

Das Problem richtig erkannt, die Vor- und Nachteile gegeneinander abgewogen und auch die ökonomische Seite real eingeschätzt hat nach Meinung vieler Raumfahrtexperten der kürzlich verstorbene ehemalige Vorsitzende des Interkosmosrates, Prof. Boris Petrow. Er sagte während einer Pressekonferenz: »Sollten alle optimistischen Prognosen auf dem Gebiet einer Produktion im Kosmos zutreffen und sich die eingeschlagenen Wege als richtig erweisen« – man beachte die sehr vorsichtige Formulierung –, »so rechnet man Ende der neunziger Jahre in der UdSSR mit einem Nutzen von 1 Milliarde Rubel pro Jahr«.

Horst Bibergeil

Manfred Buhr

Eberhard Hofmann

Wissenschaft heute und morgen

*

Experten geben Auskunft

Adolf Kossakowski

Lothar Kolditz

Frieder Kuhnert

Karl Rambusch

Stanley E. Strauzenberg

Prof. Dr. sc. nat. Lothar Kolditz
Direktor des Zentralinstituts für anorganische Chemie der Akademie der Wissenschaften der DDR

Die Frage nach den bedeutendsten wissenschaftlichen Leistungen und Erkenntnisfortschritten der jüngsten Zeit und nach den zu erwartenden fundamentalen neuen Ergebnissen ist wohl kaum generell zu beantworten; denn ein Abwägen der Leistungen verschiedenster Gebiete muß wegen des Fehlens exakter Vergleichsmaßstäbe noch mehr subjektiven Faktoren unterliegen, als es in bezug auf ein Gebiet ohnehin schon der Fall ist. Ich bin Vertreter der anorganischen Chemie und verstehe die Frage bezogen auf mein Fachgebiet. Der wesentliche spektakuläre Erkenntnisfortschritt besteht hier in der Entdeckung, daß Edelgase entgegen früherer Überzeugung doch normale chemische Verbindungen bilden können (N. Bartlett 1962). Gezündet durch diese Entdeckung, entwickelte sich in kürzester Zeit die Edelgaschemie, so daß wir heute sagen können, daß über die Edelgasverbindungen mehr bekannt ist als über manche »althergebrachte« Verbindungsklasse. Aber auch der Nachweis, daß molekularer Stickstoff in Koordinationsverbindungen festgelegt werden kann, sowie die Folgereaktionen solcher Stickstoffkomplexe gehören zu den Entdeckungen, die Aufsehen erregten und die Erkenntnis über chemische Bindung und Reaktionsgeschehen wesentlich vorangetrieben haben. Diesen Entdeckungen gebührt gewiß der Ruhm, zu den bedeutendsten wissenschaftlichen Leistungen der jüngsten Zeit zu gehören. Man darf aber auch nicht verkennen, daß auf dem Gesamtgebiet der anorganischen Chemie einschließlich der Untersuchungen zwischen Struktur und Eigenschaften fester Körper ungezählte Entdeckungen gemacht wurden, die in ihrer Summe gewiß den spektakulären Entdeckungen im Erkenntnisfortschritt Konkurrenz machen. Es sind dadurch Grundlagen geschaffen zur Formulierung allgemeiner und deshalb wesentlicher Beziehungen, die an das Fundamentale heranreichen dürften.

Unsere gesamte Zivilisation, unsere Lebensgewohnheiten sind in breiten Bereichen durch die Chemie bestimmt, wie man leicht erkennt, wenn nur einmal Metalle, Legierungen, Kunststoffe, synthetische Fasern (Bekleidung), Baustoffe, Medikamente usw. aus unserem Leben weggedacht werden. Ohne die Hilfsstoffe der Chemie für die Landwirtschaft würden katastrophale Ernährungskrisen eintreten. Alle diese Verbindungen sind nur auf der Basis von geeigneten Rohstoffen und von Energie zu erzeugen.

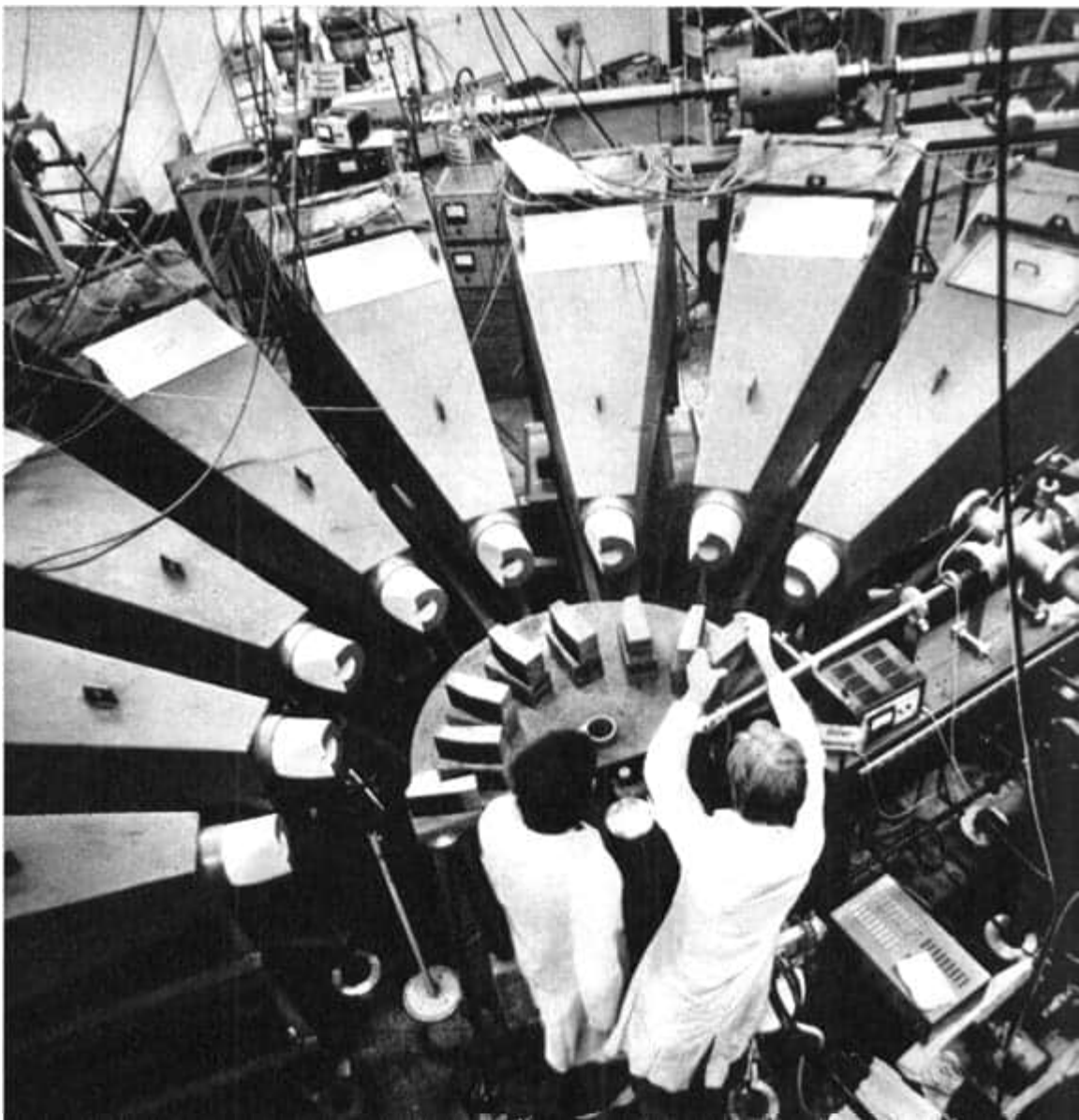
Hauptsächlicher Forschungsgegenstand der anorganischen Chemie ist die Verarbeitung fester mineralischer Rohstoffe. Da sich die zugänglichen Rohstoffe in ihrer Zusammensetzung mehr und mehr von den klassischen unterscheiden, müssen Verfahren zu deren Einsatz entwickelt werden. Dies geht schließlich bis zur Verarbeitung von Urgesteinen, in denen große Vorräte wichtiger Elemente zur Verfügung stehen, allerdings nach bisherigen Kenntnissen in einer auf ökonomischem Wege schwer gewinnbaren Form. Da es sich um feste Stoffe handelt, wird bei der Bearbeitung die Festkörperchemie vorrangige Bedeutung haben. Sie muß weiter entwickelt werden, und auf diesem Gebiet sind die Entdeckungen zu erwarten, die sich schließlich für die Aufrechterhaltung unserer Zivilisation als ausschlaggebend erweisen werden. Es kann dabei auch so sein, daß Entdeckungen gemacht und zunächst gar nicht voll in ihrer Bedeutung eingeschätzt werden. Aber alle Ergebnisse, die dazu beitragen, unsere Kenntnis von der Reaktivität der festen Stoffe wesentlich zu erweitern, die darüber hinaus allgemeingültige Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften herstellen, gehören in diese Kategorie. Damit soll allerdings nicht gesagt werden, daß sich die gesamte anorganische Chemie zur Festkörperchemie entwickelt. Deren Bedeutung nimmt vielmehr zu, weil kompliziertere Feststoffgemische als Rohstoffe verarbeitet werden müs-

Im Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf: Am Zyklotron konnte die praktische Nutzanwendung der beschleunigten Teilchen wesentlich erweitert werden

sen. Die Entwicklung dieser Phase der anorganischen Chemie wird keine kurzfristige Epoche sein, sondern weit über das Jahr 2000 hinaus anhalten. Die Erfolge werden sich u. U. auch weniger spektakulär darstellen und schließlich in der Aneinanderreihung und Kopplung von Erkenntnisschritten wirksam werden. Auffälliger als Einzelentdeckungen werden diejenigen Ergebnisse der Festkörperchemie sein, die zu Verbindungen führen, deren Einsatz in der Energiewandlung und Energieerzeugung, wie etwa in Brennstoffzellen und Feststoffbatterien, besteht. Solche Entdeckungen können z. B. zur Revolutionierung der Autoproduktion führen, indem sie den Motor, der Kohlenwasserstoff verbraucht, abzulösen gestatten.

Prof. Karl Rambusch
Wissenschaftlicher Mitarbeiter im VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau

Bei der Beantwortung der hier gestellten Frage könnte man darauf verweisen, daß hohe internationale wie nationale Auszeichnungen und Anerkennungen für wissenschaftliche Leistungen eine einfache und kurze Stellungnahme ermöglichen. Aber schon ein kurzer Überblick läßt erkennen, welche Fülle von gleichberechtigten Antworten denkbar ist. Ich will mich daher auf ein Forschungsgebiet beschränken, das in der Vergangenheit schon eminent wichtig war und nach meiner Meinung in der Zukunft noch an Bedeutung gewinnen wird. Ich meine



den großen Bereich der Energiegewinnung und Energieverwendung und möchte hier besonders die Nutzung der Kernenergie herausgreifen.

In den letzten Jahren mehrten sich die Erkenntnisse über eine umfassende Anwendung der Kernenergie und über die Möglichkeiten der weitgehenden Ablösung der bisherigen Energieträger, wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Diese organischen oder fossilen Energieträger müssen künftig voll der Stoffwirtschaft zur Verfügung stehen. Die Kernenergetik mit den ausgereiften thermischen Reaktoren, den ausreichend erprobten und vor dem industriellen Einsatz stehenden Brut- und Hochtemperaturreaktoren sowie die sich rasch entwickelnde Kernfusion bilden für die Zukunft die reale Möglichkeit, die bisherigen Primärenergieträger abzulösen und eine für viele hundert Jahre wirksame Energiewirtschaft aufzubauen, die in der Lage ist, die Energiebedürfnisse der Menschen voll zu decken. Die notwendige schnelle industrielle und landwirtschaftliche Entwicklung von Ländern, in denen etwa $^2/_3$ der Weltbevölkerung leben, ist offensichtlich nur über den breiten Einsatz der Kernenergie möglich.

Eine große wissenschaftliche und technische Leistung stellt die im Prinzip abgeschlossene Entwicklung der thermischen Reaktoren dar, insbesondere des Druckwasserreaktors mit Leistungen von über 1 000 MW. Sicher werden in der Zukunft auch Reaktoren entstehen, die noch größere Leistungen erbringen können. Alle Einschätzungen über die Entwicklung der Brut- und Hochtemperaturreaktoren besagen, daß diese gegen Ende des Jahrhunderts industriell eingesetzt werden. Namentlich durch die Brutreaktoren werden der Kernbrennstoff Uran und Plutonium für die Kernenergetik des folgenden Zeitabschnittes in ausreichendem Umfange zur Verfügung stehen. Die wissenschaftlichen und besonders die technischen und technologischen Aufgaben und Forderungen sind eindeutig erkannt und auch in dem angegebenen Zeitraum lösbar, so daß alle Voraussetzungen für den Einsatz der Brutreaktoren gegeben sind. Die Hochtemperaturreaktoren werden sich als Lieferanten von hochenergetischer Prozeßwärme (etwa 1 000 °C) einen ausgewiesenen Platz in der kommenden chemischen Technologie sichern und z. B. über die Methan- und Wasserstoffgewinnung lagerfähige Energieträger zur Verfügung stellen.

Da erforscht ist, unter welchen Bedingungen und physikalischen Zuständen die Kernfusion abläuft, und jetzt die wissenschaftlich-technischen Aufgaben für eine gezielte Grundlagen- und angewandte Forschung formuliert werden können, ist anzunehmen, daß man in einigen Jahren an die Konstruktion und den Bau der ersten Versuchsreaktoren gehen kann. Sicher werden auch diese noch nicht die endgültigen Energielieferanten sein. Man erwartet, daß ausgereifte und erprobte Kernfusionsreaktoren in etwa 50 Jahren zu Verfügung stehen.

Gerade in den letzten Jahren hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß sich die genannten Reaktoren in der Zukunft gegenseitig ergänzen werden und daß dadurch jeder Reaktor einen bestimmten Platz in der kommenden Energiewirtschaft einnehmen wird. Diese Erkenntnis hat dazu geführt, daß die erforderlichen wissenschaftlichen und technischen Arbeiten für den erweiterten Brennstoffzyklus, für die Sicherheitsanforderungen und den Umweltschutz sowie für spezifische Technologien zur Abfalldeponie und -beseitigung in Angriff genommen wurden. Ich schätze daher die in den letzten Jahren gewonnene Erkenntnis und die Schaffung der realen Voraussetzung dafür, daß die Kernenergie die organischen Primärenergieträger in der Zukunft weitgehend ersetzen kann, als eine der bedeutendsten wissenschaftlichen Leistungen ein. Wohl selten konnte in der bisherigen Menschheitsgeschichte bezüglich der logischen und überschaubaren Entwicklungsschritte eine so begründete Aussage gemacht werden.

Zum Schluß sei nachdrücklich betont, daß insbesondere die volle Nutzung der Kernenergie Abrüstung und Frieden verlangen. Weltweite Forschungen und Entwicklungen im Bereich der Mathematik, Physik, Chemie, Werk-

Montage numerischer Steuerungen für Werkzeugmaschinen im VEB Numerik Karl-Marx-Stadt

stoffkunde und in vielen technischen Wissenschaften mußten genutzt werden, um die dargelegten Fortschritte zu ermöglichen.

*

Prof. Dr. rer. nat. habil. Frieder Kuhnert
Prorektor für Naturwissenschaft und Technik an der Technischen Hochschule Karl-Marx-Stadt

Wir leben in einer Zeit eines außergewöhnlich hohen Tempos der Entwicklung von Wissenschaft und Technik, die fast täglich neue interessante und auch überraschende Ergebnisse auf unterschiedlichen Gebieten hervorbringt. Es ist einem einzelnen schon lange nicht mehr möglich, in aller Breite das Wesen der neuen Forschungsergebnisse zu erfassen oder gar zu verarbeiten. Das gelingt jedem Wissenschaftler im Prinzip nur auf einigen engen Teilgebieten einer Wissenschaftsdisziplin; bei der Einschätzung der Leistungen aller anderen Gebiete muß man sich auf die »populäre« Wertung der dafür kompetenten Fachleute stützen.

Aus meiner Sicht würde ich es zu den größten wissenschaftlichen Leistungen zählen, die Voraussetzungen für eine breite technologische Nutzung der modernen Halbleitertechnik zu schaffen, eines Gebietes, das man allgemein als Anwendung der Mikroelektronik bezeichnet. Gerade in diesem Bereich wurden in den zurückliegenden zwei Jahrzehnten ein gewaltiger Erkenntnisfortschritt und eine außerordentliche Breite der möglichen Anwendungen erzielt. Mit den Augen und dem Vorstellungsbild der fünfziger Jahre ist der gegenwärtige Entwicklungsstand der Mikroelektronik und ihres Einsatzes mit Superlativen wie »gigantisch« oder auch »utopisch« zu bezeichnen. Und das rasche Entwicklungstempo hält noch an. Am augenfälligsten sind die Ausmaße der Entwicklung am Beispiel der elektronischen Rechner zu demonstrieren, die in den zurückliegenden 35 Jahren vier Generationen erlebten. In durchschnittlich weniger als einem Jahrzehnt wurde also jeweils eine qualitativ neue Rechnergeneration entwickelt, die ihrem Vorgänger haushoch überlegen war. Als Studenten haben wir seinerzeit ehrfürchtig vor den Anlagen der ersten Rechnergeneration gestanden, die mehrere große Räume belegten, viel Energie verbrauch-

ten und obendrein sehr störanfällig waren. Diese ein normales Einfamilienhaus füllenden Geräte sind heute auf Aktentaschengröße zusammengeschrumpft. Eine nahezu ähnliche Tendenz kann man für den Anschaffungspreis feststellen, schon gar nicht zu sprechen von der enormen Steigerung der Zuverlässigkeit, Einfachheit der Nutzung, Wegfall von Wartungspersonal usw.

Natürlich erwarten wir von der Forschung in der Folgezeit auf allen Gebieten neue bedeutende Ergebnisse. Sie werden dort von besonderer Bedeutung sein, wo gewissermaßen brennende Probleme der gesamten Menschheit aufgetreten sind. So meine ich, daß bei der Entwicklung und dem breiten Einsatz neuer Werkstoffe in Zukunft bedeutende Fortschritte erzielt werden. Dabei wird man sich verstärkt beim großen Lehrmeister Natur Rat holen müssen, da die Natur für viele Prozesse Lösungen anbietet, die der Mensch mit all seiner Erfahrung und Klugheit in der Praxis nicht annähernd erreicht. Ich denke an die enorme Biegsamkeit und Eleganz eines Ährenhalmes. Man darf natürlich den Einsatz neuer Werkstoffe nicht zu starr sehen, denn der Ersatz eines Werkstoffes durch einen neuen bringt häufig noch gar keinen sichtbaren Effekt. Kann man aber damit z. B. eine Maschine zehnmal so schnell laufen lassen, so ist das schon etwas anderes. Nun wird jedoch das alte Bedienungsprinzip den neuen Anforderungen nicht mehr gerecht werden, und es muß auch hier eine neue Lösung gefunden werden. Ich will hiermit nur andeuten, daß neue Ergebnisse auf einem Gebiet benachbarte Bereiche (und nicht nur diese!) in Bewegung bringen.

Die Erschließung neuer Energiequellen ist ein zweites Gebiet, auf dem ich wesentliche Ergebnisse in der Zukunft erwarte. Dabei denke ich vor allem an die Möglichkeit, die bei der Verschmelzung zweier Elemente zu einem neuen Element frei werdende enorme Energie nutzbar zu machen. Es wird freilich noch große Anstrengungen erfordern, die für diesen Verschmelzungsvorgang benötigten Bedingungen, wie z. B. Temperaturen von einigen Millionen Grad, zu schaffen und die spontan frei werdende Energie zu bändigen.

Schließlich möchte ich noch die Erforschung der Vorgänge in der belebten Natur erwähnen. Hier sind durch das Zusammenwirken von Medizin, Biologie, Physik, Chemie, Informationsverarbeitung und anderer Wissenschaften neue interessante Ergebnisse bei der Erforschung z. B. der Arbeit des menschlichen Gehirns zu erwarten. Es wird zweifellos auch möglich sein, die eine oder andere Erkenntnis »technisch« zu verwerten. Denken wir dabei nur an die Tatsache, daß die Informationsspeicherfähigkeit des Gehirns aller Mikroelektronik noch weit überlegen ist.

*

Prof. Dr. sc. nat. Eberhard Hofmann
Ordentlicher Professor für Biochemie, Direktor des Physiologisch-Chemischen Instituts der Karl-Marx-Universität Leipzig

Die Biochemie befindet sich seit etwa drei Jahrzehnten in stürmischer, in der Geschichte der Wissenschaften wohl einzigartiger Entwicklung. Aus einer Grenzdisziplin zwischen Physiologie und Chemie hat sie sich in historisch kurzer Zeit zu einer Grundlagenwissenschaft für alle Zweige der Human- und Veterinärmedizin sowie für die Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft formiert. Die Biochemie hat Pate bei der Herausbildung der Molekularbiologie gestanden, einem Querschnittsgebiet, das das Denken der Naturwissenschaftler grundlegend veränderte: Es riß eine Schranke nach der anderen in der Naturerkenntnis nieder und schuf unter anderem das experimentelle Rüstzeug für das genetische Ingenieurwesen, mit dessen Hilfe es jetzt möglich ist, die Erbanlagen von Mikroorganismen nach den Wünschen des Menschen zu verändern. In Zukunft werden dadurch auch die Voraussetzungen für die Kausaltherapie bestimmter menschlicher Erbleiden geschaffen.

Die Möglichkeit der Transplantation von Genen aus höheren Organismen in Bakterien gibt gegenwärtig der Biotechnologie einen ungeheuren Aufschwung, da es dadurch möglich wird, spezifische, z. B. in der Therapie verschiedener Krankheiten in großen Mengen benötigte Produkte höherer Organismen, wie Hormone (Insulin u. a.), Enzyme sowie das antiviral und zytostatisch wirkende Interferon, mittels Großkulturen von Mikroorganismen im technischen Maßstab zu gewinnen.

Als Forscher auf dem Gebiet der Biochemie interessieren mich besonders die Enzyme, die als biochemische Katalysatoren grundlegende Funktionen bei den Vorgängen der Stoffwandlung im Innern der Organismen ausüben. In unserem Institut bearbeiten wir solche Enzyme, die an »Schaltstellen« des Stoffwechsels stehen, d. h., die die Richtung des Stoffwechsels und seine Intensität bestimmen. Sie entscheiden also z. B. darüber, ob der Abbau oder der Aufbau einer bestimmten Körpersubstanz eingeschlagen wird, oder sie kontrollieren die Geschwindigkeit von Stoffwechselketten. Aus der Kenntnis der Eigenschaften der Einzelenzyme sind wir bestrebt, ihr Zusammenwirken im Konzert des Zellstoffwechsels zu verstehen und daraus Erkenntnisse für dessen Störungen abzuleiten.

Dabei fesselt uns eine grundlegende Eigenschaft von Enzymsystemen, nämlich deren Fähigkeit zur Selbstorganisation. Darunter versteht man ihre Eigenschaft zur Herausbildung stabiler räumlicher und zeitlicher Muster, wie sie uns in der Zelle und im Zellstoffwechsel entgegentreten. Wir versuchen, derartige Muster – z. B. biochemische Schwingungen – »im Reagenzglas« nachzuvollziehen, und sind dabei auf hochinteressante Gesetzmäßigkeiten und Phänomene gestoßen, wie etwa die Notwendigkeit, ständig chemische Energie zuzuführen, die Fähigkeit solcher Systeme zur Umschaltung der Reaktionsrichtung von Synthese auf Abbau und umgekehrt sowie deren Eigenschaft zur selbständigen Stabilisierung der Zwischenstoff-

Im Zentralinstitut für Molekularbiologie der Akademie der Wissenschaften der DDR: Arbeiten zur Entwicklung eines Modell-Enzymreaktors auf der Basis des Zytochroms P-450

konzentration und der Durchflußgeschwindigkeit. Dabei haben wir lernen können, daß beim Zusammenwirken mehrerer Enzyme neuartige, »höhere« strukturelle und kinetische Verhaltensweisen auftreten, die in den Eigenschaften der Einzelenzyme zwar begründet, nicht aber unmittelbar aus ihnen heraus erkennbar sind. So wurden wir durch unsere experimentelle Arbeit mit einem allseits bekannten dialektischen Prinzip konfrontiert, das des Umschlags von Quantität in Qualität.

Forschungen dieser Art bringen bedeutende Erkenntnisfortschritte im Verständnis der Prinzipien der Regulation des Stoffwechsels, der uns im gesunden und kranken Organismus in ungeheuer großer Vielfalt auf den verschiedenen Niveaus der biologischen Organisation (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) entgegentritt. Wir stehen hier vor einem entscheidenden Problem, das es in Zukunft zu lösen gilt: eine Brücke zu schlagen zwischen den erdachten oder konkreten Modellen und Modellsystemen einerseits, die prinzipielle Einsichten in die Gesetze der belebten Natur ermöglichen, und der Kompliziertheit der Lebenserscheinungen in den Organismen andererseits. An den faszinierenden und klinisch sehr bedeutsamen Veränderungen des Stoffwechsels eines Säugetieres beim Übergang vom Leben im Mutterleib zum »selbständigen« Leben in den ersten Tagen nach der Geburt überprüfen wir unsere in vereinfachten Systemen erhaltenen Erkenntnisse an einem konkreten Beispiel der Natur.

Wir sind aber auch an der Lösung anderer Fragen der Enzymologie interessiert, nämlich an der Erarbeitung neuartiger Verfahren zur industriellen Gewinnung und Reindarstellung von Enzymen zum Zwecke ihres Einsatzes in der Medizin sowie an der Entwicklung origineller enzymatischer Methoden zur hochspezifischen Diagnostik von Krankheiten. Auf diesem Gebiet arbeiten wir eng mit der pharmazeutischen Industrie und der klinischen Forschung zusammen. Durch eine Vereinigung der Vorteile enzymatischer und immunologischer Nachweisverfahren ergeben sich neuartige Möglichkeiten zur Diagnostik und Verlaufskontrolle von Organerkrankungen, hormonalen Störungen, Entwicklungsstörungen und angeborenen Stoffwechseldefekten des Embryos und des Fetus, von Tumorerkrankungen, Infektionskrankheiten u. a. im Ultramikromaßstab, d. h. bei minimalem Einsatz biologischen Materials. Indem wir diese Vorteile nutzen, leisten wir einen Beitrag zur Vervollständigung der Testpalette zur spezifischen Diagnostik einer großen Zahl von Erkrankungen.

*

OMR Prof. Dr. sc. med. Horst Bibergeil
Direktor des Zentralinstituts für Diabetes »Gerhardt Katsch«, Karlsburg

Als Arzt und in der Diabetesforschung tätiger Mediziner möchte ich zum Stand und zur Perspektive der Diabetologie Stellung nehmen. Das interessiert sicher in erster Linie diejenigen Leser, die zuckerkrank sind (z. Z. 556000 in der DDR), aber vielleicht auch solche, die Diabetiker in ihrer Familie kennen. Zudem geht die Vorbeugung – namentlich bei einer relativ häufigen Erkrankung – jeden an.

Der Fortschritt in der Medizin steht und fällt mit unserer Kenntnis (oder Unkenntnis) der Krankheitsursachen und der Bedingungen, die zum Ausbruch der Krankheit führen. Vom Diabetes wissen wir seit 1922, daß für sein Zustandekommen das Fehlen oder die mangelhafte Wirkung des blutzuckerregulierenden Hormons Insulin (aus den Langerhansschen Inseln der Bauchspeicheldrüse) entscheidend ist. Diese »große« Entdeckung vor nunmehr nahezu 60 Jahren hat darum auch zur Substitutionstherapie der Zuckerkrankheit geführt, indem man (aus tierischen Bauchspeicheldrüsen gewonnenes) Insulin auf dem Wege der Injektion (Spritze) zuführen kann. Mitte der fünfziger Jahre entdeckte man die orale (Tabletten-) Behandlung bestimmter Formen des Diabetes, die in der Lage ist, noch vorhandene Restfunktionen der Bauchspeicheldrüse anzuregen

Im Zentralinstitut für Diabetes »Gerhardt Katsch«: Besondere Fürsorge gilt schwangeren Diabetikerinnen und den Neugeborenen

oder noch vorhandenes eigenes Insulin besser zur Wirkung zu bringen.

In keinem Falle kann man bis heute den körpereigenen Defekt »heilen«. Und in vielen Fällen gelingt es mit der o. g. Substitutionstherapie nicht bzw. nur ungenügend, sogenannte Diabetes-Komplikationen (an den Augen oder Nieren z. B.) zu verhüten. Das würde weitestgehend gelingen, wenn man die *Ursache* des Insulinmangels kennen würde und beseitigen könnte oder wenn man das fehlende oder ungenügend wirkende Insulin so substituieren könnte, daß es in *gleicher* Weise (nämlich in Abhängigkeit von der Blutzuckerhöhe) zur Wirkung käme, wie dies im gesunden Organismus der Fall ist. In jüngster Zeit sind – beides: die Aufklärung der Diabetesursachen und die Verbesserung seiner Therapie betreffend – neue (und vielleicht gravierende) Erkenntnisse gewonnen worden:

1. In den Jahren 1974–1980 wurden, insbesondere von dänischen und englischen Wissenschaftlern, grundlegende neue Erkenntnisse über die Ursachen und die Entstehungsweise des sogenannten »jugendlichen« Typs der Zuckerkrankheit gewonnen. Es gibt eine Reihe von Hinweisen darauf, daß dieser Diabetestyp durch immunologische Reaktionen und Prozesse an den – das Insulin produzierenden – Langerhansschen Inseln der Bauchspeicheldrüse hervorgerufen wird und daß – möglicherweise – verschiedene Virusinfektionen am Anfang eines derartigen Krankheitsprozesses stehen. Letzte Beweise dieser Hypothese (und die Aufklärung weiterer Glieder der Ursachenkette) könnten in naher Zukunft erbracht sein. Im Falle einer solchen Beweisführung wäre zu erwarten, daß auch neue Wege der Therapie und der Prophylaxe (!) dieses Typs der Zuckerkrankheit – vielleicht in Form einer Impfung – erschlossen werden.

2. Die siebziger Jahre haben Kurs auf zwei neue Wege der Insulintherapie genommen:

– die Konzeption und Konstruktion einer »künstlichen Bauchspeicheldrüse« (exakt: künstliche B-Zelle), die alle wesentlichen Elemente einer vom Blutzucker gesteuerten Insulinzufuhr enthält (Kanada, USA, Sowjetunion, Frankreich, BRD, DDR u. a.). – Die Anwendung eines miniaturisierten und implantierten Gerätetyps ist beim Menschen zur Zeit noch nicht möglich;

– die Transplantation einer (oder Teile einer) lebenden endokrinen Bauchspeicheldrüse aus einem Spenderorganismus, wodurch die komplette Funktion einer vom Blutzucker regulierten Insulinabgabe ebenfalls verwirklicht wird. Umfangreiche Ergebnisse von Tierversuchen und erste Erprobung am Menschen erscheinen hoffnungsvoll (USA, BRD, Schweden, DDR u. a.).

Es ist zu erwarten, daß auf beiden angesprochenen Gebieten der Diabetesforschung in den nächsten Jahren Fortschritte erzielt werden, die sich würdig an solche o. g. Marksteine, wie die »Entdeckung« des Insulins (1922) und die Einführung der oralen Diabetestherapie (1955), anreihen. Damit würde auf dem Gebiet der »Heilung« oder sogar »Verhütung« des jugendlichen Typs der Zuckerkrankheit ein entscheidender Durchbruch erreicht sein.

*

OMR Prof. Dr. sc. med.
Stanley Ernest Strauzenberg
Inhaber des Lehrstuhls für Sportmedizin an der Akademie für Ärztliche Fortbildung der DDR, Vizepräsident der Gesellschaft für Sportmedizin der DDR

Die Geschichte der medizinischen Wissenschaft ist gekennzeichnet durch Großtaten einzelner Persönlichkeiten, wie Semmelweiß, Koch, Behring und vieler anderer, deren Entdeckungen, obgleich sie eine neue Epoche ärztlichen Handelns einleiteten, durchaus nicht immer und nicht sofort in ihrer Bedeutung erkannt wurden. Gegenüber der Vergangenheit unterscheidet sich die medizinische Forschung unserer Tage dadurch, daß epochemachende Entdeckungen zwar ebenfalls an die Namen bedeutender Forscher geknüpft sind, jedoch

Im Physiologischen Institut der Humboldt-Universität Berlin: Untersuchungen zur Leistungs- und Regulationsfähigkeit des Herz-Kreislaufsystems

sind sie immer Ergebnisse multidisziplinärer Arbeit, von der, einem Eisberg vergleichbar, nur die Spitze unmittelbar zutage tritt. Zum überwiegenden Teil handelt es sich dabei um Erkenntnisse, die in ihrer Bedeutung sogleich erfaßt und z. B. durch Verleihung des Nobelpreises für Medizin gewürdigt werden.

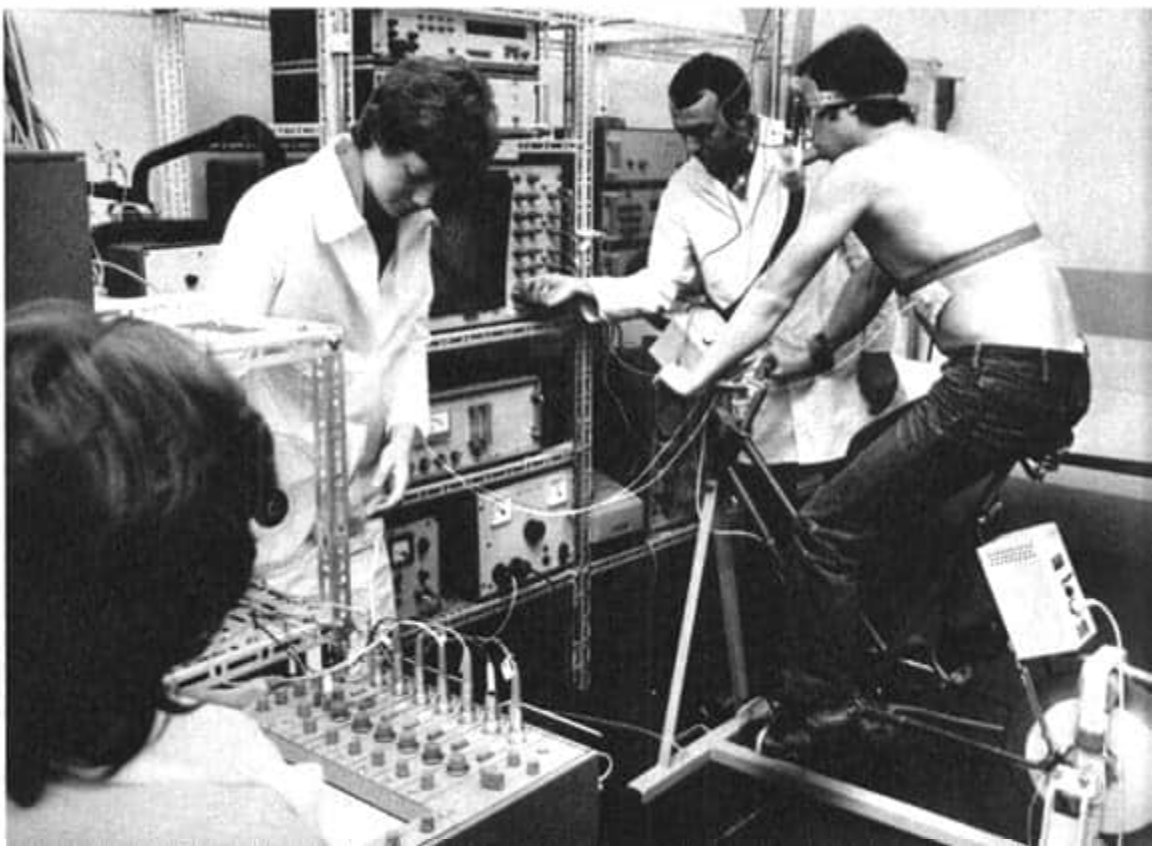
Auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Arbeit, die unmittelbar der ärztlichen Betreuung dient, geht es vergleichsweise weniger sensationell zu. Hier sind es insbesondere neue technologische Möglichkeiten, wie die Computer-Röntgendiagnostik, Untersuchungen mit radioaktiven Substanzen, die Anwendung der Ultraschalldiagnostik, die Neuland erschließen, oder auch neue Behandlungsmöglichkeiten, wie die nach vielen experimentellen Vorstufen schrittweise Einführung der Organtransplantation und künstlicher Gelenke.

Noch »stiller« vollziehen sich Akzentverlagerungen ärztlichen Wirkens. Sie stehen kaum im Scheinwerferlicht öffentlichen Interesses, weil sie erst allmählich erkennbar und medizinisch sowie gesundheitspolitisch wirksam werden. Historisch gesehen, üben jedoch auch sie einen bedeutsamen Einfluß auf die Entwicklung aus.

Nach meinem Dafürhalten haben die bisherigen Ergebnisse der wissenschaftlichen und praktischen Arbeit der Sportmedizin eine solche Akzentverlagerung ärztlichen Handelns und Forschens herbeigeführt oder doch zumindest eingeleitet. Sie haben entscheidend dazu beigetragen, daß die Aufgaben und die Verantwortung des Arztes über das traditionelle Arbeitsgebiet der Bekämpfung der Krankheiten hinaus auf die Erhaltung der Gesundheit ausgeweitet wurden.

Unsere sportmedizinische Zielstellung war zunächst darauf gerichtet, den trainierenden Sportler so zu betreuen, daß Überlastungen durch intensives Üben verhindert und der Trainingsprozeß gemeinsam mit dem Trainer immer besser mit den biologischen Gesetzmäßigkeiten in Übereinstimmung gebracht wurden. Die Sportmedizin hat auf diese Weise dazu beigetragen, daß die Sportler unseres Landes die Weltspitze mitbestimmen und daß der Sport der DDR hohes internationales Ansehen gewonnen hat.

Diese Arbeit im Leistungssport hat uns außerdem zu der prinzipiellen Erkenntnis geführt, daß alle Funktionssysteme des menschlichen Organismus durch geeignete Trainings-



maßnahmen in ihrer Funktionstüchtigkeit positiv beeinflußt werden können und dadurch eine höhere Anpassungsfähigkeit an die Anforderungen der Umwelt entwickeln. So vermag das sportlich trainierte Herz eine gegebene körperliche Belastung mit weit weniger Anstrengung zu bewältigen als ein untrainiertes. Die Durchblutung der Muskulatur und der Organe paßt sich besser an, der Stoffwechsel wird ökonomisiert, die Leistungsfähigkeit der innersekretorischen Drüsen im Vergleich zum untrainierten Menschen erhöht. Zur gleichen Zeit bewiesen Ergebnisse internationaler epidemiologischer Untersuchungen immer eindringlicher, daß körperliche Inaktivität, zu der die arbeitserleichternden Errungenschaften der technischen Entwicklung verleiten können, einer der häufigsten Wegbereiter jener degenerativen Krankheiten ist, die die Volksgesundheit in immer höherem Maße bedrohen. Es handelt sich dabei in erster Linie um Krankheiten, die durch vorzeitiges Altern der Blutgefäße und stoffwechselwirksamer Organe hervorgerufen werden.

Wir konnten in Übereinstimmung mit weltweiten Untersuchungen feststellen, daß körperliches Training aufgrund der oben erwähnten Erhöhung der Anpassungsfähigkeit der Organsysteme geeignet ist, solchen degenerativen Prozessen entgegenzuwirken. Damit war ein neues Prinzip der Vorbeugung gefunden. Auf dem Gebiet der Bekämpfung sich anbahnender Störungen der Herzkranzgefäßdurchblutung, der Durchblutung der Beine, des Blutdrucks sowie des Fett- und Zuckerstoffwechsels hat die Prophylaxe durch gezielte Verordnung sportlichen Trainings bereits einen festen Platz. Sportliche Übungen haben ebenfalls Eingang in die Behandlung bereits vorhandener Schäden der oben genannten Art gefunden. So ist die Trainingsbehandlung nach Herzinfarkt zu einem unerläßlichen Bestandteil der Infarktrehabilitation geworden.

Die Erkenntnisse aus der Forschungs- und Wissenschaftsarbeit der Sportmedizin führen uns aber noch einen Schritt weiter. Wir sind der Überzeugung, daß körperliches Training über den Weg der Steigerung der Funktionstüchtigkeit der Organsysteme nicht nur die körperliche Leistungsfähigkeit, sondern auch die Widerstandsfähigkeit des Gesamtorganismus erhöht. Wenn man Gesundheit nicht nur im Sinne des »Freiseins von Krankheiten«, sondern als einen Zustand ansieht, in dem der Organismus durch ständige aktive Prozesse auf die dauernd einwirkenden Störfaktoren der Umwelt optimal reagiert, dann sehen wir uns berechtigt zu sagen, daß sportliches Training zur Festigung der Gesundheit beiträgt.

Die Sportmedizin hat darauf hingewiesen, daß Gesundheit graduierbar ist, daß es Zustände herabgesetzter Gesundheit gibt, die der Arzt noch nicht als Kranksein bezeichnen kann, bei der jedoch die Anfälligkeit gegenüber Erkrankungen erhöht ist. Andererseits gibt es Zustände sehr stabiler Gesundheit, der Volksmund spricht dabei von »kerngesund«. Gemeinsam mit den anderen medizinischen Disziplinen werden wir daran arbeiten, das weite Gebiet im Vorfeld der Krankheit aufzuhellen, Störungen der Gesundheit frühzeitig zu erkennen und durch geeignete Maßnahmen, zu denen wissenschaftlich fundiertes, individuell zu verordnendes Training – gleichsam als Medikament des Gesunden – gehört, zu beheben oder sogar zu verhindern.

*

Prof. Dr. phil. habil., Dr. h. c. paed. Adolf Kossakowski

Ordentl. Professor für Persönlichkeitspsychologie, Direktor des Instituts für Pädagogische Psychologie an der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR, Vorsitzender der Gesellschaft für Psychologie in der DDR

Psychologische Fragen haben im Denken der Menschen schon immer eine große Rolle gespielt. Das ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß der lebende Mensch in der Lage ist, die Welt zu erkennen, Gesetzmäßigkeiten

in Natur und Gesellschaft denkend zu erfassen, sich über angenehme Ereignisse intensiv zu freuen, über andere zu Tode betrübt zu sein, sich leidenschaftlich für bestimmte Ideen einzusetzen, dabei Schwierigkeiten zu meistern, die bis zur Selbstüberwindung reichen . . . und daß dies alles nicht mehr möglich ist, wenn beim Stillstand der biologischen Lebensfunktionen auch die psychischen Vorgänge aufhören zu existieren. Bereits im Altertum gab es daher teils mystische, teils naiv-realistische Erklärungen des Wesens psychischer Erscheinungen. Die Seele des Menschen wurde entweder als übernatürliche Erscheinung erklärt, die der begnadete Mensch bei der Geburt empfängt und die ihn nach dem Tode wieder verläßt, oder die psychischen Erscheinungen wurden als Bewegungen spezieller »Seelen-Atome« interpretiert, die, in den Körper des Menschen gelangt, sein Wahrnehmen, Fühlen, Denken und Wollen erzeugten.

Ein ganz wesentlicher Fortschritt wurde erreicht, als man die psychischen Erscheinungen als an reflektorische Prozesse der Hirntätigkeit gebundene Vorgänge erkannte, durch die das menschliche Individuum in die Lage versetzt wird, die Gegenstände und Vorgänge der Umwelt (einschließlich des eigenen Organismus) widerzuspiegeln (innerlich »abzubilden«) und zu verarbeiten, eigene Erfahrungen zu sammeln, sich – vor allem mit Hilfe der Sprache – gesellschaftliche Erfahrungen anzueignen und dadurch seine Wechselwirkung mit der Umwelt, sein Handeln vorausplanend, bewußt und zielgerichtet zu steuern.

Diese Erkenntnisse, in vorangegangenen Jahrhunderten bereits vorbereitet, wurden erst in unserem Jahrhundert auf der Grundlage des dialektischen und historischen Materialismus zur theoretischen Basis einer wissenschaftlich fundierten Psychologie. Sie stellten eine revolutionäre Weiterentwicklung der Psychologie dar und machten sie gleichzeitig zu einer höchst bedeutsamen praxiswirksamen Wissenschaft. Es wurde möglich, mit Hilfe naturwissenschaftlicher Methoden die Mechanismen der Informationsaufnahme und -verarbeitung zu untersuchen, Bedingungen und Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung psychischer Systeme zur erfolgreichen Orientierung des Individuums in der Umwelt und damit zur effektiven Regulation seines selbständigen Handelns zu ermitteln.

Ob es um die effektive Aneignung gesellschaftlicher Erfahrungen in der Lerntätigkeit, um die Entwicklung eines die Handlungen des Menschen bestimmenden Weltbildes, um die Befähigung zu erfolgreicher sozialer Kommunikation, um die Erarbeitung innerer Handlungsprogramme für eine erfolgreiche Bewältigung von Arbeitsaufgaben in den unterschiedlichsten Tätigkeitsbereichen oder um die Analyse und Korrektur von Fehlverhaltensweisen geht, überall spielen psychologische Erkenntnisse eine große Rolle. Einen besonderen Beitrag leistet die Psychologie zur Aufdeckung von inneren Prozessen, die dem Menschen selbständiges und schöpferisches Denken und damit eine schöpferische Weiterentwicklung der Wissenschaft und Praxis ermöglichen. Auch bei der Beherrschung formalisierbarer geistiger Prozesse und ihrer Automatisierung in vielen Bereichen von Wissenschaft und Technik werden psychologische Erkenntnisse an Bedeutung gewinnen. Die Rolle der Psychologie wächst in dem Maße, wie im Zusammenhang mit dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt geistige Prozesse in der Produktionssphäre einen immer höheren Stellenwert erlangen. Erfahrungen, die in den letzten Jahren in industriell hochentwickelten Ländern gesammelt wurden, besagen, daß psychische Faktoren bei einem bestimmten Stand der Industrieproduktion die wichtigste Reserve des Anwachsens der Arbeitsproduktivität darstellen, daß die psychische Tätigkeitsregulation in zunehmendem Maße zum Kernstück der Produktivkraft der menschlichen Arbeit wird. Es ist daher verständlich, daß sich die Psychologie in den letzten Jahrzehnten quantitativ und qualitativ sehr rasch entwickelt (gegenwärtig existieren bereits etwa sechzig Spezialdisziplinen dieser Wissenschaft). Ihre

Im Paul-Flechsig-Institut für Hirnforschung der Karl-Marx-Universität Leipzig: Eine komplexe Steueranlage für psycho-physiologische Untersuchungen ermöglicht tiefere Einblicke in die Nerventätigkeit

Bedeutung wächst insbesondere in der sozialistischen und kommunistischen Gesellschaft, weil hier selbständiges und schöpferisches Denken und Handeln nicht nur einer geistigen Elite, sondern möglichst aller Mitglieder der Gesellschaft notwendig wird. Es kann daher mit hoher Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden, daß die Psychologie in den nächsten Jahrzehnten eine zunehmend zentrale, weil gesellschaftlich zunehmend wichtige Rolle spielen wird.

*

Prof. Dr. sc. phil. Manfred Buhr
Direktor des Zentralinstituts für Philosophie der Akademie der Wissenschaften der DDR, Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates für Grundfragen des ideologischen Kampfes zwischen Sozialismus und Imperialismus

Die Frage nach neuen gravierenden Forschungsresultaten in der nächsten Zukunft ist von der Philosophie her, zumal von der marxistisch-leninistischen Philosophie, nicht leicht zu beantworten. Vielleicht kann die Frage aus der Sicht *einer* Fachwissenschaft oder *einer* Forschungsrichtung zureichend beantwortet werden. Für die marxistisch-leninistische Philosophie, die es ja zuerst und vor allem mit dem gesellschaftlich-historischen Prozeß (einschließlich der Entwicklung von Wissenschaft und Technik), der in unserer Zeit als der Epoche des Übergangs vom Kapitalismus zum Sozialismus den tiefsten und folgenreichsten gesellschaftlichen Umbruch darstellt, den die bisherige Menschheitsgeschichte durchgemacht hat, ist das nicht möglich. Damit soll gesagt werden, daß der Philosoph der Sprecher (und Künder) der gesellschaftlich-historischen Dynamik ist und sein muß, um sich Gehör zu verschaffen, um überhaupt gehört zu werden, um verändernd und fördernd in die Läufe seiner Zeit einzugreifen. Doch darf er, was schon Friedrich Schiller wußte, nicht nur das Kind seiner Zeit oder nur ihr Zögling oder gar ihr Günstling sein. In diesem Sinne ist die Frage nach nachhaltigen Erkenntnisfortschritten für die marxistisch-leninistische Philosophie nur im Hinblick auf die revolutionären Prozesse unserer Epoche und ausgehend von diesen zu beantworten.

Lenin erklärte auf dem VIII. Gesamtrussischen Sowjetkongreß 1920, daß sich in revolutionären Umwälzungen immer wieder »einer der tiefsten Gedanken des Marxismus« bewahrheite, »der zugleich außerordentlich einfach und verständlich ist. Je größer der Schwung, je größer das Ausmaß der geschichtlichen Aktionen, desto größer die Zahl der Menschen, die an diesen Aktionen teilnehmen, und umgekehrt, je tiefer die Umgestaltung, die wir vollbringen wollen, desto mehr muß man Interesse und bewußte Einstellung zu ihr wecken, muß man immer neue und neue Millionen und aber Millionen von dieser Notwendigkeit überzeugen.«

Entscheidende Fortschritte von der marxistisch-leninistischen Philosophie sind also dort zu erwarten, wo sie bewußt und zielstrebig ihren Beitrag zur Weiterführung der sozialistischen Revolution leistet, wo sie mit Disziplin in den Geschichtsprozeß eingreift (nicht nur über diesen reflektiert), um *Interesse und bewußte Einstellung* zu diesem zu wecken, wo sie an den *geschichtlichen Aktionen* teilhat, wo sie ihre Interessen mit denen des historischen Subjekts unserer Epoche, der Arbeiterklasse unter Führung der marxistisch-leninistischen Partei, in Einklang bringt, kurz: überall dort, wo sie den weltrevolutionären Prozeß unserer Tage bewußt und zielstrebig fördert. Die Eule der Minerva beginnt für die marxistisch-leninistische Philosophie nicht mit der anbrechenden Dämmerung ihren Flug, sondern mit der Morgenröte der weltrevolutionären Prozesse unserer Tage.

Walter Florath

Besser-leichter-rationeller

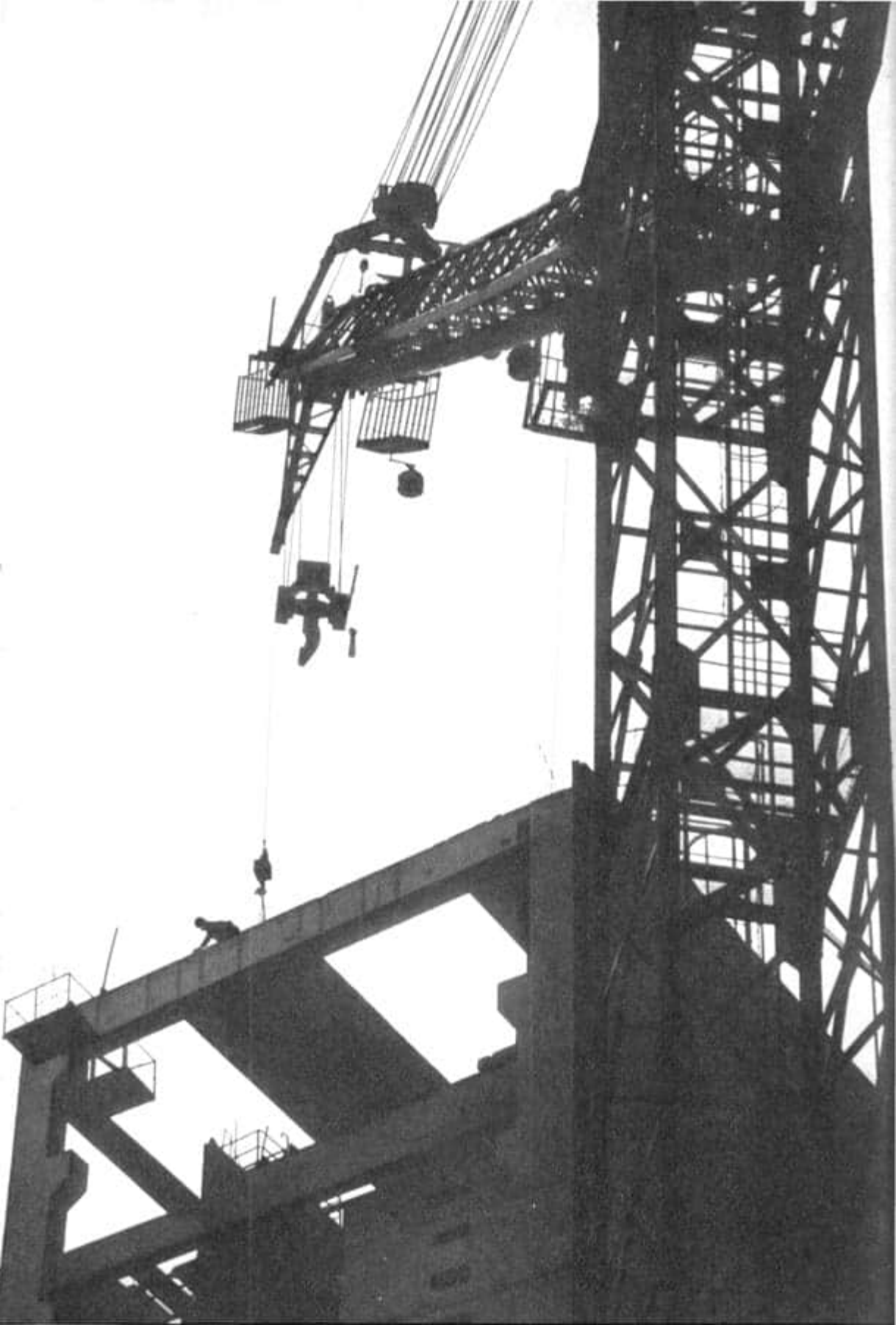
Für die ersten Menschen war Holz der wichtigste Werkstoff. Sie benutzten es als Brennstoff, für die Herstellung einfacher Werkzeuge und Waffen sowie zum Bau ihrer Hütten. Der Veredelungsgrad dieses so vielseitigen Werkstoffes war also äußerst gering. Heute würde allein die bloße Aufzählung der Verwendungszwecke und Verarbeitungsmethoden des Holzes ein Buch füllen. Wir kennen etwa 4000 Einsatzgebiete dieses Werkstoffes: Dazu gehören Papier für den Druck von Zeitungen und Büchern, für Verpackung und Tapeten sowie technische Zwecke und Zellstoff für Textilien. Holz liefert das Material für Möbel, ferner gewinnen wir Futterhefe, Alkohol, Speziallacke und Klebstoffe aus Holz. Es macht 17 % des Rohstoffpotentials unserer Volkswirtschaft aus.

Ein derartiger Veredelungsgrad eines Rohstoffes ist erst auf der Grundlage einer leistungsfähigen Industrie und eines entsprechenden Forschungspotentials möglich. Hinzu kommt, daß eine rationelle Nutzung wertvoller Rohstoffe, bei der die Belange kommender Generationen und der Umwelt berücksichtigt werden, erst dann konsequent durchgesetzt werden kann, wenn nicht die Profite der rohstoffproduzierenden Konzerne, sondern die Interessen einer Gesellschaft ohne Ausbeuterklassen den Ausschlag geben. Wenn also die Direktive für die Ausarbeitung des Volkswirtschaftsplanes 1981 die »höhere Veredelung der Roh- und Werkstoffe sowie deren vollständige Nutzung in einem möglichst geschlossenen Stoffkreislauf« als eine der ersten, wichtigsten Aufgaben nennt, so ist das nicht allein mit den steigenden Rohstoffpreisen zu erklären. Schon der Ausdruck »Veredelung« läßt den Anspruch an Erfindergeist und Neuerertum erkennen, der hinter unseren Zielen auf dem Gebiet der Materialökonomie steckt. Hier geht es nicht um Pfennigfuchserei, um ein simples »Man nehme weniger«, mit dem man auf Mangel reagieren muß. Hohe Materialökonomie heißt nicht Einschränkung, sondern verlangt Erweiterung des Könnens, der Erfahrungen.

Das Wachstum unserer Volkswirtschaft führt dazu, daß der Materialverbrauch von Jahr zu Jahr eine immer größere Bedeutung erlangt. Im Jahre 1949 bedeutete die Einsparung von 1 % Material im Maßstab der gesamten Volkswirtschaft einen Wert von 0,3 Mrd. M, 1970 waren es 1,6 Mrd. und 1980 schon 2,3 Mrd. M. Darin zeigt sich sowohl das Wachstum der verarbeiteten Rohstoffmenge als auch der Anstieg der Rohstoffpreise.

Ausdruck des Fortschritts

Grundsätzlich gesehen, ist steigender Veredelungsgrad ebenso wie ein geschlossener Stoffkreislauf ein Ausdruck der Entwicklung der



Produktivkräfte, ein Element des Fortschreitens der menschlichen Gesellschaft. Der Veredelungsgrad ist ein Gradmesser des Niveaus einer Volkswirtschaft. So kritisierte der Generalsekretär der OPEC- (erdölexportierenden) Staaten, daß ihr Anteil an der Weltraffineriekapazität, wo die erste Veredelung des Erdöls stattfindet, mit 6 % nahezu unbedeutend sei, obwohl auf die OPEC etwa die Hälfte der Welterdölproduktion entfällt. Die UNO-Wirtschaftskommission für Westasien beklagte, daß in dieser Region die wirtschaftliche Diversifizierung, also der Aufbau einer vielseitigen Verarbeitungsindustrie, praktisch mißlungen sei. Nach wie vor bestünden die Exporte der Länder Westasiens hauptsächlich aus Öl, und es gäbe weiterhin eine starke Importabhängigkeit.

Höhere Veredelung und vollständige Nutzung in einem möglichst geschlossenen Stoffkreislauf sind gleichbedeutend mit wissenschaftlich-technischem Fortschritt, mit der Einführung neuer Konstruktionen und Technologien in die Produktion. Volkswirtschaftlich drückt sich das in einem Sinken des spezifischen Material- und Energieverbrauches aus. Das bedeutet, daß für die Herstellung einer gleichen Menge von Erzeugnissen bzw. der gleichen Menge von Elektroenergie oder Wärme weniger Rohstoffe erforderlich sind. Die konkrete wirtschaftspolitische Situation, eben das Steigen der Rohstoffpreise, veranlaßt uns natürlich, sehr schnell möglichst große Fortschritte bei der Veredelung der Rohstoffe anzustreben. Es geht uns darum, den Leistungsanstieg unserer Wirtschaft, die Grundlage für die Sicherung und schrittweise Erhöhung des Lebensniveaus, künftig mit gleichbleibendem oder nur gering wachsendem Verbrauch an Rohstoffen zu erreichen.

Starker Preisanstieg

Das Ansteigen der Rohstoffpreise ist ein Ausdruck dafür, daß in der ganzen Welt immer mehr schwer zugängliche und nur mit wachsendem Aufwand zu erschließende Rohstoffaufkommen für die Deckung des Bedarfs der verarbeitenden Industrie genutzt werden müssen. So betrugen in der UdSSR die durchschnittlichen Kosten für eine Erdölbohrung 1975 141 000 Rubel, während sie 1980 bereits 185 000 Rubel erforderte. Ein Kilometer Erdgas-

Rohstoffimporte der DDR aus der UdSSR

	1976–1980	1981–1985
Erdöl (Mill. t)	88,2	95,0
Erdgas (Mrd. m³)	21,6	32,5
Steinkohle (Mill. t)	21,0	21,0
Walzstahl (Mill. t)	15,9	16,0
Zellstoff (1000 t)	375,0	457,0
Baumwolle (1000 t)	425,0	440,0

leitung von Mittelasien in die zentralen europäischen Industriegebiete der Sowjetunion kostete 300000 Rubel, von Medweschje und Urengoj am Polarkreis nach Tscheljabinsk am südlichen Ural aber 867000 Rubel. Die Entwicklung der Roh- und Brennstoffwirtschaft nimmt einen enormen Teil des Nationaleinkommens der UdSSR in Anspruch. Aus diesem Grunde kann sie ihre Rohstofflieferungen an die anderen Staaten der sozialistischen Gemeinschaft nicht ohne weiteres und nicht beliebig erhöhen (vgl. Tab. oben).

Eine spürbare Steigerung der Rohstoffimporte ist dort zu verzeichnen, wo sich unsere Republik mit erheblichen Investitionen an der Produktion oder am Transport des Rohstoffes beteiligte, z. B. bei Erdgas und Zellstoff. Wollen wir Erdöl und andere Rohstoffe über diese Mengen hinaus importieren, sind wir auf Einfuhren aus Staaten des kapitalistischen Wirtschaftsgebietes angewiesen. Dort verlief die Preisentwicklung so, wie aus der Tabelle unten ersichtlich ist.

Zwischen den Staaten des RGW wurde vereinbart, daß sie für ihre gegenseitigen Warenlieferungen Preise berechnen, die dem Durchschnitt der Weltmarktpreise der vorangegangenen fünf Jahre entsprechen. Dadurch können die DDR und die anderen RGW-Länder Rohstoffe aus der Sowjetunion wesentlich billiger erhalten, als der zum Zeitpunkt der Lieferung gültige Preis auf dem kapitalistischen Weltmarkt beträgt. Aber auch die Preise für Rohstoffe aus der Sowjetunion steigen. Für uns hängt außerordentlich viel davon ab, daß wir aus der gleichen Menge an Rohstoffen mehr hochwertige, moderne Fertigerzeugnisse herstellen.

Kostbares Erdöl

Wegen ihrer Bedeutung für die Volkswirtschaft und ihres besonders starken Preisanstiegs stehen die energetischen Rohstoffe, namentlich das Erdöl, im Mittelpunkt unserer Bemühungen um einen höheren Veredelungsgrad. Bisher wurden aus einer Tonne des westsibirischen Erdöls, das bei uns vor allem verarbeitet wird, etwa ein Achtel Benzin, ein Viertel Dieselkraftstoff und fast 50 % Heizöl gewonnen. Ziel des Ausbaues des Erdölverarbeitungskombinates Schwedt ist es, aus der gleichen Menge Erdöl mehr Benzin zu Lasten von Dieselkraftstoff herzustellen und mehr Dieselkraftstoff zu Lasten von Heizöl zu gewinnen; denn Heizöl ist durch Braunkohle zu ersetzen, Benzin dagegen in absehbarer Zeit noch nicht. Künftig soll durch eine sogenannte tiefere Spaltung des Erdöls die Benzinproduktion bei gleichem Erdöleinsatz um mehr als 50 % erhöht werden. Die tiefere Spaltung des

Jahr	Rohstoffe gesamt	Fertigerzeugnisse	Relation
1970	100	100	100
1979	426	266	160,2

Jahr	Erdöl	Fertigerzeugnisse	Relation
1970	100	100	100
1979	1085	266	408

Entwicklung der Preise für Rohstoffe und industrielle Fertigerzeugnisse sowie Preisrelation Rohstoffe/Fertigerzeugnisse (Basis: UNO-Index der Exportpreise kapitalistischer Länder, 1970 = 100)

Jahr	Kapital. Weltmarktpreise für Erdöl (in US-Dollar je Tonne)	Index
1970	13,32	100
1973	24,42	183,3
1974	79,62	597,7
1979	136,31	1023,3
1980 (Jahresende)	235	1800
1981 (Jahresbeginn)	248	1860

Kapitalistische Weltmarktpreise für Erdöl
Links: Sozialistische ökonomische Integration beinhaltet auch gemeinsame Fortschritte bei der Veredelung der Rohstoffe

Erdöls erfordert wesentlich mehr Energie und ist nicht billig. Sie wurde jedoch rentabel, seitdem die Erdölpreise so stark anstiegen.

Wichtige Braunkohle

Parallel zur Entwicklung unserer petrolchemischen Industrie muß eine wesentliche Steigerung der Braunkohlenförderung erfolgen. Dadurch sind einmal der Ausfall von Heizöl für die Wärme- und Energieerzeugung zu decken und zum anderen Ausgangsstoffe für karbochemische Produkte zu liefern, die wir nicht allein auf Erdölbasis erzeugen können. So werden heute schon im Buna-Kombinat auf der Basis von Karbid chemische Erzeugnisse produziert, für deren Herstellung wir sonst 5 Mill. t Rohöl importieren müßten. In der DDR werden gegenwärtig karbochemische Produkte, die einem Äquivalent von 7 Mill. t Erdöl entsprechen, erzeugt. Bis 1990 soll diese Produktion auf ein Niveau gesteigert werden, das einem Erdöläquivalent von 11 Mill. t entspricht. Darum wird die Braunkohlenförderung von gegenwärtig 260 Mill. t bis 1990 auf 300 Mill. t pro Jahr gesteigert. Der Zuwachs von 40 Mill. t soll etwa zu 80 % für die Kohleveredelung eingesetzt werden.

Zu den Vorhaben von größter volkswirtschaftlicher Bedeutung gehört auch die Erforschung rationeller und moderner Verfahren für die direkte Kohleverflüssigung zur Produktion von Kraftstoffen. Auf dem Wege der Veredelung entstehen aus der bescheidenen Braunkohle letzten Endes Erzeugnisse, die einen dreißigfachen Wert des ursprünglichen Rohstoffes darstellen.

Bessere Metallverwertung

In unserer Aluminiumindustrie, die ausschließlich den importierten Rohstoff Bauxit verarbeitet, geht es darum, das Bauxit immer tiefer aufzuschließen, so daß es vollständiger genutzt wird und immer weniger Abprodukte auf die Kippe des Aluminiumwerkes Lauta wandern. Auf diese Weise können außer dem Aluminium auch noch andere wichtige Rohstoffe gewon-

nen werden. Beispielsweise wird die Gewinnung von Gallium für die mikroelektronische Industrie und von Vanadium, das für die Herstellung korrosionsfester Stähle benötigt wird, verdreifacht. Selbst das Abprodukt, der Rotschlamm, wird heute in größeren Mengen zur Herstellung von Fliesen genutzt. Die Bedeutung solcher Fortschritte ist leicht zu erkennen, wenn man berücksichtigt, daß der Aluminiumpreis von 661 US-Dollar je Tonne im Jahre 1973 auf 1 850 Dollar im März 1980 stieg.

Man kann die DDR als ein Land des Maschinenbaues, der metallverarbeitenden Industrie bezeichnen. Stahl, besonders von hoher Qualität, ist für unsere Volkswirtschaft von größter Bedeutung. Aber bestimmte Rohstoffe für die Stahlerzeugung, Eisenerz und Hüttenkoks, müssen importiert werden. Deshalb geht es in den kommenden Jahren nicht so sehr um die Steigerung der Produktion einfacher Stahlsorten, sondern um die Entwicklung einer Veredelungsmetallurgie, die mehr hochwertige Stahlsorten liefert, mit denen man Maschinen und technische Konsumgüter leichter konstruieren kann. So wird in den achtziger Jahren ein kontinuierliches Wachstum unserer Industrieproduktion bei nahezu gleichbleibendem Metallverbrauch möglich sein. Die Produktion veredelter Walzstahlsorten wird von 4,3 Mill. t 1980 auf fast 7,4 Mill. t im Jahre 1985 ansteigen. Im letzten Jahr dieses Fünfjahrplanes soll der Anteil veredelter Erzeugnisse an den Endprodukten der Schwarzmetallurgie ungefähr 80 % betragen.

Leichter und besser

Der gewünschte volkswirtschaftliche Effekt träte jedoch nicht in vollem Maße ein, würde sich das Bemühen um hohe Veredelung nur auf die materialerzeugenden Industrien beschränken. Die verarbeitende Industrie begnügt sich keineswegs mit einer passiven Rolle. Im Gegenteil, von ihr wird außerordentlich viel erwartet. Sie hat die Aufgabe, mit hochwertigeren Materialien und Vorprodukten modernste Erzeugnisse herzustellen, beispielsweise hochwertige Konsumgüter oder Produktionsanlagen, die bei

ihrem Einsatz in unserer Industrie eine spürbare Steigerung der Arbeitsproduktivität erlauben. Ferner geht es um Produkte, die wegen des hohen Veredelungsgrades der in ihnen verarbeiteten Rohstoffe beim Export einen entsprechenden Devisenerlös einbringen, so daß es uns möglich ist, die Rohstoffimporte zu bezahlen.

Die verarbeitende Industrie kann sich nicht damit begnügen, die neuartigen Werkstoffe zur Herstellung konventioneller Produkte zu verwenden und auf diese Weise wohl einen gewissen, aber keineswegs ausreichenden technischen Fortschritt zu erzielen. Gefragt sind wirkliche Neuheiten, die möglichst patentreif sind. Deshalb besteht im Kombinat Robotron der Grundsatz, daß mit jeder neuen Erzeugnisgeneration der Materialeinsatz im Durchschnitt um 50 %, der spezifische Energieverbrauch um 60 % und zugleich der Fertigungs- und Prüfaufwand um 40 % zu senken sind. Ein höherer Veredelungsgrad der Rohstoffe und ein kräftiger Rationalisierungsschub, die Einsparung von Arbeitsplätzen und Arbeitszeit sind eng miteinander verknüpft, denn die DDR kann angesichts ihrer Arbeitskräftesituation den höheren Veredelungsgrad des Materials nicht mit handwerklichen Methoden, durch den Übergang auf arbeitsintensive Fertigungsprogramme erreichen. Wir müssen durch entsprechende wissenschaftlich-technische Maßnahmen beides mit gleicher Energie in Angriff nehmen.

Eine Schlüsselrolle spielt dabei die Mikroelektronik. Sie erlaubt einerseits eine außerordentliche Verbesserung der Materialökonomie bei der Herstellung elektronischer Erzeugnisse selbst. So wurden beispielsweise bei einem neuen Kleinrechner des Typs KRS 4201 aus dem Kombinat Mikroelektronik im Vergleich zu dem vorher gebräuchlichen Typ der Energieverbrauch um 70 %, der Fertigungsaufwand, also vor allem der Arbeitsaufwand, um 65 % und das Volumen des Gerätes um 90 % reduziert. Andererseits ermöglicht der Einsatz von Mikroprozessoren auch dem Anwender eine bedeutende Verbesserung der Materialökonomie. Mit Hilfe des erwähnten Kleinrechnersystems wird das Bandstahlkombinat Eisenhüttenstadt durch eine bessere Steuerung des Verhüttungsprozesses jährlich 2000 t Importkoks einsparen. Die Kosten für die Wärme- und Elektroenergie des Interhotels »Stadt Berlin« konnten bereits im Jahre 1978 mit Hilfe des gleichen Rechnersystems um 700000 M gesenkt werden.

Große Fortschritte bei der Materialveredelung bringen insbesondere neuentwickelte Erzeugnisse und Technologien. Bei der laufenden Produktion läßt sich der Materialverbrauch durch Vermeidung von Ausschuß etwa um ein bis zwei Prozent senken. Bei Neuentwicklungen können aber im Durchschnitt der Volkswirtschaft 20 bis 30 % erreicht werden. Darum ist das Erneuerungstempo – das ist der Zeitraum, in dem das Produktionssortiment eines Betriebes durch Neuentwicklungen ersetzt wird – für die Materialökonomie von größter Bedeutung. In den wichtigsten Betrieben unseres Werkzeugmaschinenbaues lag der Anteil von Neuentwicklungen am Produktionssortiment 1968 erst bei 3 bis 4 %. Das Sortiment hätte sich also erst in 25 bis 30 Jahren erneuert. 1980 waren bereits 25 bis 30 % der Erzeugnisse Neuentwicklungen, so daß der Innovationszeitraum nur noch vier Jahre betrug. Auf diese Weise kann das geplante starke Wachstum der Produktion moderner Maschinen bei gleichbleibendem Materialverbrauch realisiert werden.

Sekundärrohstoffe

Unsere Republik besitzt außer Braunkohle, Kali und Baustoffen nicht viele große Rohstoffvorkommen. Aber wie jedes Land mit einer hochentwickelten Industrie verfügt sie über ein beträchtliches Aufkommen an Sekundärrohstoffen. Der Umgang mit Sekundärrohstoffen, deren Weltmarktpreise ebenfalls ständig steigen, ist heute ähnlich wie der Veredelungsgrad ein Maßstab für das Entwicklungsniveau einer Volkswirtschaft. In ökonomisch unterentwickelten Ländern, in denen die Landwirtschaft vorherrscht und nur eine geringe verarbeitende

Industrie existiert, kann es kaum Sekundärrohstoffwirtschaft geben. Schon Karl Marx nannte als Voraussetzung für eine Verwertung der »Exkremente der Produktion«, wie er die Sekundärrohstoffe bezeichnete, die »Massenhaftigkeit solcher Exkremente, die sich nur ergibt bei Arbeit auf großer Stufenleiter; Verbesserung der Maschinerie, womit Stoffe, die in ihrer gegebenen Form früher unbrauchbar, in eine der Neuproduktion dienstbare Gestalt übergeführt werden; Fortschritte der Wissenschaft, speziell der Chemie, welche die nutzbaren Eigenschaften solcher Abfälle entdeckt«. Marx' Hinweis deutet bereits an, daß eine rationelle Rohstoffwirtschaft nicht allein das Veredeln der Stoffe umfaßt, die wir unmittelbar der Natur abgewinnen. Es schließt ihre vollständige Nutzung in einem möglichst geschlossenen Stoffkreislauf ein.

Bei der Wiedereinführung von Sekundärrohstoffen in den Stoffkreislauf haben wir ein beachtliches Niveau erreicht, das nur in wenigen Ländern der Welt auf bestimmten Gebieten, beispielsweise noch bei der Nutzung von Altöl, übertroffen wird. Wir decken gegenwärtig bereits 10 % des Rohstoffbedarfs unserer Industrie durch Sekundärrohstoffe. In einzelnen Industriezweigen liegt dieser Anteil weit höher als im volkswirtschaftlichen Durchschnitt. So werden 46 % des Rohstoffbedarfs der Papierfabriken durch Altpapier gedeckt. Schrott ist zu 75 % an der Stahlproduktion beteiligt. Die Getränkeindustrie und Nahrungsgüterwirtschaft decken 60 % ihres Flaschen- und Gläserbedarfs durch den Rücklauf aus dem Altstoffhandel. (Die Vergleichszahlen für andere wichtige Industriestaaten: In der Sowjetunion beträgt der Schrottanteil 50 %, in den USA 52,4 %, in Schweden, einem Land mit reichsten Eisenerzvorkommen, 62 %. Der Altpapiereinsatz betrug in der BRD 46 % und in Großbritannien 47 %.) Im Jahre 1981 soll der Einsatz von Sekundärrohstoffen erneut um 7,1 % gegenüber 1980 gesteigert werden.

Die Verwertung der Sekundärrohstoffe in einem möglichst geschlossenen Stoffkreislauf entlastet natürlich auch die Umwelt. Es geht weniger auf die Halden und die Kippen, weniger Schadstoffe fließen in die Abwässer. Aber »die Verteuerung der Rohstoffe bildet natürlich den Antrieb zur Vernutzung der Abfälle«, wie Marx sagte.

Wegen der enormen Bedeutung der energetischen Rohstoffe kommt es vor allem darauf an, die Abwärme immer besser zu nutzen. So konnte in Riesa der Bau eines Heizhauses für die Wärmeversorgung von zwei Neubaugebieten mit 2600 Wohnungen eingespart werden, weil man die Heizwärme aus den Siemens-Martin-Öfen des nahe gelegenen Stahl- und Walzwerkes dafür genutzt hat. Wie wichtig diese mehrfache Wärmenutzung ist, zeigt die Tat-

Umgang mit Sekundärrohstoffen – ein Maßstab für das Entwicklungsniveau einer Volkswirtschaft

sache, daß in unserer Republik 35 bis 40 % der Brennstoffe für Heiz- und Prozeßwärmeversorgung in Industrie und Landwirtschaft sowie für die Wohnraumheizung verwendet werden. In allen Industriezweigen wird daran gearbeitet, diese Energie besser zu nutzen. Entsprechende Rationalisierungsmaßnahmen amortisieren sich schnell; in nur vierzehn Monaten wird der Aufwand durch den Nutzen kompensiert.

Auf allen Stufen

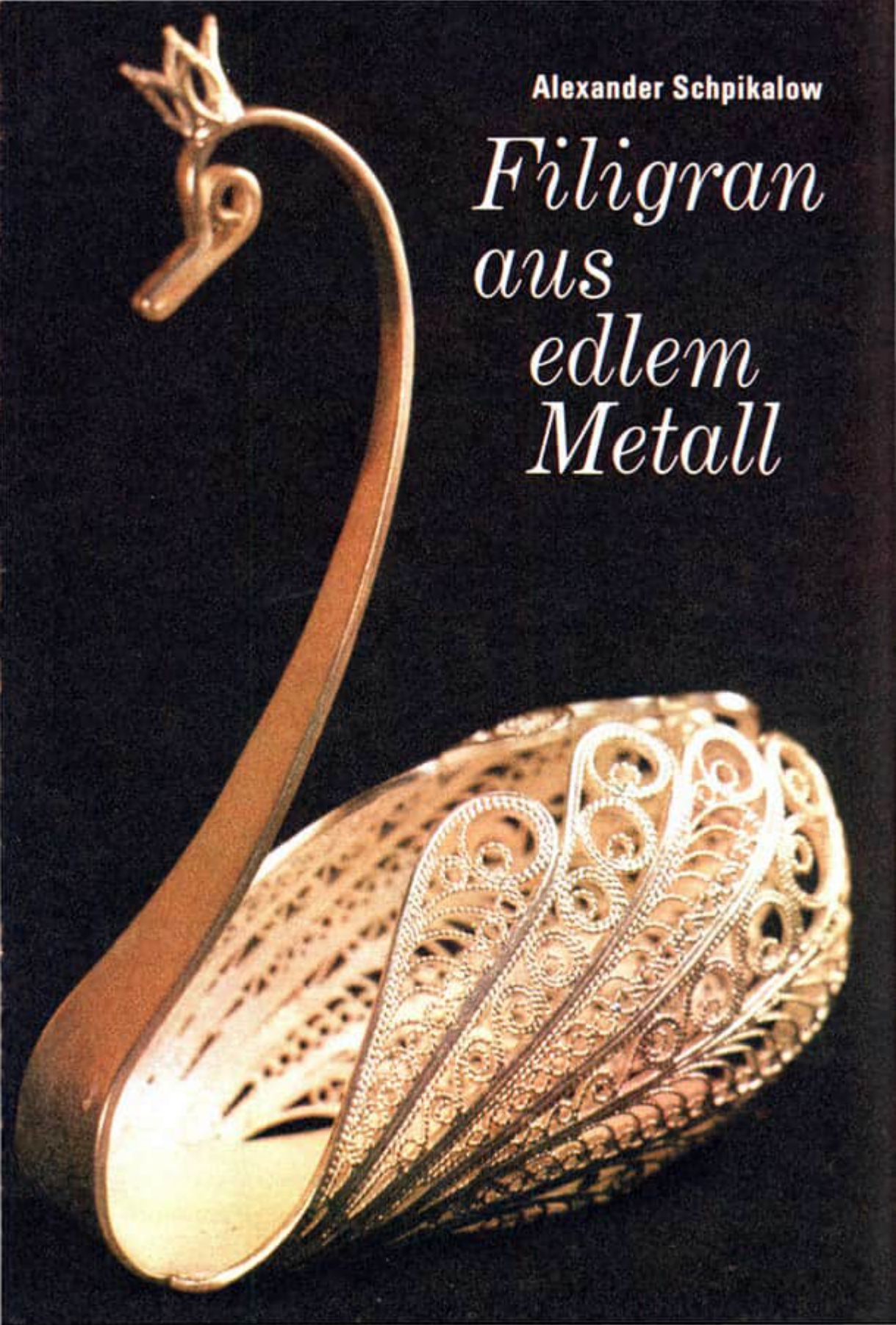
Der Prozeß der höheren Veredelung und vollständigeren Nutzung der Roh- und Werkstoffe muß also auf allen Stufen der volkswirtschaftlichen Reproduktion erfolgen, beginnend bei der Rohstoffgewinnung bis zur verarbeitenden Industrie und der Wiedereinführung von Abprodukten und Sekundärrohstoffen in den volkswirtschaftlichen Kreislauf. Es ist verständlich, daß dabei die Bildung unserer Kombinate eine sehr positive Rolle spielt. In einem Kombinat sind alle Stufen eines Reproduktionsprozesses, die für die Herstellung einer bestimmten Gruppe von Endprodukten erforderlich sind, vereint, einschließlich der Forschungseinrichtungen und der Kapazitäten für den Eigenbau von Rationalisierungsmitteln. Daher können Ideen zur höheren Veredelung der Rohstoffe viel schneller und viel wirkungsvoller realisiert werden, als das früher der Fall war.

Wenn es der DDR bisher als einzigem Land gelang, 1980 im Vergleich zu 1979 bei einer absoluten Senkung des Primärenergieverbrauchs um 1 % einen Anstieg der Industrieproduktion um 5,4 % zu erreichen, dann ist das zweifellos auch ein Ergebnis der Vervollkommnung der Leitung, Planung und ökonomischen Stimulierung, die vor allem seit dem VIII. und IX. Parteitag der SED erfolgte. Diese Strategie orientiert alle volkswirtschaftlichen Aktivitäten auf eine Intensivierung des Reproduktionsprozesses.

Auch in den kapitalistischen Industriestaaten wuchs im vergangenen Jahr der Verbrauch energetischer Rohstoffe nicht weiter an. In einigen Ländern gab es sogar einen absoluten Rückgang des Verbrauchs. Aber das war eine Folge der neuen Wirtschaftskrise. Die Produktion stockte, oder sie sank sogar, und demzufolge ging auch der Brennstoffverbrauch zurück. Die inflationären Preissteigerungen bewirkten darüber hinaus, daß die Bevölkerung der kapitalistischen Staaten den Kauf von Heizmaterial erheblich einschränkte.

In unserer Republik dienen alle Bemühungen zur besseren Verwertung der Rohstoffe der Sicherung und schrittweisen Erhöhung des Lebensniveaus der Werktätigen. Unsere Erfolge auf diesem Gebiet sind keineswegs selbstverständlich. Sie konnten durch die großen Anstrengungen der Werktätigen, durch Erfindergeist und Neuerertum errungen werden. Sie sind zweifellos der sozialistischen Planwirtschaft und ihren überlegenen Methoden zuzuschreiben. Hin und wieder, in Zeitschriften, die der Selbstverständigung der Kapitalisten und ihrer Manager dienen, wird das selbst von den Feinden des Sozialismus zugestanden. Die »Wirtschaftswoche«, ein Magazin für Unternehmer in der BRD, schrieb über die Ergebnisse des Leuna-Kombinats im Jahre 1980: »Das Kombinat... setzte für 1980 den Maßstab: Neun Prozent reales Wachstum bei vier Prozent weniger Energie und gleichbleibendem Rohstoffeinsatz – ein Ergebnis, mit dem sich der Generaldirektor des sozialistischen Betriebes auf jeder Hauptversammlung (der Aktionäre einer Aktiengesellschaft – W. F.) im Westen sehen lassen könnte.«

Solche Leistungen bilden die Grundlage dafür, daß es uns trotz des Steigens der Rohstoffpreise gelang, die Preise für die Waren des Grundbedarfs und des breiten Sortiments industrieller Konsumgüter mit Standardqualität niedrig und stabil zu halten. Diese Waren bilden 80 % des Warenfonds für den Verkauf an die Bevölkerung. Zu 100 % stabil blieben Mieten und Preise für Dienstleistungen – eine sozialpolitische Leistung, die kein kapitalistisches Land aufweisen kann.


Alexander Schpikalow
Filigran aus edlem Metall

Bereits im Altertum stellte man fest, daß Gold und Silber in dünne, sehr lange, fadenähnliche Drähte gezogen werden kann (ein Gramm Gold ergibt 2500 m Draht), und diese Eigenschaft der Edelmetalle wurde bei der Anfertigung von Schmuck genutzt.

Auf dem Territorium Rußlands befaßten sich die Menschen seit eh und je mit künstlerischer Metallbearbeitung. Die Fertigkeit der Goldschmiedemeister erreichte schon in der Kiewer Rus (frühfeudaler Staat im 9.–12. Jh.) ein hohes Niveau. Schmuck- und Gebrauchsgegenstände aus dieser Zeit sind sehr kunstvoll im feinen Detail und im subtilen Dekor. Etwa um die gleiche Zeit begann man die Kunst der russischen Skanj oder des Filigrans aus dünnem Silber- bzw. Golddraht zu pflegen. (Das russische Wort Skanj bedeutet Zwirn, Gold- oder Silberdraht, Filigran.) Zwei, drei aus Gold oder Silber gezogene feine Drähte wurden zu dünnen Schnüren zusammengerollt, -gedreht oder geflochten. Aus dieser dünnen Metallschnur fertigte man Details des künftigen Ornaments und legte oder klebte sie mit Pinzetten auf das Muster, das man zuvor auf der metallischen Oberfläche des Schmuck- oder Gebrauchsgegenstandes entworfen hatte. Dann trat das Feuer in Aktion, und die Details wurden unter Einwirkung hoher Temperaturen (auf der Oberfläche) befestigt. Das Ergebnis war ein durchbrochenes, geflochtenes metallisches Muster, das an Klöppelei erinnerte. Bisweilen wurde es zusätzlich mit winzigen aufgelöteten Kugeln, Edelsteinen und anderen

Nina Sokolowa, »Zarj-Kolokol«, die Zarenglocke im Moskauer Kreml
Vorangehende Seite: Alexej Filippow, Schwan

Pjotr Tschulkow, Archar, ein Bergschaf
Oben: Pjotr Tschulkow bei der Arbeit

dekorativen Details versehen. Im 16. Jh. begannen die russischen Juweliere, für durchbrochene Filigranschmuckstücke auch bunte Emaille zu verwenden.

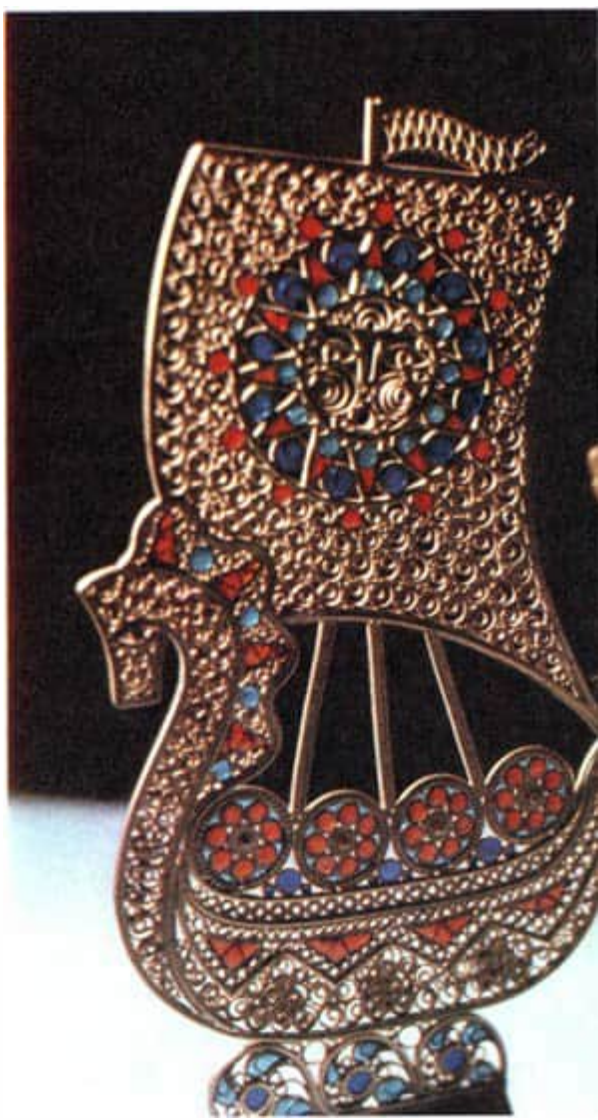
Das Juwelier- und Goldschmiedegewerbe von Krasnoje an der Wolga ist eines der ältesten Zentren des künstlerischen Volksschaffens in Rußland. Es ist an der Wende vom 16. zum 17. Jh. entstanden. Damals fertigten die dortigen Meister Silbergeschirr sowie nur Gesicht und Hände frei lassende Metalleinfassungen für Ikonen, die mit Gravuren, Edelsteinen oder Ziselierungen, Prägungen und Stichen (Tschekanka) geschmückt waren. Etwas später begann die Produktion kleinerer Silberwaren, von Ringen und Ohrgehängen sowie auf dem Körper zu tragenden Kreuzen. Bald wurden die Meister nach Moskau gerufen. In den Verzeichnissen der Kunsthandwerker, die im 17. Jh. in der Moskauer Serebrjannaja Palata (Silberkammer) und in der Orushejnaja Palata (Rüstkammer) arbeiteten, findet man viele Meister aus Krasnoje.

Um die Mitte des 19. Jh. waren im Juwe-

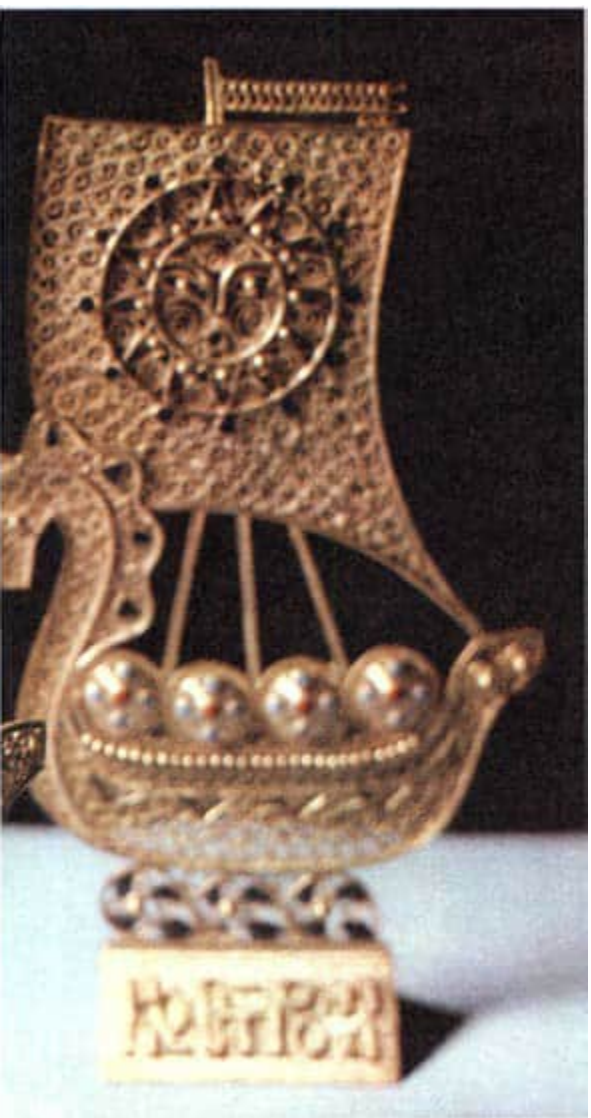
Löwe, Filigran und Tschekanka (Metalldruck)

lier- und Goldschmiedegewerbe von Krasnoje, das sich auf Kosten der umliegenden Dörfer ausgedehnt hatte, bereits über 2000 Menschen tätig. Neben einzigartigen Gegenständen von hohem künstlerischem Wert wurde hier auch eine riesige Menge billiger Massenprodukte hergestellt. Die traditionellen, einfachen und in ihrer Form bescheidenen Ohrgehänge von Krasnoje, Broschen und Kettchen mit Edelsteinen oder auch einfallsreich verschnörkeltes Geschirr verbreiteten sich über ganz Rußland und gelangten sogar bis nach Persien und Indien. Das Handwerk hatte sich in eine »nationale kapitalistische Manufaktur« verwandelt und besaß zu Beginn des 20. Jh. kein sehr hohes Niveau.

Nach der Oktoberrevolution schlossen sich die Meister von Krasnoje zum Artel, d. h. zu einer Handwerkergenossenschaft, zusammen. Sie erweiterten ihr Sortiment beträchtlich, wobei sie bestrebt waren, die traditionelle Technologie zu bewahren und weiter zu vervollkommnen. Eine Serie in ihrer Ausführung komplizierter Erzeugnisse bereiteten die Meister von Krasnoje für die Pariser Ausstellung im Jahre 1937 vor, wo sie mehrere Diplome und eine Goldmedaille erhielten.



Obere Reihe: Rafail Medwedjew, »Siwka-burka«, Zauberpferd aus einem russischen Volksmärchen
Junger Löwe und junger Hirsch · Pjotr Tschulkow, Igelfamilie



In unseren Tagen steht das Kunsthandwerk von Krasnoje in voller Blüte. Die Erzeugnisse seiner Meister werden auf den repräsentativen internationalen Kunst- und Kunstgewerbeausstellungen gezeigt. Die Nachkommen der altrussischen Meister wenden geschickt und kunstfertig die alte Skanj-Technik an. Ruhige, fließende Muster, sich windende Stengel oder Ranken mit Trieben, spiralenförmig gedrehte Zweige, Gräser oder Grasbüschel, von Rädchen umfaßt – das sind beliebte Motive der russischen Skanj-Technik; sie sind auch für die heutigen Meister von Krasnoje typisch. Ihr Sortiment an Filigranerzeugnissen ist sehr breit: Kästchen, Schatullen, Vasen, Untersetzer, Halter mit Henkeln für Tee- oder Kaffeegläser, Zuckerdosen, Armbänder und Broschen. Für Schmuck und Verzierungen verwendet man Messing, Kupfer, seltener Silber und Gold. Buntmetall wird galvanisch versilbert oder vergoldet.

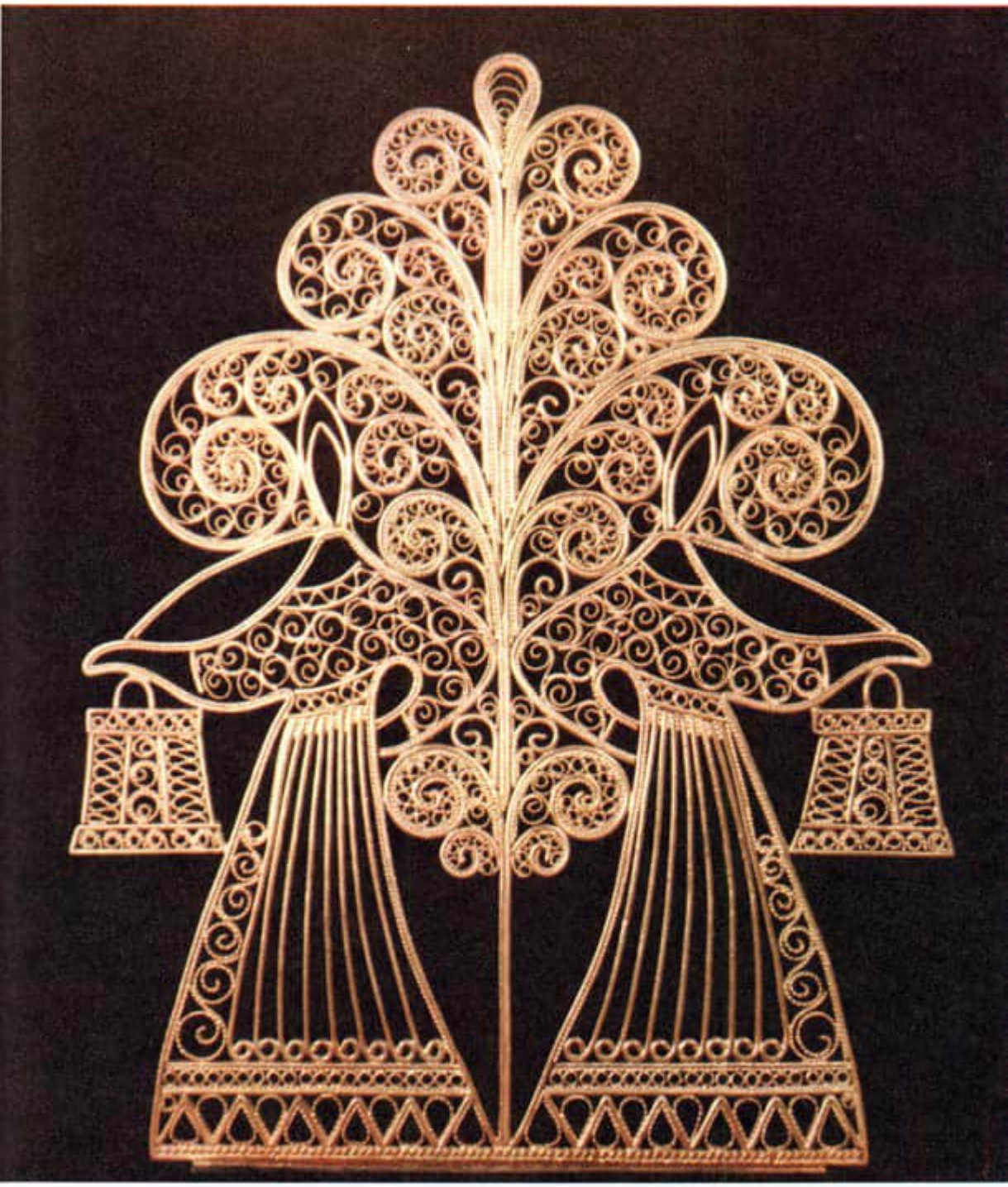
In letzter Zeit haben die Kunsthandwerker viel experimentiert, vor allem wollten sie Miniaturen und Skulpturen in Skanj- bzw. Filigrantechnik herstellen. Zunächst waren es Tierfigürchen, dann wurden es kompliziertere Skulpturkompositionen, ebenfalls in der tra-

Pjotr Tschulkow, Segelboote. Altes Wappen von Kostroma. Filigran auf Zellenschmelzguß- oder Cloisonné-Emaille

ditionellen Skanj-Technik ausgeführt. Führende Künstler haben durch ihre Meisterschaft ziemlich breite Möglichkeiten dieser neuen Richtung in der russischen dekorativen angewandten Kunst nachgewiesen. Besonders große Fortschritte im Genre der Skanj-Skulptur hat der Juwelier und Goldschmied Pjotr Tschulkow gemacht; er wurde als Verdienter Künstler der RSFSR ausgezeichnet. Seine Arbeiten sind kühn und originell in ihren Lösungen, sie begeistern ihre Betrachter in vielen Ausstellungen der Sowjetunion und außerhalb des Landes. Pjotr Tschulkow und seine Kollegen haben die dekorative Skanj-Skulptur geschaffen und damit eine neue Seite volkskünstlerischen Schaffens aufgeschlagen, das schon seit fünf Jahrhunderten diesem alten russischen Dorf Ruhm einbringt – Krasnoje am Ufer der Wolga.

Alexej Filippow, Feuervogel

Pjotr Tschulkow, Bison
Rafail Medwedjew, Recke mit Pferd



Rafail Medwedjew, Birke

Zukunftsbilder der Landtechnik

Dr. sc. Gerhard Holzapfel

Mit Technik betriebene Landwirtschaft halten wir für die unserer Zeit adäquate, ohne immer daran zu denken, daß in weiten Teilen der Erde noch das Büffelgespann den Boden bearbeitet. Der Traktor als Symbol technisierter Landwirtschaft ist jedenfalls in Asien so selten, daß die Masse der Dorfbewohner dort nie in ihrem Leben Gelegenheit hat, ein derartiges Gerät auch nur anzufassen. Auch in anderen Entwicklungsregionen, wie z. B. in Afrika oder Lateinamerika, kommt ein in der Landwirtschaft Tätiger kaum in die »Verlegenheit«, jemals mit einem Stahlroß zu ackern. Aber die Zahl der Traktoren nimmt in der Welt rasch zu: Gab es in den fünfziger Jahren 6,6 Millionen Traktoren, so waren es 1960 schon fast 10 Millionen, und gegenwärtig sind es mehr als 18 Millionen Traktoren.

Traktor und Energie

Das Zukunftsbild der Landwirtschaft wird trotzdem in allen Regionen der Erde von Traktoren geprägt, deren Funktion durchaus verschieden sein kann. In Afrika etwa wird der Traktor das Ochsen- oder Büffelgespann ablösen, also lediglich das Zugtier ersetzen. Aber später wird der Traktor das zentrale Kraftwerk der Landwirtschaft darstellen, dem verschiedene Geräte angebaut werden können. Besonders in den sozialistischen Ländern sind solche Betriebe entstanden, die ein vielgestaltiges Traktorensystem erfordern, um die Energie bestmöglich zu nutzen und die anfallenden Arbeiten mit dem dafür geeignetsten Traktor zu erledigen. Dabei nimmt gegenwärtig die Leistung so zu, daß die Anzahl der Traktoren nicht weiter

Traktor der achtziger Jahre (mit vier gleichgroßen Rädern, zwischen den Achsen aufgesetzter Kabine sowie zwei Zapfwellen mit 540 und 1000 U/min)

Traktor der Zukunft

ansteigt, sondern eher abnimmt. Mindestens vier verschieden starke Traktoren bestimmen die sozialistische Landwirtschaft von morgen:
Traktoren für die Stallwirtschaft, zum Füttern und Entmisten, deren Leistung bei 25 bis 35 kW (35–45 PS) liegt;
Pflege- und Transporttraktoren von etwa 75 kW Motorleistung (etwa 100 PS);
Traktoren für die Ernte, für Ferntransport und Chemisierung von etwa 200 kW Leistung (etwa 270 PS), und schließlich
Traktoren für schwere Feldarbeiten, zum Pflügen und für die Melioration von etwa 250 kW Motorleistung (etwa 350 PS).

Zahlreiche dieser Traktoren sind bereits heute auf den Feldern zu sehen, andere können wir uns noch kaum vorstellen, wie z. B. die besonders großen mit drei Triebachsen. Folgende Entwicklungstendenzen zeichnen sich ab:

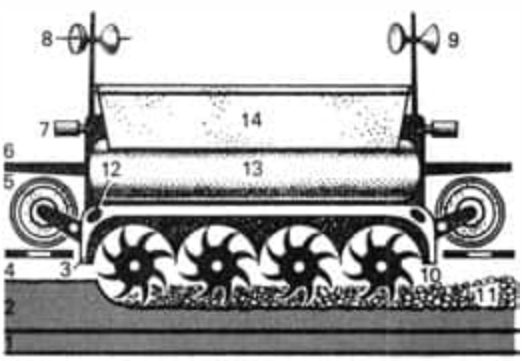
• Neben der bekannten Bauart des hinterachsgetriebenen Traktors – diese Konstruktion ist nur bis zu 87 kW (120 PS) angebracht – nehmen die allradgetriebenen Zweiachstraktoren weiter zu sowie die ganz großen Traktoren, die mit drei Triebachsen und gleich großen Rädern ausgerüstet sind – heute ein noch ungewohntes Bild.

• Traktoren, auch als »stählerne Elefanten« bezeichnet, werden zwar immer schwerer, doch sinkt die Masse je kW. Sie beträgt beim ZT 300 gegenwärtig 74 kg und wird in absehbarer Zeit auf etwa 40 kg absinken. Dadurch soll der Bodendruck – natürlich auch durch großvolumige Reifen, Kettentriebwerke, während der Fahrt veränderlichen Luftdruck im Reifen und andere Maßnahmen unterstützt – von 0,5 bis 2 kp/cm² bis auf 0,1 bis 1,2 kp/cm² vermindert werden. Höhere Motorleistungen werden durch »Aufladen« erreicht. So bezeichnet man Konstruktionen, bei denen die Abgasenergie des Motors dazu benutzt wird, eine größere Luftmenge in die Zylinder des Motors zu drücken. Die Verbrennung des Treibstoffes erfolgt dann umfassender, ja, es kann sogar mehr Brennstoff eingespritzt werden; die Leistung erhöht sich bei gleicher Masse des Motors. Diese Kraft wird nicht allein über die Antriebsräder des Traktors, sondern in zunehmendem Maße über Zapfwellen und Hydraulik übertragen.

• Der Traktor als mobiles Kraftwerk der Landwirtschaft wird entscheidend vom Gerät geprägt, mit dem er arbeitet und mit dem er eine immer bessere funktionelle Einheit bildet. Damit ist auch an den Einbau verschiedener Getriebe je nach spezifischem Zweck gedacht wie auch verschiedener Fahrwerke und anderer Bauteile. Es ist nicht auszuschließen, daß auch Kettentriebwerke das Rad weiter verdrängen werden, daß die Kette u. U. einem Stahlband weichen könnte oder daß man auch Stahlfederräder einsetzt, wie sie bei den Planetomobilen für das Fahren auf den Planeten oder dem Mond erfolgreich angewandt wurden – natürlich ohne Wartung (Schmieren).

• Mit der Mikroelektronik rückt die Selbststeuerung der Traktoren in greifbare Nähe. Dazu sind selbstverständlich stufenlose und unter Last schaltbare Getriebe notwendig, die es schon heute z. T. gibt. In der UdSSR wird seit 1959 intensiv an Verfahren zur automatischen Lenkung gearbeitet.

• Es muß nicht immer Diesel sein, viele Antriebsverfahren sind in der Erprobung. In waldreichen Ländern, wie etwa in der Schweiz, behauptet sich der Holzvergaser. Traktoren mit kleinem Aktionsradius, z. B. in Ställen oder auf dem Hof, können gut mit Elektromotoren ausgerüstet werden, die ihren Strom aus Batterien beziehen. Aber auch Antriebe mit Alkohol, Ammoniak oder flüssigem Stick-



Bodenbearbeitungskombine nach Prof. Nowacki
1 – Pantokonduktoren, 2 – Stoppelfeld, 3 – Düse des Luftkissens, 4 – Energieabnehmer, 5 – Stützrad, 6 – Rahmen zum Einhängen der Maschinen, 7 – Welle zur Kraftübertragung, 8 – Radarantennen, 9 – UKW-Antennen, 10 – Bodenfräsen, 11 – aufgelockerter Boden, 12 – Luftzuführung zu den Düsen, 13 – Antriebs- und Steueranlagen, 14 – Schüttkasten

stoff, ja, selbst lichtelektrische Antriebe, von photoelektrischen Generatoren in Weltraumstationen beschickt, wären denkbar.

Welchem dieser Antriebssysteme die Zukunft gehört, ob im Jahre 2000 Elektrotraktoren, wie von Geisterhand ferngesteuert, mit Spiegeln Energie von Satelliten empfangen, ob heiße Turbinen oder weltraumkalte Antriebe mit flüssigem Stickstoff dominieren werden, kann man heute nicht eindeutig sagen. Wohl aber werden stärkere Traktoren, die energieökonomischer, schneller, leiser und abgasärmer arbeiten, nicht nur Pferd und Büffel verdrängen, sondern auch den gesellschaftlichen Fortschritt kräftig vorantreiben.

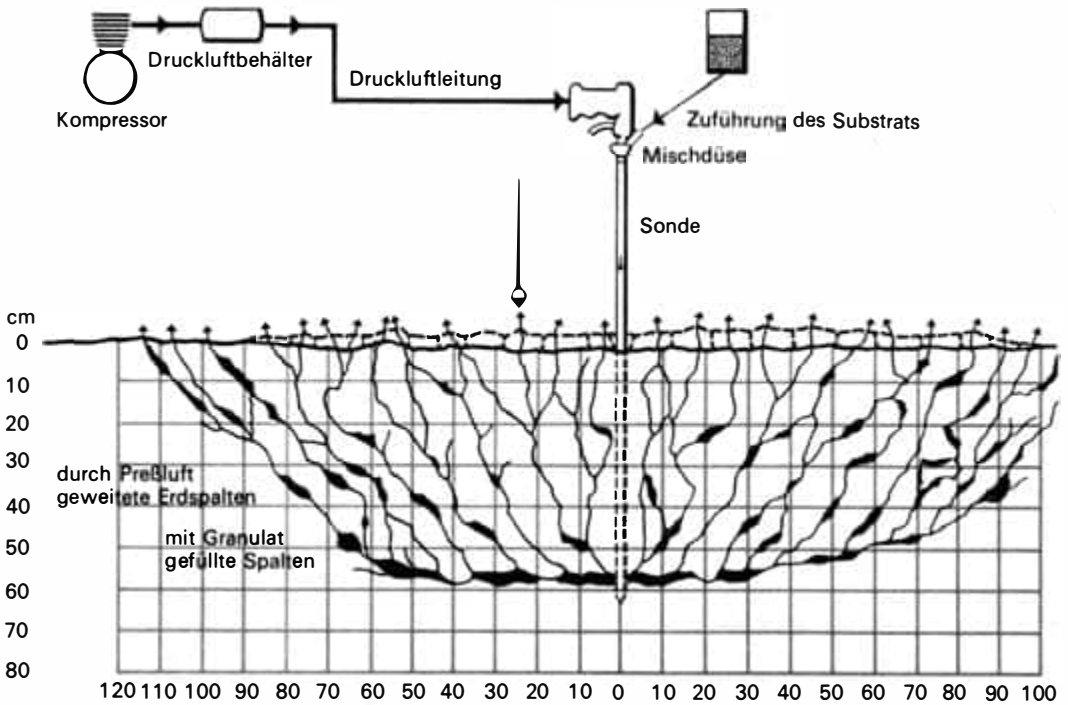
Einmal darüber – vorüber

Dieser sinnige Leitspruch steht über der Bodenbearbeitung von morgen und übermorgen. Trotz einer 5000jährigen Tradition des Pfluges wird sein Einsatz durch neuartige Geräte stetig weiter eingeschränkt. Das Koppeln von verschiedenen Geräten konnte nur der Übergang zu Sä- und Bodenbearbeitungskombinen sein, die in einem Arbeitsgang den Boden lockern, zerkleinern, verdichten, säen, Dünger einbringen und evtl. auch noch Herbizide. Mit solchen Kombinen lassen sich vielfältige Vorteile verbinden:

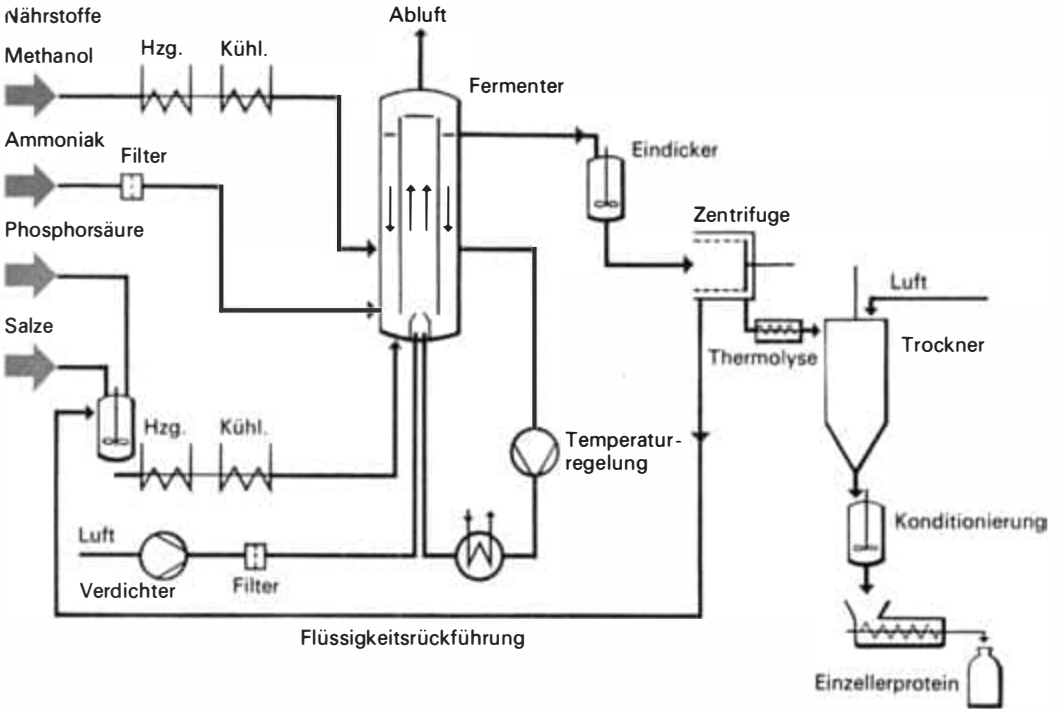
Die unmittelbare Folge verschiedener Bearbeitungsgeräte erlaubt es, das Saatbett mit weniger Energie herzustellen, da sich die stets frisch gelockerte Erde leichter zerkleinern läßt als bereits ausgetrocknete.

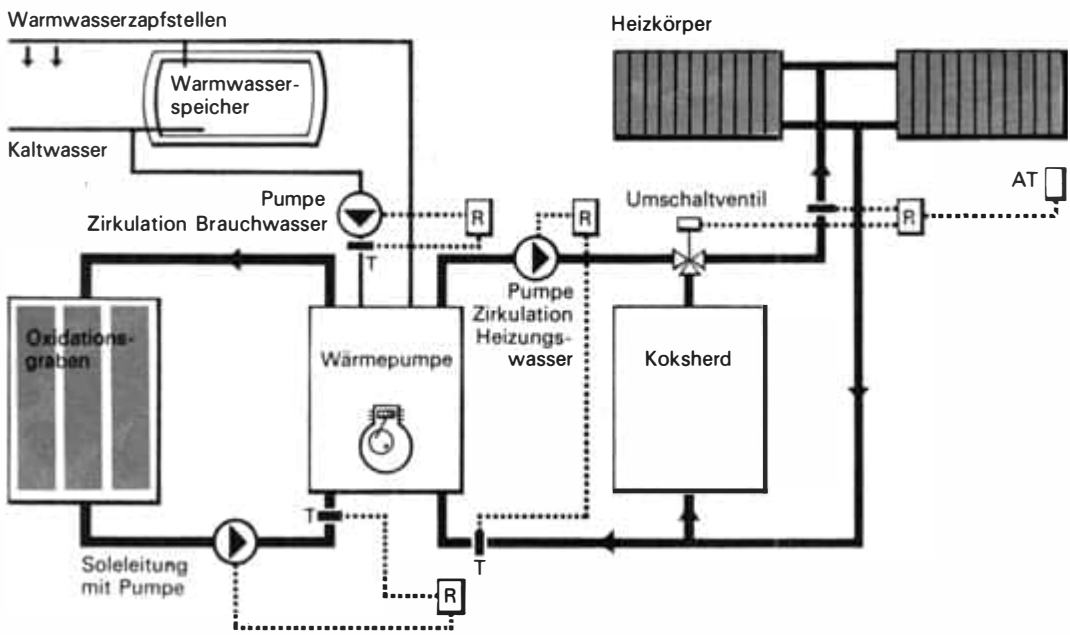
Die vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten innerhalb einer Kombine, die exakte Ablage von Saatgut und Dünger schaffen optimale Möglichkeiten für ein gleichmäßiges Auflaufen der Saat.

Mit derartigen leistungsfähigen Kombinen sind große Flächenleistungen möglich. Es wäre in Zukunft auch denkbar, derartige Bodenbearbeitungs- und Bestellkombinen fernzusteuern und evtl. mit HF-Strom zu versorgen, wie das Prof. Nowacki aus Warschau einmal vorge-



Bodenbearbeitung durch Druckluft





Oben: Technologischer Prozeß der Erdölproteinherstellung (kontinuierliche Fermentation von Erdölparaffinen mit Hilfe von Pseudomonas-Bakterien)

Unten: Wärmegewinnung aus Gülle (R – Regelkreis; T – Temperaturmeßfühler; AT – Außenthermometer)

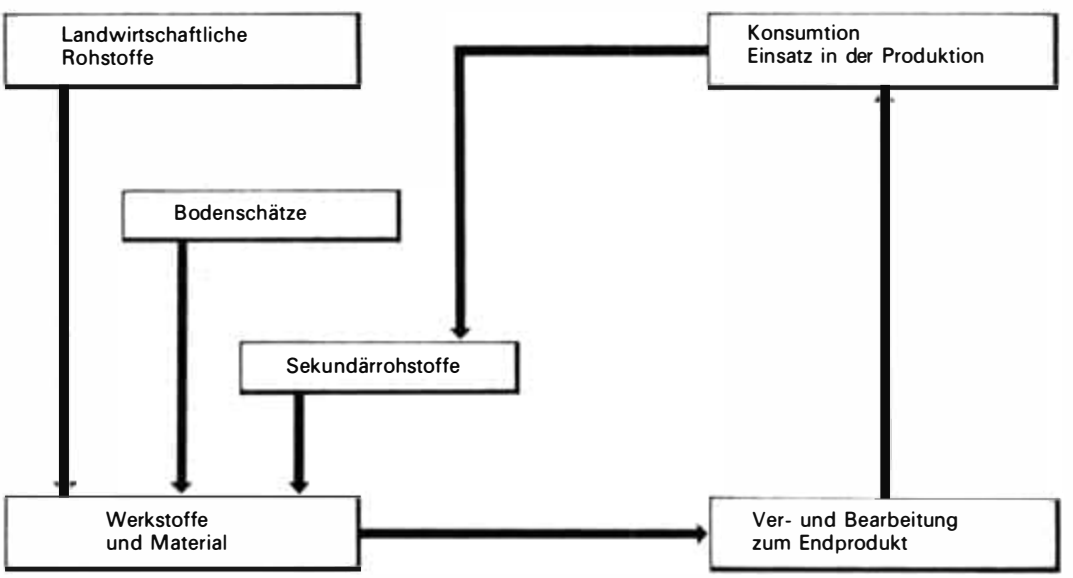
schlagen hat. Sicher wird auch die mechanische Lockerung des Bodens effektiveren Methoden Platz machen müssen. In Versuchsstationen der UdSSR wird z. B. der Boden seit Jahren erfolgreich mit elektrischen Impulsen gelockert; dabei werden die Mineralien des Bodens in lösbare Verbindungen überführt, und durch das Zerstören der Zellhüllen können Unkrautsamen abgetötet werden. Neben der elektrophysikalischen Lockerung bietet sich in jüngster Zeit eine Bodenbearbeitung durch Druckluft an (s. Abb. S. 83). Durch eine Sonde, die durch den Boden gezogen wird, dringt Druckluft stoßweise in den Boden, lockert ihn, und in die entstehenden Fugen wird geschäumtes Polystyrol eingeblasen. Ein so bearbeiteter Boden bleibt lange Zeit in dieser günstigen Struktur.

Tierproduktion – ein notwendiger, wenn auch schmutziger Umweg

Eigentlich wünschen wir uns »nur« biologisch hochwertiges Protein in Form von Milch, Eiern oder Fleisch – doch dazu sind Tiere notwendig. Leider ist deren »Wirkungsgrad« sehr niedrig: Von 100 Einheiten Energie und Protein läßt uns die Milchkuh 36 bzw. 43 noch zum Verzehr übrig, das Mastrind nur 11 bzw. 10, das Mastschwein allerdings 30 bzw. 20 Einheiten. Von der stark vegetarischen Kost unserer Vorväter zur heutigen in hohem Grade animalischen ist ein großer gesellschaftlicher Aufwand erforderlich, der z. B. in den Entwicklungsländern nicht gegeben ist. So beträgt der Vegetabilitätsgrad in der DDR 63,4%, in vielen afrikanischen Ländern dagegen 93,6 %.

In den Industrieländern sind zahlreiche Bemühungen darauf gerichtet, fleisch- oder milchähnliche Erzeugnisse direkt aus Pflanzenstoffen herzustellen. In einer Studie der ECE (Wirtschaftskommission der UN für Europa) wird die gegenwärtige Weltproduktion solchen »Kunstfleisches« (TVP) mit 200 000 t je Jahr eingeschätzt. Möglicherweise könnten derartige Produkte etwa 20 bis 30 % des Rindfleisches ersetzen. Doch bei aller Bedeutung dieser TVP-Erzeugnisse können sie die Tierproduktion in absehbarer Zeit nicht verdrängen. Diese wird künftig mit weit weniger Arbeitskräften möglich sein, wobei sich folgende Tendenzen abzeichnen:

• Ausgesuchte Höchstleistungstiere übertragen mit Hilfe der künstlichen Besamung und der



Geschlossener Rohstoffkreislauf

EDV in kurzer Zeit ihre Erbanlagen auf die breite Landeszucht. Dabei wird das gesamte Genpotential der führenden Erzeugerländer genutzt, um durch tiefgefrorenes Sperma und mittels der EDV die optimalste Merkmalskombination in kurzer Zeit herauszuzüchten, innerhalb eines Zeitraumes, in dem früher züchterische Erfolge kaum sichtbar wurden.

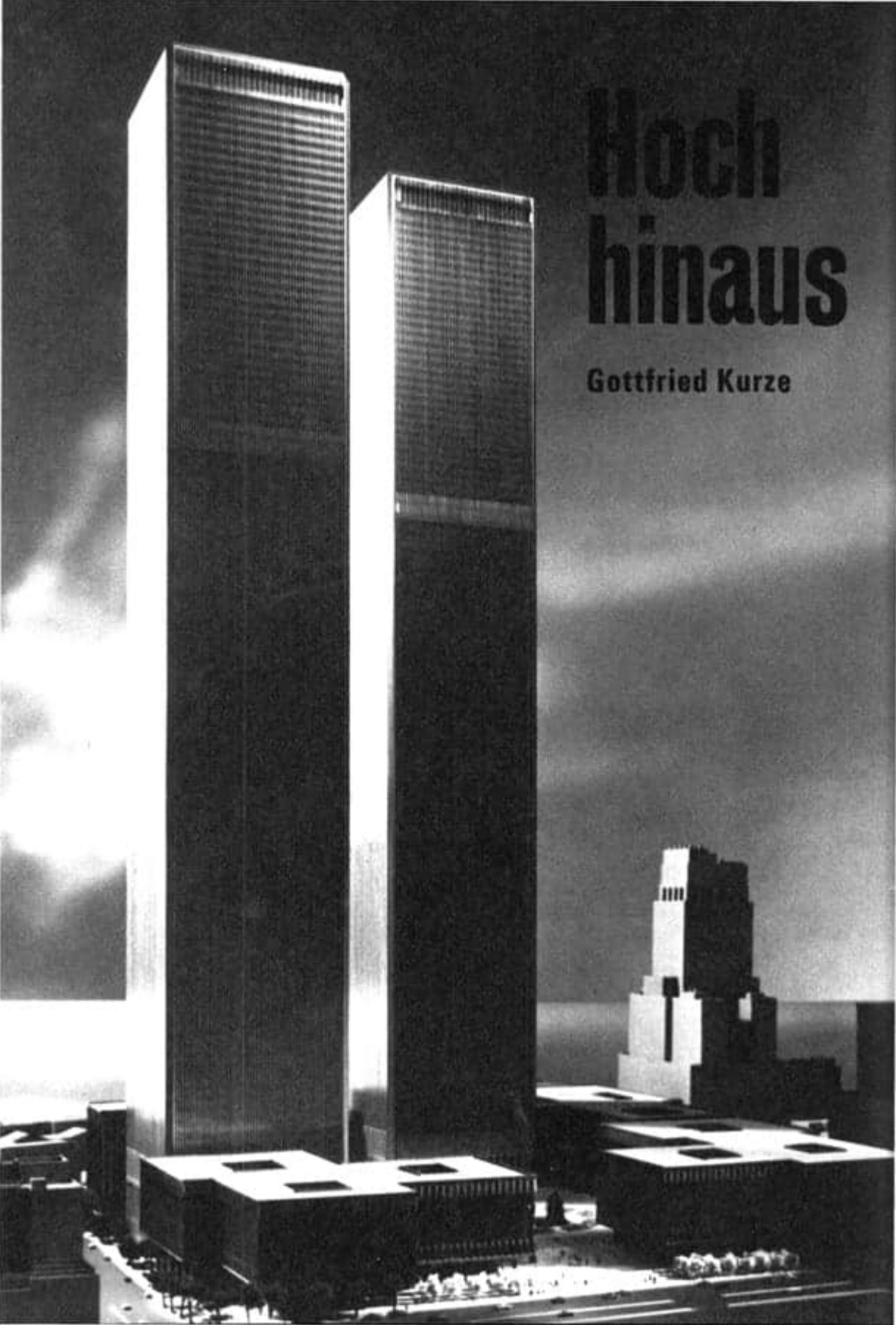
• Neuartige Futtermittel bewirken nicht nur steigende Leistungen der Tiere, sondern verbessern auch die Qualität der Lebensmittel. Wird z. B. Futteröl mit einem hohen Anteil ungesättigter Fettsäuren in Pellets eingeschlossen und mit Formaldehyd stabilisiert, begünstigt ein solches Futter die Produktion von Butterfett mit hohem Anteil von Linolsäure; die daraus hergestellte Butter ist also ernährungsphysiologisch besser und behält im Kühlschrank ihre Streichfähigkeit. Neue Eiweißfuttermittel sind mit Einzellern (Hefepilzen und Bakterien) zu produzieren, um die Milch – ein bereits wertvolles Nahrungsmittel – nicht in so großen Mengen wie heute verfüttern zu müssen. Zahlreiche Substrate aus der Industrie und Landwirtschaft bieten sich für die Fermentation zu Einzellerproteinen an, von denen besonders viele Hoffnungen in die Paraffine des Erdöls gesetzt werden. In England hat die Imperial Chemical Industries eine Fabrik mit einer Jahresleistung von 75000 t in Betrieb genommen, deren technologischer Prozeß in der Abbildung auf S. 84 oben dargestellt ist. In der Welt werden gegenwärtig jährlich mindestens 500000 t Einzellerproteine gewonnen – das ist freilich erst 1 % der Weltsojaschrotproduktion. Schließlich müssen Futtermittel geschaffen werden, die »mechanisierungsfreundlich« sind und eine hohe Massenaufnahme durch das Tier gewährleisten.

• Hochgradige Mechanisierung und Teilautomatisierung setzen Tierbestände voraus, die mit der Einwohnerkonzentration in kleinen und mittleren Städten zu vergleichen sind, also 30000 bis 100000 Tiere. In solchen Rinder- oder Schweinestädten sind moderne technische Lösungen mit vielfältiger Automatisierung einsetzbar, die auch zur völligen Verwertung aller Nebenprodukte führen, in denen die abgegebene Körperwärme der Tiere, die CO-Mengen und der abgeführte Wasserdampf in angeschlossenen Gewächshausanlagen völlig genutzt werden.

• Charakteristisch für die künftige Landtechnik auf dem Feld wie auch im Stall ist der stetig steigende Energieeinsatz mit allerdings wachsenden Wirkungsgraden durch eine teilweise Rückgewinnung der Energie. So wird die bei der Milchkühlung abgegebene Wärme ebenso aufgefangen und anderweitig genutzt wie die bei der Vergärung der Gülle auftretende Wärme (s. Abb. S. 84 u.). Die Technik löst zunehmend den automatischen Milchentzug, wobei der Milchfluß selbst das technische System so steuert, daß sich die physiologischen Vorgänge in der Kuh intensivieren.

• Tierproduktion ist stets mit dem sprichwörtlichen Schmutz und »Duft« verbunden, die beide bisher eine weitere Konzentration der Tierbestände stark hemmen. Diese üblen Nebenprodukte können ihre negativen Eigenschaften nur vermindern, wenn sie im Mehrschrittverfahren als Rohstoffe zu Protein, CO_2 und Ammoniak aufbereitet werden und möglichst in nächster Nähe wieder zum Einsatz kommen. Wie in der übrigen Industrie drängen moderne Technologien zu geschlossenen Stoffkreisläufen (s. Abb. S. 85).

Tierproduktion, auf industrielle Weise betrieben, löst sich einerseits vom bodenständigen Acker- und Futterbau und wird andererseits immer enger mit der Industrie und der gesamten Volkswirtschaft verknüpft. Die Länder des RGW verfügen bereits heute über sehr fortgeschrittene Tierproduktionsanlagen sowie über reiche technologische Erfahrungen, die auch den Entwicklungsländern mit sozialistischer Orientierung auf ihrem schwierigen Wege helfen können.



Hoch hinaus

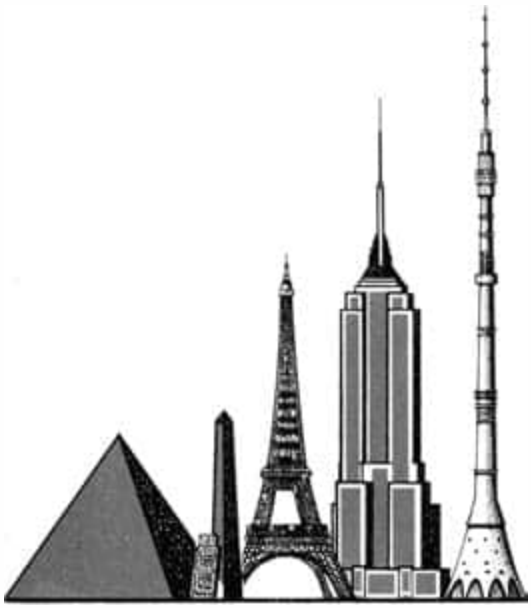
Gottfried Kurze

Die Pyramiden der altägyptischen Könige (etwa 2700–1800 v. u. Z.) galten über Jahrtausende hinweg als die höchsten Bauwerke der Erde. Am bekanntesten sind die Stufenpyramide bei Sakkara, die »Knickpyramide« und die »rote Pyramide« bei Dahschur sowie die Pyramiden der Könige Cheops, Chefren und Mykerinos bei Giseh. Das Grabmal des Cheops hatte einst eine Höhe von 146 m bei 230 m Grundlänge. Etwa seit dem 18. Jh. wissen wir, daß auch die Pyramiden, Pagoden, Tempel und Königspaläste anderer Kulturkreise, z. B. in Süd- und Mittelamerika sowie in Asien, ähnliche Höhen erreichten. Selbst die turmartigen profanen und sakralen Bauwerke des Mittelalters mit ihren runden, viereckigen oder polygonalen Grundflächen, bei denen die Höhe erheblich größer als die Grundbreite ist, übertrafen in einigen Fällen diese Dimensionen, so etwa die Spitzen der Kathedrale von Beauvais mit 153 m oder die allerdings erst im 19. Jh. fertiggestellten Türme des Ulmer Münsters und des Kölner Doms mit 161 bzw. 156 m.

In der Neuzeit freilich überstiegen die Höhen der Bauwerke alle früheren Ausmaße. Insbesondere das Aufkommen des Metallbaus führte zu kühnen Projekten, die zu Symbolen der Beherrschung neuer Techniken und Materialien wurden. Markantestes Beispiel ist der Eiffelturm, eine 300 m hohe Stahlkonstruktion, die 1889 anläßlich der Weltausstellung in Paris errichtet wurde. Inzwischen hat die Höhenentwicklung dieser durch praktische Aufgaben bedingten Türme die 600-Meter-Grenze erreicht. Die beiden höchsten Stahlbetontürme stehen in Kanada und in der Sowjetunion: Der Fernsehturm in Toronto ist 550 m und der Fernsehturm in Moskau 537 m hoch. Das höchste Bauwerk überhaupt, eine abgespannte Stahlgitterkonstruktion, steht bei Gabin: Der polnische Fernsehsender reckt sich genau 646,38 m in den Himmel.

Neben den schwerelos erscheinenden Konstruktionen der Fernsehtürme, die einer rein technischen Funktion dienen, haben auch Hochhäuser beträchtliche Dimensionen erreicht. Die ersten Hochhäuser wurden in den USA gebaut, zunächt als Geschäftshäuser und Hotels, später auch als Krankenhäuser und Wohnhäuser unter Nutzung des seit 1857 in Amerika entwickelten Aufzuges. Das 1859 erbaute Fifth Avenue Hotel in New York war nur sechs Stockwerke hoch. Als Gipfel der Bequemlichkeit besaß es einen mit Dampf betriebenen Schraubenaufzug. Erst dreißig Jahre später, mit der ersten Anwendung des elektrischen Aufzuges, entschloß man sich, die Gebäude auf zehn Stockwerke zu erhöhen. Diese Hochhäuser hatten als tragende Wände noch das Ziegelmauerwerk, das die Eigenmasse des Gebäudes und alle anderen Lasten auf den Baugrund übertrug. Daher mußten die Mauerwände in Straßenhöhe sehr dick sein. So sind beispielsweise die Wände des Monadnock Building in Chicago im Erdgeschloß 1,50 m stark.

Ein Vorläufer zum Stahlskelettbau war das Harper & Brothers Building in New York, das erste »feuerfeste« Hochhaus. Hier waren bereits die als deckentragende Elemente üblichen Holzbalken durch Ziegelgewölbe zwischen schmiedeeisernen Trägern ersetzt worden. Ein weiterer Schritt auf diesem Weg war der Ein-



Größenvergleich verschiedener Bauwerke

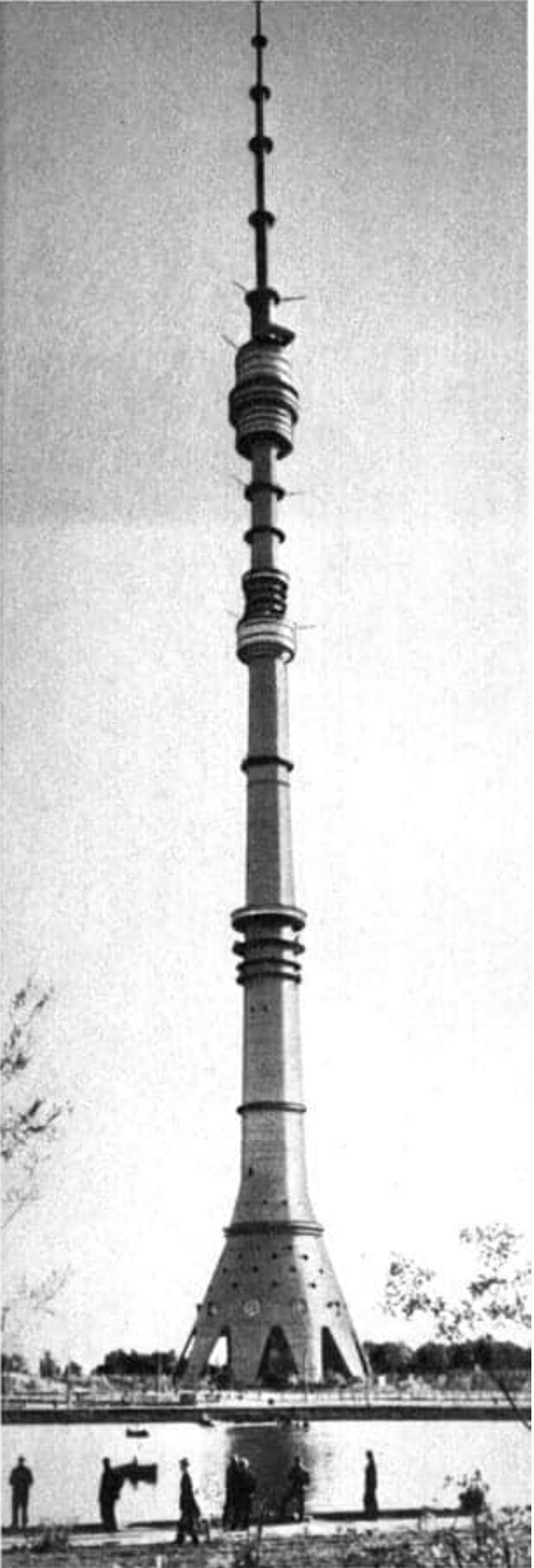
Vorangehende Seite: Modell des World Trade Center in New York

bau von gußeisernen Säulen in die Ziegelwände. Schließlich wurde 1889 das Home Insurance Building in Chicago errichtet, bei dem der Stahlrahmen die gemauerten Fassadenwände trägt; ein Jahr später erreichte man mit dem Bau des Manhatten Building erstmalig 16 Stockwerke. Damit begann jene – durch die enormen Bodenpreise ausgelöste – hohe und dichte City-Bebauung, die seither für die Großstädte der USA kennzeichnend ist. Die Entwicklung der Skyscraper, der »Wolkenkratzer«, fand einen vorläufigen Höhepunkt im 381 m hohen Empire State Building in New York, das als Bürogebäude mit zwei Kellergeschossen und 102 Geschäftsetagen nach einer Bauzeit von 66 Wochen am 30. April 1931 dem Bauherrn schlüsselfertig übergeben wurde.

In den USA hat es nicht an Versuchen gefehlt, die Entwicklung der Gebäude in die Höhe und ihre Konzentration in der City zu verhindern. Wenn man bedenkt, daß z. B. im Empire State Building Tag für Tag über 60 000 Menschen ein- und ausgehen, so ist diese Forderung berechtigt. Die Verwaltungen der amerikanischen Städte haben allerdings die dazu erlassenen Verordnungen gegenüber den Bauherren, den Banken, Versicherungsgesellschaften und anderen kapitalistischen Unternehmen, niemals durchsetzen können. Als Beispiel hierfür mag die sogenannte Skyline von Chicago dienen. Es war festgelegt worden, daß kein Gebäude höher als 79 m sein dürfte. Bereits 1908 errichtete aber der Singer-Konzern sein 187 m hohes Verwaltungsgebäude, und fünf Jahre später folgte der Warenhauskonzern Woolworth mit 240 m. 1930 ließ man den Turm von Chrysler bis zu einer Höhe von 306 m aufragen; er wurde 1972 schließlich vom Hochhaus der Standard Oil Company um weitere 40 m übertroffen.

In Chicago und New York, den Hochburgen des Wolkenkratzerbaus in den USA, entstand in den letzten Jahren eine Reihe von Hochhäusern, die außer Symbolen von Repräsentation und Reklame der Bauherren und Stadtverwaltungen auch bemerkenswerte ingenieurtechni-

Das Empire State Building in New York, 1930/31 erbaut – seinerzeit der Inbegriff des amerikanischen Wolkenkratzers



sche Leistungen verkörpern. Der höchste Wolkenkratzer ist der 443 m hohe Sears Tower in Chicago, ein Bürohochhaus des Versandhauskonzerns Sears, Roebuck & Co. Ein imposantes Bauwerk stellen die 410 m hohen Zwillingstürme des World Trade Center in New York dar. Das »Welthandelszentrum« soll den amerikanischen Export- und Importunternehmen als Hauptquartier dienen; es faßt die im Welthandel tätigen Staatsbehörden und Privatfirmen in einem einzigen Standort zusammen. Neben den beiden 110geschossigen Türmen mit Etagenflächen von jeweils rund 4000 m² gehören dazu noch zwei Gebäude mit neun Stockwerken für Ausstellungszwecke, ein achtgeschossiger Bau für die Zollbehörde und ein Hotel. Schwindelerregend ist aber nicht nur die Höhe der Zwillingstürme: Die Kosten betrugen rund eine Milliarde Dollar. Im World Trade Center arbeiten 50000 Menschen, zu denen sich täglich rund 80000 Besucher gesellen sollen. In den Gebäuden stecken 200000 t Stahl und 320000 m³ Beton. Allein die 43600 Fenster der beiden Bürotürme nehmen eine Fläche von 55000 m² ein. Der ganze Komplex wiegt 1200000 Tonnen – ein fast unvorstellbares Gewicht.

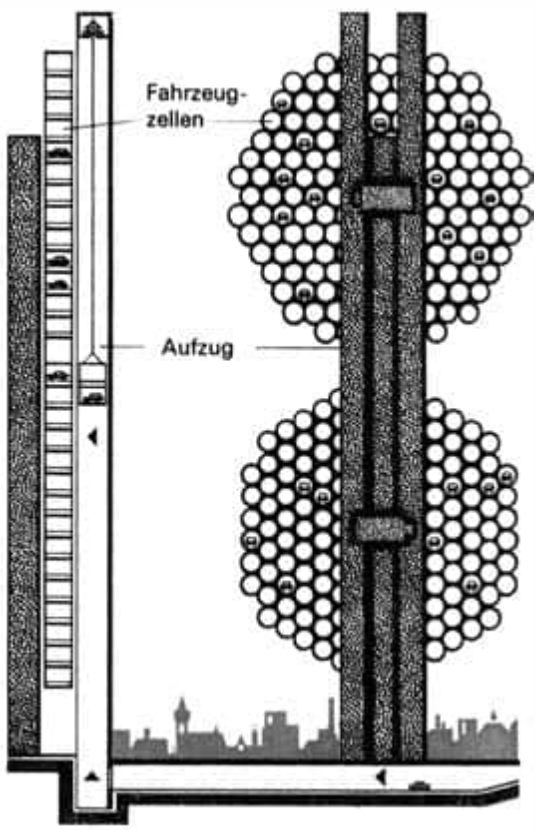
Das Welthandelszentrum ist eigens für Menschen gebaut worden, die nicht schwindelfrei sind. Viele Wolkenkratzer, die in den sechziger und siebziger Jahren errichtet wurden, erhielten noch Außenwände vollständig aus Glas. Doch viele Angestellte konnten oder wollten nicht in solchen Hochhäusern arbeiten, sie fühlten sich dort nicht wohl. Dieses Problem wurde nun bereits bei der Planung des World Trade Center berücksichtigt. Beide Türme bestehen unter anderem deshalb aus langen Reihen von geradlinigen Stützbalken, die in knapp einem Meter Abstand voneinander das ganze Gebäude umgeben. In den Zwischenräumen sind die 55 cm breiten Fenster plaziert. Jedes der Stockwerke (die übrigens frei von Innenstützen sind und eine flexible Aufteilung der Räume gestatten) umringen innen an den Fenstern entlang die Klimaanlagen und Heizkörper. Dadurch

Der Fernsehturm Ostankino; er wurde 1967 seiner Bestimmung übergeben und zählt seitdem zu den Wahrzeichen Moskaus

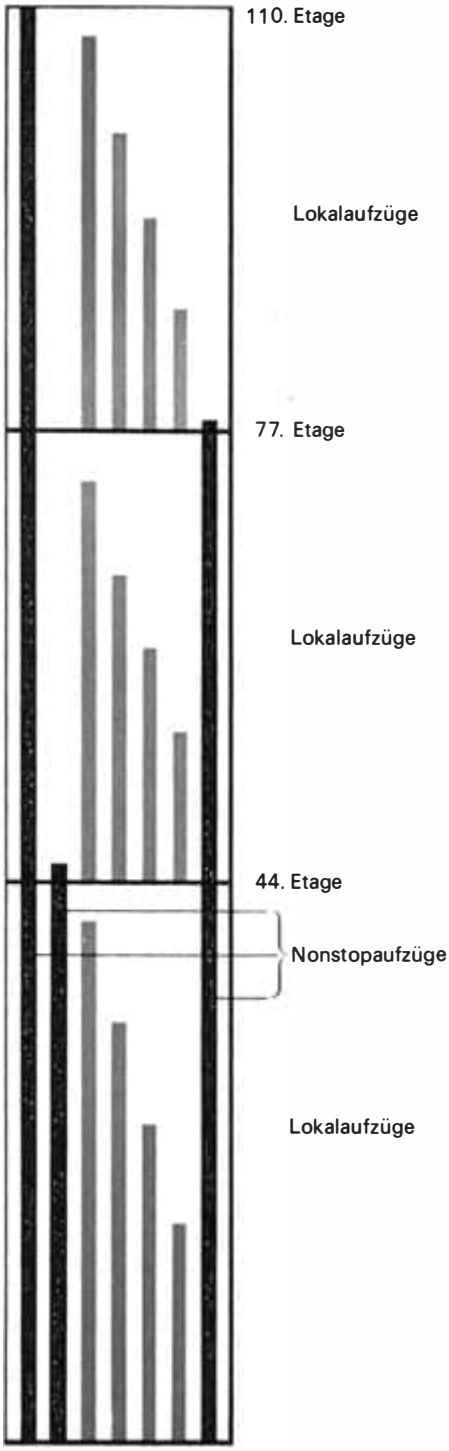
kann man nicht näher als 50 cm an die Fenster herankommen. So stellen sich nur ganz selten Schwindelgefühle ein – trotz der »schwindelnden Höhe«.

Einmalig in der Wolkenkratzer-Baugeschichte dürfte auch die Aufzugsfrage gelöst worden sein, von der in einem Hochhaus fast alles abhängt. »Skylobby« nennt man die Lösung, was besagen soll, daß es nicht nur auf der Eingangsebene eine Empfangshalle gibt, sondern auch im 44. und im 77. Stockwerk. Jeder Turm wird von 23 Expreßaufzügen, 72 Lokalaufzügen und vier großen Frachtaufzügen bedient. Sie schaffen 30 Stundenkilometer und transportieren bis zu 55 Personen. Von diesen 99 Aufzügen legt in jedem Turm nur einer die ganze Strecke von oben nach unten zurück. Vom Erdgeschloß fahren nonstop 11 Aufzüge zum 44. Geschoß und 12 weitere zur Ebene 77. Zwischen den drei Gebäudeebenen (Erdgeschoß, 44. und 77. Etage) verkehren dann die Lokalaufzüge, in die umgestiegen werden muß. Das World Trade Center ragt nicht nur 110 Stockwerke in den Himmel, es wurzelt auch mit sechs Etagen 21 m tief unter der Erde. Im ganzen sorgen 1250 Menschen, einschließlich Putzfrauen, Polizei, Technikern und Angestellten, für einen reibungslosen Betrieb, unter anderem in 22 Restaurants, aber nur in einer einzigen Küche im 1. Untergeschoß. Fünf Stockwerke unter der Erde versorgen riesige Pumpen die Klimaanlage mit Kühlwasser, das aus dem Hudson River angesaugt wird. Normalbedarf: 150000 l pro Minute. Das »Allerwichtigste« ist das Notstromkraftwerk. Fünf Dieselmotoren mit einer Kapazität von 1·200 kW sorgen dafür, daß bei einem Stromausfall, wie er in New York gelegentlich vorkommt, die Bewohner des Gebäudes evakuiert werden können. 1976 war dies schon einmal erforderlich, glücklicherweise erst um 22 Uhr, als sich nur noch wenige Menschen im Hause befanden. Alle konnten innerhalb von zwei (!) Stunden gefunden und evakuiert werden.

Mit dem größten Gebäude der Welt sind aber noch weitere Probleme verbunden; denn täglich mehr als 100000 Menschen in dem ohnehin gedrängten Manhatten zu der relativ kleinen Fläche des Welthandelszentrums zu befördern ist trotz aller Vorkehrungen sehr kritisch geworden. Bereits heute gibt es in dem Distrikt gestaffelte Arbeitszeiten, um die Verkehrsströme einigermaßen bewältigen zu können. Eine andere Schwäche des World Trade Center, die es mit zahlreichen Wolkenkratzern in den USA teilt, ist die unrentable Auslastung der Büroflächen in vielen Etagen. Mehrere Jahre nach der prunkvollen Einweihung warten noch etwa 30 % der Büros auf zahlungskräftige Interessenten, obwohl geschäftstüchtige Unternehmen in Zusammenarbeit mit den Eigentümergesellschaften der Hochhäuser ältere Gebäude abreißen lassen, um deren Mieter zum Einzug in die Riesen aus Stahl, Aluminium und



Vorschlag für ein Garagenhochhaus



Aufzugsystem im World Trade Center

Glas zu zwingen. Gegenwärtig fallen auf diese Weise pro Jahr immerhin mehr als 50000 der in New York bereitstehenden 14 Mill. m² Bürofläche »der Spitzhacke« zum Opfer.

Viele Architekten, Bauingenieure und Stadtplaner, die von einer vertikalen Lösung der Städtebauprobleme begeistert sind, schlagen vor, noch größere Wolkenkratzer zu entwickeln, in denen die Bewohner ganzer Siedlungen und sogar von Großstädten mit allen notwendigen stadttechnischen und sozialen sowie kulturellen und administrativen Einrichtungen Platz finden können. Bereits 1956 stellte der amerikanische Architekt Frank Lloyd Wright sein Projekt einer »meilenhohen Hochhausstadt« vor, einer 1610 m hohen Großwohneinheit für 130000 Einwohner mit 528 Stockwerken und allen dazugehörigen Einrichtungen. Die 1250 m hohe »Stadt im Turm« des Westberliner Architekten Gabriel soll in 356 Geschossen rund 8000 Wohnungen zu 100 m² Grundfläche aufnehmen, dazu fünf Kirchen, 16 Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Hotels, Theater, Kinos und Kaufhäuser – und das für insgesamt 24000 Menschen. Auch für die Finanzierung seines schornsteinförmigen Wohnturmes hat der Architekt des 2,5-Milliarden-Projektes bereits Vorstellungen. Er will eine Aktiengesellschaft gründen, die an Interessenten in aller Welt Zertifikate verkauft. Die Wohnungen sollen im übrigen für 100000 Mark zum Kauf angeboten werden. In einer Denkschrift nennt Gabriel als Vorteile des Turmwohnens: Die oberen Stockwerke liegen über der Wolkendecke und sind unbeeinflußt von Regen, Schnee und allen Umweltbelästigungen. Mit anderen Worten, unten wohnen und arbeiten die Angestellten und Arbeiter, und oben wohnen die, die von deren Arbeit sorglos leben – übrigens ein Konzept, das in kleineren Maßstäben in den USA, unter anderem mit dem Bau des 335 m hohen John-Hancock-Center in Chicago, bereits verwirklicht wird.

Noch utopischer mutet der Vorschlag des englischen Bauingenieurs Frishman an: ein Koloß mit 850 Geschossen, der eine Höhe von

Modell eines Hochhauses für Pittsburgh (USA)

Die höchsten Bauwerke der Erde (Auswahl)

Sendemast Gabin (VR Polen)	646 m
Fernsehturm Toronto (Kanada)	550 m
Fernsehturm Moskau (UdSSR)	537 m
Sears Tower Chikago (USA)	443 m
World Trade Center New York (USA)	410 m
Empire State Building New York (USA)	381 m
Schornstein Ontario (Kanada)	381 m
Fernsehturm Berlin (DDR)	365 m
Antennenmast Zehlendorf (DDR)	356 m
Schornstein Uglegorsk (UdSSR)	320 m
Staudamm Nurek (UdSSR)	317 m
Eiffelturm Paris (Frankreich)	300 m
Schornstein Böhlen, Lippendorf und Boxberg (DDR)	300 m
Staumauer Grand-Dixence (Frankreich)	284 m
Fernsehturm Dresden (DDR)	252 m
Lomonossow-Universität Moskau (UdSSR)	243 m
Stationäre Bohrinsel (USA)	236 m
Palast für Kultur und Wissenschaft Warschau (Polen)	230 m
Hochspannungsmaste Chushi (Japan)	226 m
Hochhaus Dorogomilow-Kai Moskau (UdSSR)	208 m
Hochspannungsmaste Messina (Italien)	200 m
Bockkran Malmö (Schweden)	136 m
Hotel »Stadt Berlin« Berlin (DDR)	123 m
Universitäts-Hochhaus Jena (DDR)	122 m
Hochöfen (UdSSR)	100 m
Radioteleskop Effelsberg (BRD)	100 m
Wohnhochhaus Leipzig (DDR)	90 m

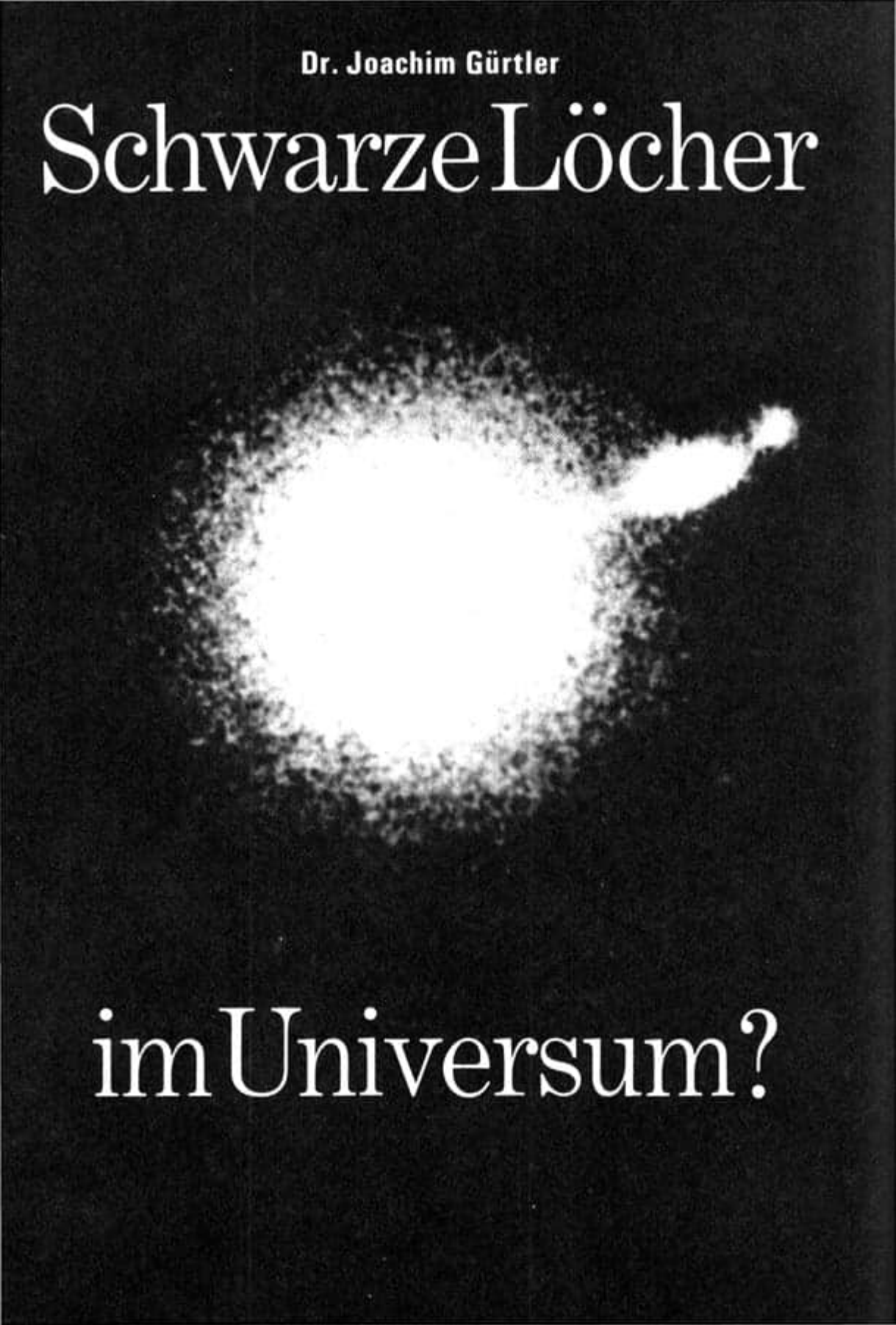
sage und schreibe 3200 m erreichen soll. Der superhohe Wohnturm soll 500000 Menschen beherbergen. Frishman schlägt vor, die tragende Stahlskelettkonstruktion in Form von Baumstämmen mit Geschoß-»Zweigen« auszubilden. Das 150 m tiefe Fundament ist in Angleichung an das Wurzelwerk eines Baumes projektiert. Klimaanlagen sollen auch in den höchsten Etagen normale Temperaturen sowie Luftfeuchte und Luftdruck garantieren. Ideen anderer Architekten und Stadtplaner gehen davon aus, daß Superhochhäuser durchaus nicht immer nadelgleich in den Himmel zu ragen brauchen; sie können auch gedrungen, »plattgedrückt«, dem Erdboden verhaftet sein. Eine derartige Hügelstadt könnte die Form eines abgestumpften Kegels von 1 bis 1,5 km Höhe und mit einem kreisförmigen Unterbau von 30 bis 35 km Durchmesser haben. Die terrassenförmig gestalteten Wohnungen befänden sich ausschließlich an der Peripherie des pyramidenhaften Gebäudes. Auf einer Fläche, wie sie etwa das heutige Moskau innerhalb des Chausseeringes einnimmt, würde die Hügelstadt rund 55 Millionen Menschen aufnehmen – das Achtfache dessen, was Moskau derzeit an Einwohnern beherbergt.

Die von den Planern der Turmstädte angestellten Berechnungen sowie vergleichbare Bauwerke beweisen, daß derartige Großprojekte beim heutigen Stand der Wissenschaft und Technik verwirklicht werden könnten. Da aber jede Form des Bauens zugleich eine soziale Seite und vor allem oder gerade deswegen auch eine ökonomische Seite hat, ergeben sich für uns zwangsläufig bestimmte Grenzen der Höhenentwicklung von Wohn-, Verwaltungs- und Hotelbauten sowie ihrer Konzentration im städtebaulichen Ensemble. Sozialistische Städte werden niemals eine solche Konzentration von Hochhäusern mit ihren sonnen- und baumlosen Schluchten aufweisen, wie das beispielsweise auf der Insel Manhattan, der City von New York, oder in anderen kapitalistischen Städten der Fall ist.

Hochhäuser, die insbesondere in den letzten Jahren in sozialistischen Ländern errichtet wurden, zeigen, daß auch bei uns der Trend zu hohen Bauwerken immer mehr zugenommen hat und daß eine Komplettierung und Ergänzung der Stadtzentren in vertikaler Richtung sowie eine Erweiterung der Städte durch die Einbeziehung des unterirdischen Bauraumes erfolgt. Wir stehen hinsichtlich der Hochhausbauten in ihrer Nutzung als Verwaltungs-, Hotel-, Wohn- und Produktionsgebäude noch am Anfang dieser Entwicklung. Was uns heute noch zu phantastisch und unreal erscheint, ist in naher Zukunft vielleicht schon Selbstverständlichkeit.

Dr. Joachim Gürtler

Schwarze Löcher im Universum?



In den letzten beiden Jahrzehnten haben die kompakten Endzustände der Sternentwicklung zunehmend an Interesse gewonnen. Sie erwiesen sich als wesentliches Element sehr verschiedenartiger kosmischer Objekte, z. B. der Novae und der Röntgensterne. Die Weißen Zwerge – die erste Möglichkeit für einen Stern, sein Leben zu beenden – sind am längsten bekannt. Vor fünfzehn Jahren wurden die Neutronensterne entdeckt. Die Schwarzen Löcher aber sind zweifelsohne der exotischste unter den drei möglichen Endzuständen. Der Ruf des Ungewöhnlichen, Geheimnisvollen, kaum Begreifbaren geht ihnen voraus und lenkt die Aufmerksamkeit der astronomisch Interessierten auf sie. Schwarze Löcher im Universum! Welche Rolle spielen sie dort? Gibt es sie, oder kann es sie zumindest geben? Welche Gründe kann man heute dafür nennen, daß sie nicht bloß kühne Gedankengebilde sind, sondern tatsächlich im Weltall vorkommen?

Kompakte Objekte und Sternentwicklung

Die Sterne sind Gaskugeln, in denen der Druck des heißes Gases der von der eigenen Masse erzeugten Schwerkraft die Waage hält. Da die Sterne ständig Energie, unter anderem in Form von Licht abgeben, können sie nur dann stabil sein, wenn sie über innere Energiequellen verfügen. Andernfalls würde die Schwerkraft die Oberhand gewinnen und das Gas immer stärker zusammenpressen; der Stern würde kontrahieren.

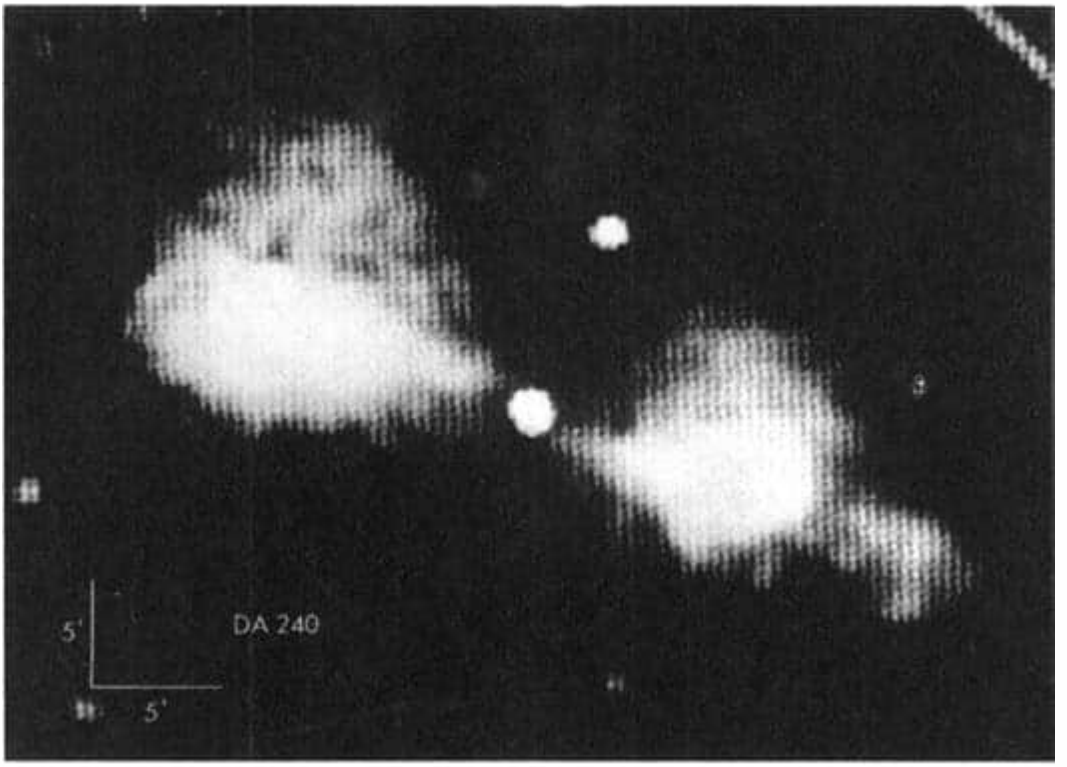
Die meisten Sterne, die wir am Himmel beobachten, darunter auch unsere Sonne, decken ihren Energieverlust, indem sie im Innern über verschiedene Zwischenstufen aus vier Wasserstoffkernen (Protonen) einen Heliumkern aufbauen. Vergleicht man die Masse des Heliumkerns mit der von vier Protonen, so scheint beim Aufbau Masse verlorengegangen zu sein. Dieser Massendefekt ist jedoch nichts anderes als das Äquivalent der freigesetzten Energie gemäß Einsteins berühmter Formel $E = mc^2$. Um die Energieabstrahlung der Sonne ($3{,}83 \times 10^{26}$ W) zu decken, müssen in jeder Sekunde Wasserstoffkerne zu 3×10^{37} Heliumkernen verschmelzen.

Selbst die riesigen Wasserstoffvorräte der Sonne gehen einmal zur Neige. In etwa fünf Milliarden Jahren wird sie sich durch eine gründliche Umordnung in ihrem Innern in einen Roten Riesen verwandeln: Dichte und Temperatur werden so weit ansteigen, daß zunächst Heliumkerne zu Kohlenstoffkernen und später zu noch schwereren Kernen verschmolzen werden. Gleichzeitig wird sie ihre äußere Hülle bis in die Nähe der Erdbahn aufblähen. Sind jedoch die letzten Kernenergiereserven erschöpft, muß sich die Sonne unweigerlich zusammenziehen.

1931 entdeckte der aus Indien stammende Astrophysiker S. Chandrasekhar, daß die Kontraktion bei Sternen, deren Masse das 1,4fache der Sonnenmasse nicht übersteigt, zum Stillstand kommt. Im Sterninnern sind alle Atome vollständig ionisiert. Mit wachsender Dichte fangen die Elektronen an, sich selbst im Wege zu sein. Ein Gesetz der Quantenmechanik (das sogenannte Pauli-Prinzip) verbietet nämlich, daß mehr als zwei Elektronen den gleichen Ort und Impuls besitzen. Das Volumen des Sterns und der Gesamtenergieinhalt des Elektronengases begrenzen die möglichen Orte und Impulse. Eine weitere Kontraktion des Sterns wird dann unmöglich, wenn die Elektronen dem räumlichen Gedränge nicht durch höhere Impulse entkommen können. Die Berechnungen zeigen, daß die Entartung des Elektronengases, wie man diesen Zustand nennt, mit Dichten von $3 \times 10^9\,\mathrm{kg\,m^{-3}}$ verbunden ist. Ein Stern von der Masse der Sonne hätte dann einen Durchmesser von nur 11 000 km.

Solche Winzlinge hatte man längst unter den Sternen aufgefunden. Man nannte sie Weiße Zwerge, weil ihr Licht zwar weiß ist wie das vieler anderer Sterne, aber aus ihrer geringen Helligkeit ein unglaublich kleiner Radius abzuleiten war. Da sie mit gewöhnlichen Sternen vergleichbare Massen zu haben schienen, mußten sie eine ungeheuer große

Vorangehende Seite: Die aktive Galaxis M 87 im Sternbild Jungfrau mit dem leuchtenden Materiestrahl. In ihrem Kern befindet sich möglicherweise ein ungewöhnlich massereiches Schwarzes Loch



Dichte besitzen. Rückschauend hat der große englische Astronom A. S. Eddington die Reaktion der Wissenschaftler auf die Botschaft dieser Sterne so beschrieben: »Die Antwort, die die meisten von uns 1914 gaben, lautete: ›Halte den Mund! Rede keinen Unsinn!‹«

Das Schicksal von Sternen, deren Masse den Chandrasekharschen Grenzwert überschreitet, wurde nach Vorarbeiten von L. D. Landau durch G. Gamow, J. R. Oppenheimer u. a. bis 1939 im wesentlichen geklärt. Während sich unter Laborbedingungen das Neutron unter Aussendung eines Elektrons und eines Neutrinos in ein Proton umwandelt (sogenannter Betazerfall), werden im Innern eines kontrahierenden massereichen Sterns die Dichte und der Druck schließlich so hoch, daß die Elektronen gleichsam in die Protonen hineingepreßt werden, wobei Neutronen entstehen (sogenannter inverser Betazerfall); am Ende besteht der Stern praktisch vollständig aus Neutronen. Ein solcher Neutronenstern ist stabil, wenn seine Masse einen gewissen Höchstwert nicht überschreitet (Oppenheimer-Volkoffscher Grenzwert). Der Grund für die Stabilität ist der gleiche wie bei den Weißen Zwergen. Die Neutronen unterliegen ebenfalls dem Pauli-Verbot. Die Maximalmasse ist auch heute noch nicht genau bekannt. Man glaubt, daß sie zwei bis drei Sonnenmassen beträgt. Unsere Sonne hätte als Neutronenstern einen Durchmesser von ungefähr 20 km. Ihre Dichte betrüge 5×10^{17} kg m^{-3}.

Gibt es im Weltall Neutronensterne? Die Suche nach ihnen erschien hoffnungslos. Bei ihren winzigen Durchmessern mußte selbst bei sehr hohen Oberflächentemperaturen die Helligkeit außerordentlich gering sein. Stünde am Ort der Sonne ein Neutronenstern, so erschiene er uns nicht heller als die Venus!

Trotzdem geriet bereits 1934 ein winziges Sternchen mitten im Krebsnebel in den Ver-

Radiobild der Radiogalaxis DA 240. Bei den meisten Radiogalaxien kommt die Radiostrahlung nicht aus der Galaxis selbst, sondern aus zwei ausgedehnten, bis zu 20 Millionen Lichtjahre auseinander liegenden Plasmawolken, die in entgegengesetzte Richtungen aus dem Kern herausgeschleudert wurden. Der genaue Mechanismus ist unbekannt, doch möglicherweise ist ein rotierendes Schwarzes Loch die »Schleuder«

dacht, ein Neutronenstern zu sein: F. Zwicky und W. Baade äußerten die Vermutung, daß der katastrophenartige Kollaps eines normalen Sterns zu einem Neutronenstern die Ursache der Supernovaausbrüche sein könnte. Die Bestätigung dieser kühnen Hypothese erfolgte erst mehr als drei Jahrzehnte später mit der Entdeckung der Pulsare. Das von Baade verdächtigte Sternchen erwies sich als einer der jüngsten bekannten Neutronensterne, wie aus seiner extrem kurzen Rotationsperiode von 0,033 s zu schließen ist.

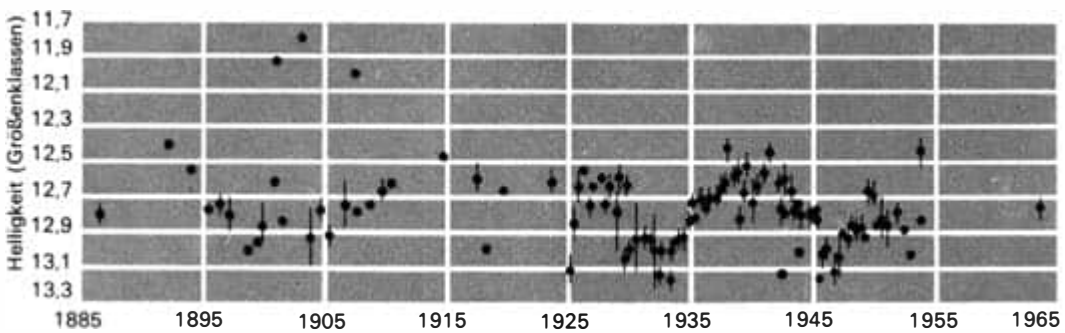
Welches Ende erwartet einen Stern, dessen Masse die der Sonne um ein Vielfaches übertrifft? Der Bereich der bekannten Sternmassen erstreckt sich bis über hundert Sonnenmassen. Wenn der Stern seine überschüssige Masse im Laufe seiner Entwicklung verliert, beendet er seinen Lebensweg als Weißer Zwerg oder als Neutronenstern. Es ist bekannt, daß viele Sterne einen Teil ihrer Masse in Form eines Sternwindes abblasen. Die planetarischen Nebel stellen die expandierende Hülle eines ehemaligen Roten Riesen dar, der auf dem Wege zu einem Weißen Zwerg ist. Allerdings ist es schwer vorstellbar, daß z. B. ein Stern mit der 15fachen Masse der Sonne 85 % seiner Masse auf diesen Wegen verlieren kann. Gelingt es ihm aber nicht, durch Massenabgabe unter einen der Grenzwerte zu rutschen, so gibt es kein Mittel, die Kontraktion aufzuhalten. Der Stern muß mit wachsender Geschwindigkeit kollabieren und erreicht schließlich den Zustand, den man Schwarzes Loch nennt.

Als sich diese Konsequenz nach der Entdeckung des Chandrasekharschen Grenzwertes zum ersten Mal stellte, schrieb der englische Astronom E. A. Milne: »Für mich ist klar, daß sich die Materie nicht so verhalten kann, wie Sie es voraussagen.« Und A. S. Eddington meinte: »Ich denke, es sollte ein Naturgesetz geben, das verhindert, daß ein Stern sich so absurd verhält.« Bis heute ist jedoch keine Möglichkeit bekannt geworden, den Kollaps eines massereichen Sterns aufzuhalten.

Eigenschaften Schwarzer Löcher

Der fortgesetzte Kollaps eines Sterns läßt die Schwerkraft an seiner Oberfläche riesige Werte annehmen. Deshalb können die Eigenschaften der Schwarzen Löcher nur im Rahmen der allgemeinen Relativitätstheorie richtig verstanden werden, die die genaueste uns bekannte Theorie der Gravitation darstellt. Alle Experimente, die von Physikern und Astronomen zu ihrer Prüfung ersonnen wurden, haben ihre Gültigkeit auf das glänzendste bestätigt.

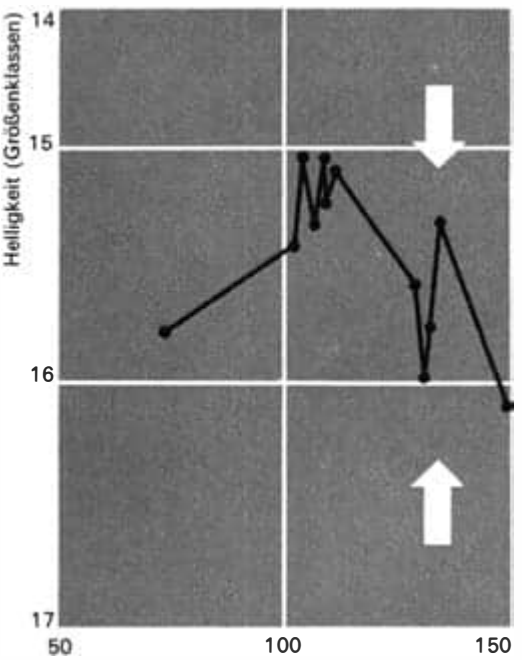
Ein Wesenszug der Relativitätstheorie ist die Vereinigung des Raumes und der Zeit zu einem vierdimensionalen Kontinuum, dessen Krümmungseigenschaften durch die in ihm vorhandenen Massen bestimmt sind. Ein weiterer Bestandteil ist die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, die gleichzeitig die größtmögliche Geschwindigkeit überhaupt ist. Ein Körper, der (im Ruhezustand) Masse besitzt, muß sich demnach stets langsamer als das Licht bewegen. Veranschaulichen wir uns die Verhältnisse für einen Raum mit zwei Dimensio-



Veränderliche Helligkeit ist ein Merkmal aktiver Galaxienkerne und insbesondere der Quasare. Die Lichtkurve des Quasars 3C 273 zeigt Änderungen um nahezu eine Größenklasse (d. h. um einen Faktor 2,5) über Zeiträume von einem Jahr oder weniger. (Die senkrechten Striche bei einigen Punkten geben die Meßunsicherheit an)

nen, so läßt sich für jeden Punkt ein Kegel zeichnen, dessen Mantel die möglichen Bahnen eines von dem Punkt ausgehenden Lichtsignals sind. Die Bewegung eines Körpers kann nur auf einer Bahn erfolgen, die innerhalb dieses »Lichtkegels« liegt. Die Krümmung der Raumzeit spiegelt sich in der gegenseitigen Lage der Kegel wieder. Weit entfernt von gravitierenden Massen, im ungekrümmten Raum also, liegen alle Kegelachsen parallel zueinander und zur Zeitachse. Krümmung äußert sich in einer Neigung der Kegelachsen (s. Abb. S. 101).

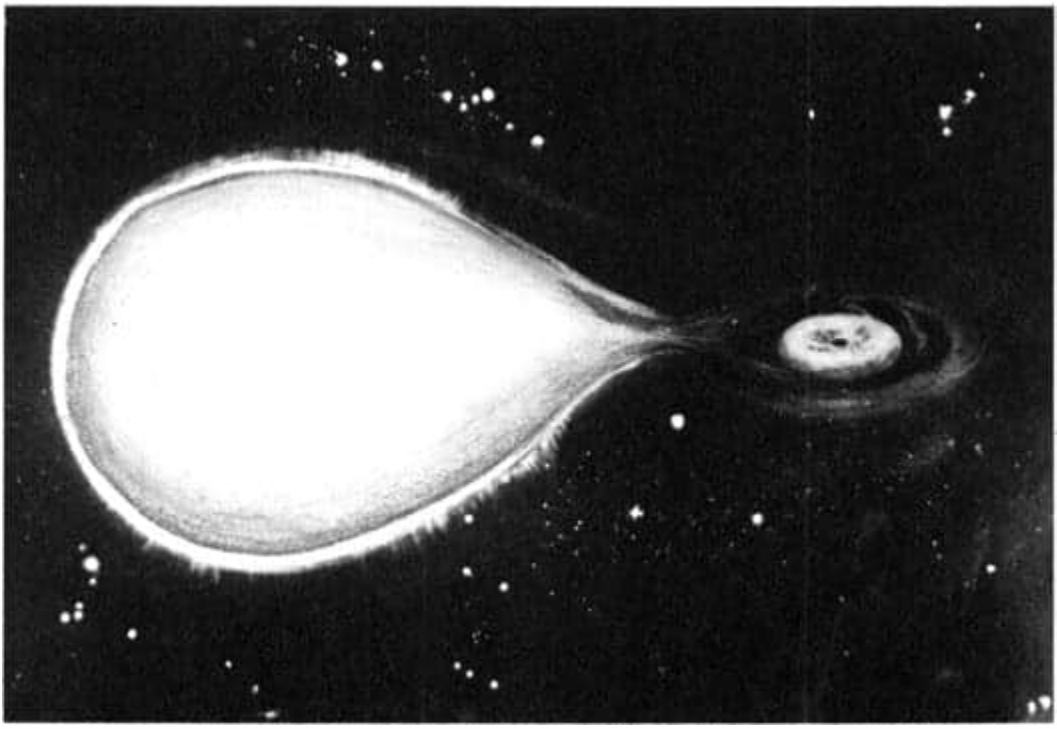
Verfolgen wir den Kollaps eines Sterns in der dreidimensionalen Vereinfachung (zwei Raum-, eine Zeitkoordinate). Am Ort des entfernten Beobachters liegt die Achse des Kegels parallel zur Zeitachse. Je näher wir an den kollabierenden Stern herangehen, um so stärker sind die Kegel geneigt. Durch die wachsende Massenkonzentration im Verlaufe des Kollapses nimmt die Schwerkraft zu; im Sinne der allgemeinen Relativitätstheorie vergrößert sich die Krümmung des Raumes. Dies äußert sich in einer zunehmenden Neigung der Lichtkegel. Nach einer gewissen Zeit haben sich stationäre Verhältnisse ausgebildet. In einer bestimmten Entfernung vom Zentrum des Sterns liegt nun eine Seite des Kegels parallel zur Zeitachse. Das bedeutet, daß ein Lichtsignal, das von einem solchen Punkt ausgesandt wird, selbst im günstigsten Fall seine Entfernung vom Sternmittelpunkt nicht vergrößern kann. Körper können sich nur noch in Richtung zum Mittelpunkt bewegen, d. h., der Kollaps muß immer weitergehen. Der »Zylinder« in der Raumzeit, dessen Oberfläche gerade kein Lichtsignal mehr verlassen kann, heißt Ereignishorizont. Sein Radius ist der bekannte Schwarzschildradius.



Noch raschere Helligkeitsschwankungen hat man z. B. bei dem Quasar 3C 454.3 beobachtet, bei dem sich die Helligkeit innerhalb einer Woche um eine Größenklasse erhöhte. Das strahlende Gebiet muß daher in seinen Abmessungen mit dem Sonnensystem vergleichbar sein

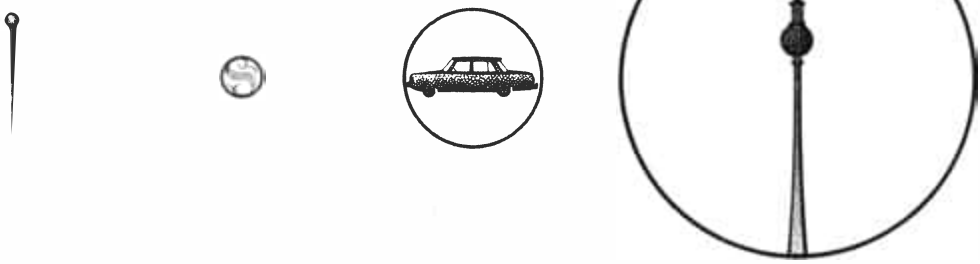
Von dem Augenblick an, in dem sich der Ereignishorizont gebildet hat, sprechen wir von einem Schwarzen Loch. In seinen zentralen Bereichen überschreitet die Schwerkraft jedes vorstellbare Maß; die Krümmung des Raumes wird unendlich. Bereits über Entfernungen, die kleiner als die Abmessungen von Elementarteilchen sind, treten so gewaltige Gezeitenkräfte auf, die sie zerreißen. Hier befindet sich die sogenannte Singularität, in deren Bereich hinein die Extrapolation mit den uns bekannten physikalischen Gesetzen offensichtlich nicht erlaubt ist.

Der entfernte Beobachter sieht von der Singularität nichts. (Nach einer noch unbewiesenen, aber sehr wahrscheinlichen Hypothese sind übrigens bei Kollapsen entstehende Singularitäten grundsätzlich nicht »nackt«, d. h., sie sind immer unter einem Ereignishorizont verborgen.) Er kann nicht einmal das Verschwinden des Sterns hinter dem Ereignishorizont feststellen, sondern die einstürzende Materie scheint unmittelbar über dem Horizont zur Ruhe zu kommen. Schuld an diesem Eindruck ist der Effekt der Zeitdilatation. Signale, die während des Kollapses in gleichmäßigen Abständen ausgesandt werden, kommen beim Beobachter erst in immer größeren Zeitabständen an, da der in der Raumzeit zurückzulegende Weg immer länger wird. Allerdings können wir den Kollaps eines Sterns auch nicht als unend-



lich langen Prozeß verfolgen, weil die Strahlung zunehmend rotverschoben erscheint. Die Helligkeit eines kollabierenden Sterns wird deshalb sehr rasch schwächer.

Das Bild des Gravitationskollapses, wie wir es gerade für den kugelsymmetrischen Fall beschrieben haben, gilt auch für anfänglich nicht symmetrische Materieanordnungen. Es gehört zu den Überraschungen der Theorie der Schwarzen Löcher, daß ein Gravitationskollaps unabhängig davon, wie die Massenverteilung am Anfang war, immer in einem kugelsymme-



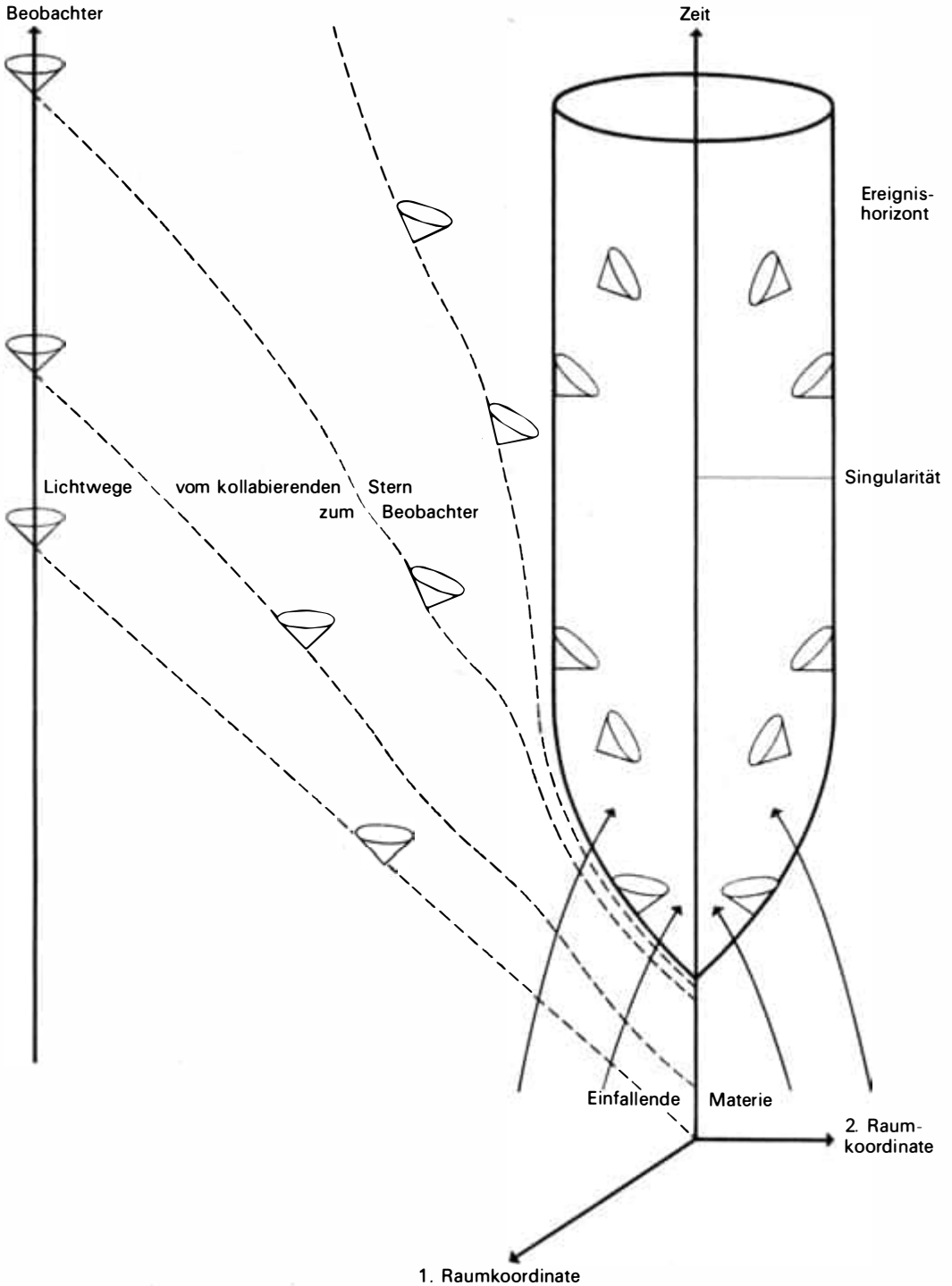
Schwarzes Loch
≙ Stecknadelkopf

Neutronenstern
≙ Murmel

Weißer Zwerg
≙ Kugel, in die ein PKW paßt (= 3 m ∅)

Sonne
≙ Kugel, in die der Berliner Fernsehturm paßt (= 300 m ∅)

Oben: So muß man sich die Verhältnisse bei der Röntgenquelle Cygnus X-1 ungefähr vorstellen. Vom normalen, tropfenförmig verzerrten Stern strömt Gas in den Anziehungsbereich des Schwarzen Loches hinüber und stürzt auf einer Spiralbahn zu ihm hinunter, die sich immer enger windet und noch außerhalb des Ereignishorizontes zu einer rasch rotierenden Gasscheibe verschmilzt. Durch innere Rei-



bung im Gas steigt die Temperatur so weit an, daß die Scheibe Röntgenstrahlung aussendet
Links unten: Größenvergleich zwischen Sonne, Weißem Zwerg, Neutronenstern und Schwarzem Loch

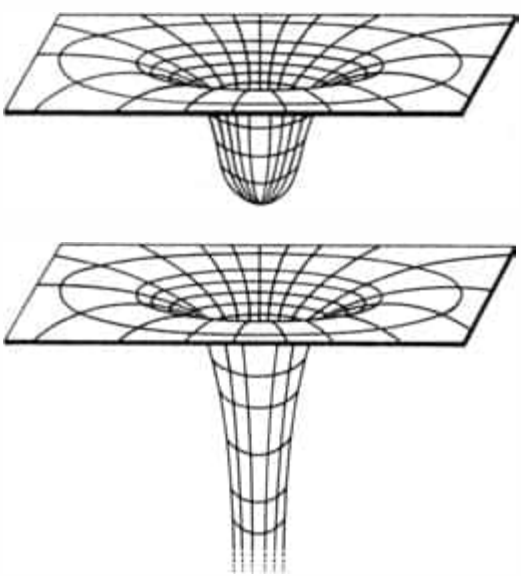
Entwicklung eines Schwarzen Loches in einer dreidimensionalen Raumzeit. Ausgewählte Punkte sind mit einem Lichtkegel versehen

trischen Schwarzen Loch endet. Das ist der Inhalt des sogenannten No-Hair-Theorems. (Komplizierter sind die Verhältnisse in der Umgebung rotierender Schwarzer Löcher. Unmittelbar außerhalb des Ereignishorizontes schließt sich die Ergosphäre an, aus der Teilchen, die unter bestimmten Richtungen eingedrungen sind, wieder entkommen können.)

Wenn man die Vorstellungen der Quantenfeldtheorie mit der bisher skizzierten Theorie der Schwarzen Löcher verknüpft, wird man zu der Schlußfolgerung geführt, daß sie allem bisher Gesagten zum Trotz zwar sehr lange, aber doch nur endliche Zeit leben. Man findet z. B. für ein Schwarzes Loch von einer Sonnenmasse eine Lebensspanne von 10^{64} Jahren. Gegenüber dieser unvorstellbar langen Zeit ist das Alter des Universums (ungefähr 15×10^9 Jahre) weniger als ein kurzer Augenblick!

Gibt es Schwarze Löcher im Universum?

Nachdem wir festgestellt haben, daß die modernen Vorstellungen über die Sternentwicklung den unbegrenzten Gravitationskollaps für massereiche Sterne voraussagen und dieser mit der allgemeinen Relativitätstheorie in vollem Einklang steht, ist die Existenz Schwarzer Löcher im Universum höchst wahrscheinlich. Was kann nun aber von seiten der Beobachtung zu dieser Frage gesagt werden?



Zweidimensionale Veranschaulichung eines ungekrümmten Raumes, der Raumkrümmung in der Umgebung eines Sternes und in der Umgebung eines Schwarzen Loches

Weil der Kollaps für einen entfernten Beobachter unendlich lange dauert, kann es nicht darum gehen, dessen Ergebnis, also das Schwarze Loch, nachzuweisen. Wenn im folgenden von Schwarzen Löchern gesprochen wird, so sind damit Objekte gemeint, deren Materie praktisch den Ereignishorizont erreicht hat.

Da es aussichtlos ist, nach der Eigenstrahlung Schwarzer Löcher oder der letzten Kollapsphase zu suchen, kann man nur versuchen, die Krümmung des Raumes in ihrer Umgebung, d. h. die von ihnen ausgehende Schwerkraft, nachzuweisen, wenn ein sichtbarer Körper (ein Stern) ihnen genügend nahe kommt. In einem Doppelsternsystem ist diese Voraussetzung erfüllt. Ein scheinbar einfacher Weg, Schwarze Löcher zu entdecken, besteht folglich darin, bei Sternen unsichtbare Begleiter hoher Masse aufzuspüren. Für eine überzeugende Beweisführung muß man freilich zusätzlich fordern, daß der Nachweis der für ein Schwarzes Loch zu erwartenden winzigen Abmessungen erbracht wird.

Mit optischen Mitteln allein ist bisher kein überzeugender Kandidat für ein Schwarzes Loch gefunden worden. Mit den Entdeckungen der Röntgenastronomie hat sich die Lage jedoch gründlich verbessert. Zahlreiche kosmische Röntgenquellen erwiesen sich als enge Doppelsterne aus einem gewöhnlichen und einem Neutronenstern. Die Röntgenstrahlung besteht oft aus kurzen Pulsen, die an die Radiopulse der Pulsare erinnern und wie diese durch die Rotation des Neutronensterns verursacht werden. Der Pulsperiode der Röntgenpulsare ist eine periodische Schwankung überlagert, die eine direkte Folge der Bahnbewegung des Neutronensterns um den normalen, optisch sichtbaren Stern ist: Bewegt sich der Neutronenstern auf den Beobachter zu, so folgen die Pulse rascher, bewegt er sich von ihm

weg, so folgen sie langsamer aufeinander, als es dem Mittelwert entspricht. Die Röntgenstrahlung entsteht in »Zusammenarbeit« beider Komponenten des Doppelsternsystems: Von dem normalen Stern fließt Gas hinüber in den Anziehungsbereich des Neutronensterns. Von dessen starkem Gravitationsfeld auf hohe Geschwindigkeiten beschleunigt, stürzt es auf spiralförmigen Bahnen hinab auf den Winzling. Beim Aufprall auf seine Oberfläche erhitzt es sich auf Temperaturen von einigen Millionen Kelvin und sendet die beobachtete Röntgenstrahlung aus.

Die Röntgenquelle Cygnus X-1 im Sternbild Schwan hat einen deutlich anderen Charakter. Die Röntgenstrahlung ist nicht gepulst; sie flackert vielmehr unregelmäßig mit einer Zeitskala, die nach Millisekunden mißt. Diese Beobachtungen passen recht gut zu Vorstellungen von einer Röntgenquelle, in der der Platz des Neutronensterns von einem Schwarzen Loch eingenommen wird. Aus dem vom normalen Stern herüber- und in immer enger werdenden Spiralbahnen auf das Schwarze Loch hinunterströmenden Gas bildet sich außerhalb des Ereignishorizontes eine rasch rotierende Gasscheibe, in der durch Reibung die Temperaturen so hoch sind, daß das Gas im Röntgenbereich leuchtet. Wir sehen also nicht das Schwarze Loch selbst, sondern die es umgebende sogenannte Akkretionsscheibe. Das Flackern geht auf Inhomogenitäten im Gas zurück.

Der entscheidende Hinweis, daß es sich bei Cygnus X-1 nicht um einen Neutronenstern, sondern um ein Schwarzes Loch handeln dürfte, kommt aus der Analyse der Bahnbewegung. Das optische Gegenstück ist ein heißer Stern vom Spektraltyp O. Periodische Verschiebungen der Spektrallinien verraten uns, daß er von einem unsichtbaren Begleiter umlaufen wird, dessen Masse mehr als das Neunfache der Sonnenmasse beträgt. Da wir nach unserem heutigen Kenntnisstand die Existenz so massereicher Neutronensterne ausschließen können, muß es sich bei dem Begleiter um ein Schwarzes Loch handeln. – Es stehen noch weitere Röntgenquellen in dem Verdacht, Schwarze Löcher zu enthalten, doch reichen die Beobachtungsdaten meist noch nicht aus, um andere Deutungen mit so hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen wie bei Cygnus X-1.

Die Art der Energiefreisetzung, die in den Röntgendoppelsternen beobachtet wird, ist der effektivste Energieerzeugungsmechanismus, den wir kennen. Sie ist effektiver als die »Wasserstoffverbrennung«, der die Sterne vom Typ der Sonne für Milliarden von Jahren eine sichere Existenz verdanken. Das auf einen Neutronenstern oder ein Schwarzes Loch hinabstürzende Gas gewinnt eine riesige kinetische Energie, weil die Geschwindigkeit schließlich 40 % der Lichtgeschwindigkeit und mehr erreicht. Bei der plötzlichen Abbremsung wird von jedem Wasserstoffkern ein Vielfaches der Energie abgegeben, die bei der Verschmelzung zu einem Heliumkern verfügbar würde.

Diese einzigartige Möglichkeit, gewaltige Energiemengen auf kleinstem Raume freizusetzen, brachte die Astronomen auf die Idee,

Der Krebsnebel im Sternbild Stier – Ergebnis eines Supernovaausbruches, der 1054 von chinesischen Astronomen beobachtet wurde. Ein schwacher Stern in seinem Zentrum geriet bereits 1931 in den Verdacht, ein Neutronenstern zu sein, als W. Baade und F. Zwicky die Vermutung aussprachen, daß Neutronensterne bei Supernovaausbrüchen entstehen. Diese kühne Hypothese erwies sich als richtig

Schwarze Löcher noch an ganz anderen Stellen im Weltall zu vermuten. Man fragte sich nämlich, ob sie nicht jene rätselhaften »Kraftwerke« sein könnten, die die mannigfaltigen Erscheinungen von »Aktivität«, die Galaxien dem Beobachter darbieten, mit der notwendigen Energie versorgen. Die Quelle der Aktivität befindet sich offenbar in den Kernen der Galaxien. Sie äußert sich in sternartigen Kernen hoher Leuchtkraft (Beispiel Quasare), in Auswürfen relativistischer Plasmawolken (Beispiel Radiogalaxien) und leuchtender Materie, in veränderlicher Helligkeit und in anderen Formen.

Nach den Vorstellungen der »Modellbauer« ist das Kraftwerk ein Schwarzes Loch, das die Masse von etwa hundert Millionen Sonnen in sich vereinigt. Dieses massereiche Objekt saugt aus seiner Umgebung interstellares Gas, aber vielleicht auch ganze Sterne auf. Die Materie wird dabei – ähnlich wie bei den Röntgendoppelsternen – auf hohe Geschwindigkeiten beschleunigt, erhitzt sich durch Reibung und ordnet sich zu einer heißen Gasscheibe um das Loch an. Dabei soll es in den Richtungen senkrecht zur Scheibe zum Auswurf von Materie kommen können, dessen Folge man dann in Gestalt der beiden radiostrahlenden Gebiete bei Radiogalaxien beobachtet.

Die Radiogalaxis M 87 im Sternbild Jungfrau hat bisher die deutlichsten Hinweise auf die Existenz eines Schwarzen Loches in ihrem Kern geliefert. Das zentrale Gebiet von weniger als hundert Lichtjahren Durchmesser zeichnet sich durch eine ungewöhnlich hohe Konzentration von Sternen aus, die sich darüber hinaus mit sehr hohen Geschwindigkeiten bewegen. Diese Befunde lassen auf eine unsichtbare Masse von ungefähr fünf Milliarden Sonnen schließen. Die nächstliegende Form – aber keineswegs die einzig denkbare! – ist ein Schwarzes Loch. Sein Durchmesser beträgt etwa sechs Lichttage. Bei dieser Größe sind die Gezeitenkräfte am Ereignishorizont übrigens so klein, daß ihn Sterne von der Größe der Sonne unbeschadet überwinden und keine optisch auffällige Aktivität mit dem Schwarzen Loch gekoppelt sein muß.

Wir erwarten, daß die Aktivität eines Galaxienkerns verlischt, wenn die Umgebung des Schwarzen Loches leergefegt ist. Es wäre daher denkbar, daß die Kerne normaler Galaxien – wie unser Milchstraßensystem – Schwarze Löcher enthalten, denen der »Brennstoff« ausgegangen ist. In der Tat befindet sich im Zentrum unserer Galaxis eine einzigartige Radioquelle, die den Durchmesser von etwa einer Lichtstunde hat. Die Geschwindigkeiten des Gases in seiner Umgebung sind jedoch nicht extrem hoch. Die Masse eines möglichen Schwarzen Loches beträgt höchstens fünf Millionen Sonnenmassen. Unsere Galaxis war daher niemals eine leistungsstarke Radioquelle!

Ausblick

Das Beobachtungsmaterial über Schwarze Löcher, das die Astronomen bisher zusammentragen konnten, ist noch recht mager. Die Ursache liegt in den Objekten selbst. Es werden immer nur indirekte Beobachtungen sein, da uns Strahlung von den Schwarzen Löchern selbst niemals erreichen kann. Bei der theoretischen Behandlung des Gegenstandes sind allerdings gute Fortschritte erzielt worden. Es gehört zu den großen Herausforderungen an die beobachtenden Astronomen in der Gegenwart, die Entscheidung darüber herbeizuführen, ob die theoretisch für möglich und sogar für wahrscheinlich gehaltenen Schwarzen Löcher auch tatsächlich existieren.

Uwe Gerig

Bimmelbahnen

Vor hundert Jahren, als die Eisenbahn mit ihrem dichten Schienennetz bereits das ganze Land überzogen hatte, wurden die ersten Schmalspurlinien gerade projektiert. Viele von ihnen haben jedoch der modernen Konkurrenz, dem Omnibus, in unseren Tagen wieder weichen müssen. Nur neun Streckenabschnitte mit einer Gesamtlänge von 242,6 km blieben in der DDR erhalten. Dort dampfen weiterhin Kleinbahnlokomotiven. Die technischen Denkmale auf Rädern sind beliebte Fotoobjekte und vielbestaunte Zeugen einer vergangenen Epoche der Verkehrsgeschichte, gleichzeitig erfreuen sie sich als gemächliche Beförderungsmittel zunehmender Beliebtheit bei den Urlaubern im Harz, im Erzgebirge, im Zittauer Gebirge und an der Ostseeküste.

Unsere Rundreise mit der Kleinbahn soll im Norden der DDR beginnen, auf der Insel Rügen. Einsteigen bitte! »Der rasende Roland«, wie Urlauber den schnaufenden, qualmenden Bäderexpreß gern nennen, steht abfahrtbereit auf dem Bahnhof von Putbus. Über Posewald, Seelvitz, Serams, Binz-Ost, Jagdschloß, Garftitz, Sellin, Baabe, Philippshagen nach Göhren – eine Strecke von 24,4 km Länge – wird uns das Bähnchen in genau 68 Minuten bringen. Wer will, kann die Durchschnittsgeschwindigkeit ausrechnen. Autos fahren schneller, und selbst ein gut trainierter Radfahrer wird den Weg sicher in kürzerer Zeit zurücklegen. Doch eine Fahrt mit der Bimmelbahn verspricht nicht nur viel Qualm, sondern auch viel Spaß. Auf der Plattform stehend kann man sich den Sommerwind um die Nase wehen lassen, kann man den Leuten zuwinken und die vorüberziehende Landschaft in aller Ruhe betrachten. Nur Blumenpflücken ist während der Fahrt nicht möglich.

Otto Krumbein, Heizer bei der Rügenbahn
Vorangehende Seite: »Diana«, Lok der ehemaligen Waldeisenbahn Bad Muskau, jetzt in Oberoderwitz, Kreis Löbau

Der Bau dieser Kleinbahnstrecke wurde im Jahre 1895 begonnen und auf den ersten 10,85 km von Putbus nach Binz auch fertiggestellt. Rittmeister von Veltheim, ein Nachfolger der Fürsten von Putbus, hatte sich ausbedungen, daß der Fahrplan des neuen Verkehrsmittels nach seinen persönlichen Wünschen festzulegen sei. Der adlige Grundbesitzer pflegte mit der Bahn gelegentlich von seinem Stammsitz in Putbus zum Jagdschloß bei Granitz zu reisen. Derartige Privilegien bestanden jedoch nicht lange. Bald beanspruchten, vor allem während der Sommermonate, die Urlauber alle Plätze. Von 1901 bis 1906 verkehrten sogar »Theaterzüge«, die Besucher aus den Seebädern in das »Residenzstädtchen« beförderten und nach Ende der Theatervorstellung ihre bequeme Rückreise bis Binz oder Sellin ermöglichten. Und noch eine Besonderheit ist von dieser Kleinbahnstrecke zu melden. Jahrelang führten dort alle Personenzüge einen Speisewagen. Das gab es auf keiner anderen deutschen Schmalspurbahn.

1966 untersuchten Mitarbeiter der Deutschen Reichsbahn die Wirtschaftlichkeit des beliebten Verkehrsmittels und kamen zu dem Schluß, daß die Einnahmen aus dem Fahrkartenverkauf die notwendigen Betriebskosten nicht deckten. Deshalb sollte der Personenverkehr

Unterwegs nach Bad Doberan . . .
. . . und nach Kipsdorf

endgültig eingestellt werden. Doch geschichtsbewußte Bürger, Abgeordnete des Rates des Bezirkes Rostock und Mitarbeiter des Instituts für Denkmalpflege erhoben Einspruch. Jetzt steht die Kleinbahn unter Denkmalschutz und bleibt so als Zeugnis der technischen Entwicklung für die Nachwelt erhalten. Seit 1976 sind am Oberbau der Strecke umfassende Erneuerungsarbeiten vorgenommen worden. Studenten der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald halfen dabei während ihrer Sommerferien. Ein Traditionszug, bestehend aus acht Personen- und Postwagen der Baujahre 1900 bis 1927, ist nach originalgetreuer Rekonstruktion in Dienst gestellt worden.

Eisenbahn als »Straßenbahn«

Auch die zweite Kleinbahnstrecke des Bezirkes Rostock, die von Bad Doberan nach Kühlungsborn/West führt, ist von Hobby-Eisenbahnern des Deutschen Modelleisenbahnverbandes der DDR (DMV) als technisches Denkmal in Pflege genommen worden. An der Einrichtung eines kleinen Museums im Bereich des Bahnhofes Kühlungsborn/Ost wird seit 1978 gearbeitet.

Vom 19. Juni 1886 datiert eine »Concessionsurkunde« des Großherzoglichen Innenministeriums, die den Bau dieser Bäderbahn einem Eisenbahnunternehmen Lenz und Co. aus Stettin übertrug. Da bereits Vorarbeiten geleistet worden waren, konnte die Eröffnungsfahrt schon am 19. Juli 1886 erfolgen. Auch die genaue Summe der Baukosten ist überliefert: 42607 Mark und 44 Pfennige. Eine zeitgenössische Chronik beschreibt die Aufgaben und das Inventar des neuen Verkehrsmittels folgendermaßen:

»Die Räumlichkeiten des Stationsgebäudes Bad Doberan der Wismar-Rostocker Eisenbahn dienen gleichzeitig der Doberan-Heiligendammer Eisenbahn. Zur Unterbringung der Maschinen ist auf dem Bahnhof ein besonderer Schuppen errichtet worden. In der Stadt Doberan befinden sich zwei Haltepunkte (›Mitte‹ oder ›Poststraße‹ und ›Chaussee‹) und an der Chaussee nach Heiligendamm ein Haltepunkt (›Rennplatz‹). Im Bahnhof Heiligendamm (dort zwei Weichen für das Lok-Wendegleis) ist eine offene Wartehalle errichtet. Zwischen Doberan und Heiligendamm ist eine Telefonverbindung hergestellt. Die Endstellen und die Haltestelle ›Rennplatz‹ erhielten einen Siemensschen Induktionsapparat. An Betriebsmitteln waren vorhanden:

Zwei Trambahnlokomotiven der Hohenzollern AG mit Dampfkondensationseinrichtung und Koksfeuerung, ein Gepäckwagen mit 5000 kg Tragfähigkeit, acht Personenwagen mit 246 Sitzplätzen und 128 Stehplätzen . . .

Die Betriebsführung beginnt am 1. Juni und endet am 30. September jeden Jahres.«

Heute rollt der »Molli« ganzjährig von Bad Doberan nach Kühlungsborn. Laut Fahrplan gibt es täglich dreizehn Verbindungen. Damit ist diese Kleinbahnstrecke die am meisten be-

Auf der Strecke Oberwiesenthal–Cranzahl

Quer durch Schmalzgrube im Erzgebirge

fahrene in der DDR, und wie in ihrem Gründungsjahr besteht das Kuriosum, daß der Zug etwa drei Kilometer als »Straßenbahn« mitten durch Bad Doberan dampft. Auf der Hauptstraße haben Autos und Fußgänger dem laut bimmelnden und pfeifenden Zug dann selbstverständlich Platz zu machen.

Die längste Strecke

Während »Molli« und der »Rasende Roland« auf ihrem Weg zum Ziel kaum nennenswerte Steigungen zu überwinden haben, muß eine Lokomotive der Harzquerbahn zwischen Nordhausen und Wernigerode ganz schön schnaufen, um Wagen und Passagiere durchs Gebirge zu befördern. Von Wernigerode bis nach Drei Annen Hohne (14,1 km) sind genau 306 m Höhenunterschied zu überwinden. Die beiden nächsten Stationen heißen Elend (509 m) und Sorge (486 m). Ihre Namen könnten die Anstrengungen des Bähnchens zum Ausdruck bringen. Für die mit 60,6 km längste durchgehende Kleinbahnstrecke der DDR (davon zweigen nach Schierke und Hasselfelde Nebenstrecken ab) benötigt der Zug genau drei Stunden. Schneller geht's nicht, doch gerade weil die Harzbahn so gemächlich durch die Wälder zuckelt, ist sie bei den Urlaubern als Verkehrsmittel favorisiert.

Zwischen Sternhaus und Mägdesprung

Gleichfalls im Harz, zwischen Gernrode, Harzgerode und Straßberg, verkehrt die Selketalbahn. Bis 1945 hatte sie Anschluß an die Harzquerbahn, doch ein demontiertes Teilstück zwischen Straßberg und Stiege ist nicht wieder aufgebaut worden. Es gibt jetzt allerdings Überlegungen, diesen Streckenabschnitt zu erneuern und damit im Harz für Urlauber eine zusätzliche Attraktion zu schaffen. Dann wären Tagesausflugsfahrten quer durch dieses Mittelgebirge möglich. Obwohl zwischen allen Urlaubsorten ein gut funktionierender Buslinienverkehr eingerichtet worden ist, gehört die Fahrt mit der Bimmelbahn entlang des Flüßchens Selke zu den schönsten Erlebnissen vieler

Auf dem Bahnhof Jöhstadt/Erzgeb.

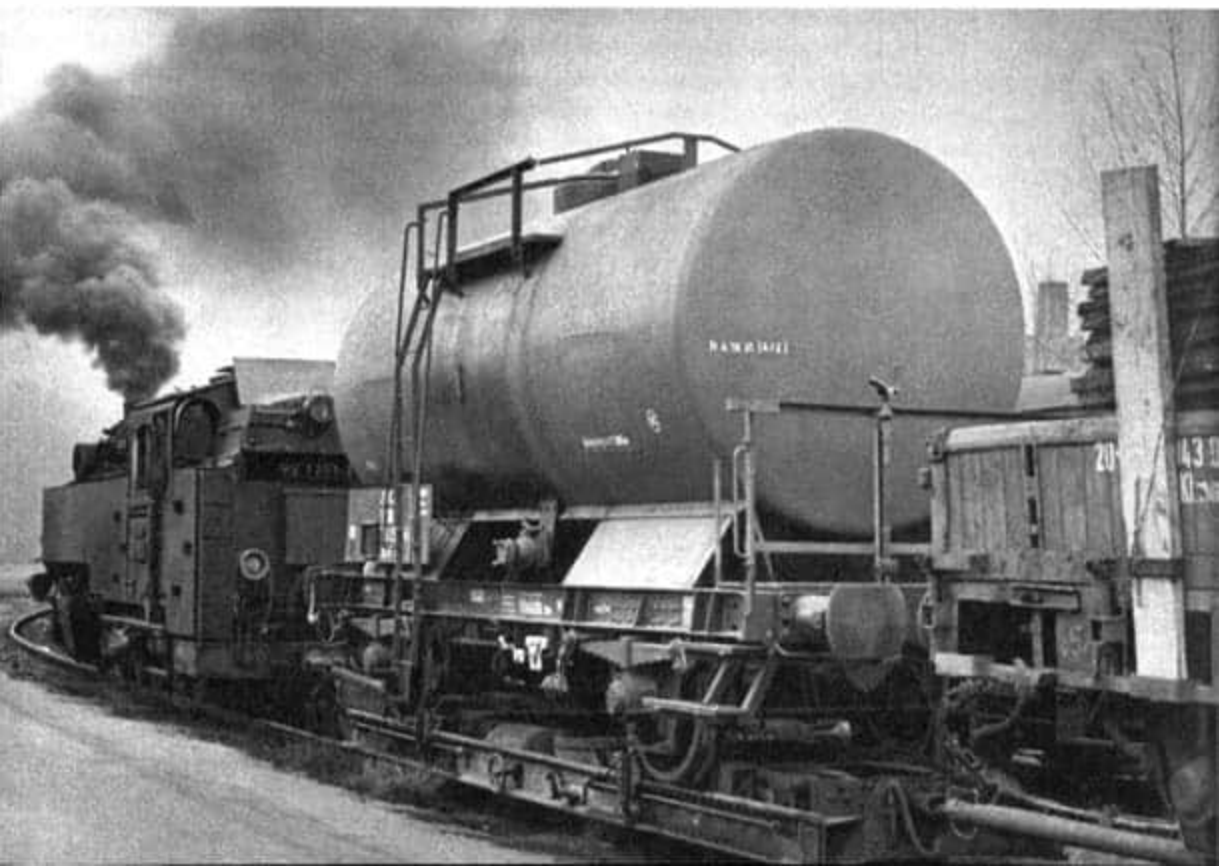
Oberwiesenthal – 893,962 m hoch gelegen
Abfahrt vom Bahnhof Zittau im Rollbockverfahren

Feriengäste. Unterwegs kann man am »Sternhaus« aussteigen oder in Mägdesprung Station machen, Bahnhöfe, deren Namen schon Neugier hervorrufen.

Der höchste Bahnhof

Von Wolkenstein über Schmalzgrube nach Jöhstadt (684 m) im Erzgebirge zuckelt ein besonders altertümliches Bähnchen mit Lokomotiven, die einer Spielzeugeisenbahn entstammen könnten. Nur noch wenige Züge verkehren täglich auf der 23 km langen Strecke. Der Betrieb ist unwirtschaftlich, weil sich nur wenige große Urlauberheime in der Gegend befinden und deshalb die Zahl der Reisenden gering bleibt. Ausländische Touristen nutzen diesen Umstand zunehmend, um in aller Ruhe die Fahrt mit dem Oldtimer zu genießen. Am Ziel holt sie der Omnibus wieder ab. Die Fotos, die sie unterwegs machen konnten, entschädigen alle für 90 Minuten Ruß, Qualm und unbequeme Sitzbänke.

Wenige Kilometer von Jöhstadt entfernt verlaufen die Schmalspurgleise der Strecke von Cranzahl nach Oberwiesenthal. Die Schaffner



Die Kleinbahnstrecken der DDR

Osterzgebirgsbahn (»Weißeritz-Expreß«), Gesamtlänge 26,3 km, in Betrieb seit 1. November 1882
Elbebahn (»Lößnitzdackel«), Gesamtlänge 16,5 km, in Betrieb seit 16. September 1884
Bäderbahn (»Molli«), Gesamtlänge 15,4 km, in Betrieb seit 19. Juli 1886
Selketalbahn (»Fiffi«), Gesamtlänge 24,8 km, in Betrieb seit 7. August 1887
Zittauer Gebirgsbahn (»Boahn'l«), Gesamtlänge 16 km, in Betrieb seit 15. Dezember 1890
Erzgebirgsbahn (»Preßnitztal-Schreck«), Gesamtlänge 23 km, in Betrieb seit 31. Mai 1892
Rügenbahn (»Der rasende Roland«), Gesamtlänge 24,4 km, in Betrieb seit 22. Juli 1895 (zunächst bis Binz)
Fichtelbergbahn (»Bimmel«), Gesamtlänge 17,3 km, in Betrieb seit 1897
Harzquerbahn (»Quirl«), Gesamtlänge 78,9 km, in Betrieb seit 27. März 1899

Gesamtlänge aller Schmalspurbahnen in der DDR: 242,6 km

dort können sich über geringen Fahrkartenverkauf allerdings nicht beklagen. Achtmal täglich befördern sie Urlauber vom Endpunkt der Haupteisenbahnlinie in den am Fuße des Fichtelberges gelegenen Kurort. Der Bahnhof Oberwiesenthal ist mit genau 893,962 m Höhe die höchstgelegene Zughaltestelle der DDR.

Die älteste Kleinbahn

Postkutschen und Pferdefuhrwerke bewältigten im Osterzgebirge noch immer den gesamten Personen- und Güterverkehr, als am Fuße der Berge schon vier Jahrzehnte lang die Eisenbahn zwischen Leipzig und Dresden verkehrte. Nachdrücklich forderten die Besitzer der kleinen Industriebetriebe von Glashütte, Schmiedeberg und Dippoldiswalde deshalb den Anschluß an das Eisenbahnnetz. Als die »Weißeritztalbahn« mit dem ersten Spatenstich am 16. Juli 1881 schließlich Wirklichkeit zu werden versprach, stiegen die Grundstückspreise entlang der geplanten Strecke. Reiche Großstädter ließen

Eine Attraktion besonderer Art: die Traditionsbahn auf der Strecke Radeburg–Radebeul/Ost
Auf dem Bahnhof Radeburg bei Dresden

Mit der Selketalbahn durch den Harz

Als Verkehrsmittel bei den Urlaubern favorisiert: die Harzquerbahn (oben der Bahnhof Eisfelder Talmühle)

Zwischen Wolkenstein und Jöhstadt durch das Erzgebirge

sich dort Villen und Landhäuser bauen, und der Lokalredakteur der »Weißeritz-Zeitung« prophezeite am 13. Mai 1882: »Zweifellos kann man sich der Hoffnung hingeben, daß die neue Bahn . . . einen regen Verkehr haben wird. Die Zahl der Touristen, die sich des neuen Verkehrsmittels zu Ausflügen . . . bedienen werden, wird man in einem Jahr gewiß auf viele Tausende schätzen können.« – 1982 wird die von Freital-Hainsberg über Dippoldiswalde zum Kurort Kipsdorf führende Kleinbahnstrecke hundert Jahre alt. Das ist Anlaß für eine Festwoche und den Einsatz eines Zuges mit restaurierten alten Waggons, den Eisenbahnfreunde mühevoll aufgebaut haben.

Ob die Kleinbahn, die von Zittau nach Oybin und Jonsdorf führt, das Jahrhundertjubiläum 1990 erreichen wird, ist noch ungewiß. Sie hat freilich nichts an Popularität eingebüßt. Heute wie im Eröffnungsjahr sind vor allem Urlauber ihre Fahrgäste. »In den ersten zehn Monaten nach der Inbetriebnahme«, so berichtete damals eine Zeitung, »beförderte die Bahn 236 000 Personen, bei dem geringen Platzangebot eine beachtliche Leistung. Die Gesellschaft besaß anfangs nur sieben Personenwagen mit insgesamt 230 Sitzplätzen.« Inzwischen hat sich die Anzahl der Waggons vervielfacht, und jährlich werden mehr als eine halbe Million Fahrkarten verkauft. Die Strecke führt jedoch über ein Gebiet, in dem große Lagerstätten an Braunkohle vermutet werden, und die Baggerketten klirren schon jetzt vom benachbarten Tagebau herüber . . .

Sonderfahrt in historischem Kostüm

Unser kleiner Ausflug soll seinen Abschluß in Radebeul finden. Dort erwartet Eisenbahnfreunde während der Sommermonate eine ganz besondere Überraschung. Seit 1974 verkehrt auf der 16,5 km langen Strecke nach Radeburg ein Museumszug. In Originaluniformen der ehemaligen Königlich-Sächsischen Staatseisenbahn versehen junge Freizeiteisenbahner ihren Dienst als Zugführer, Schaffner und Souvenir-

FAHRKARTEN

verkäufer. Lokomotiven und Wagen sind in den Jahren 1899 bis 1930 erbaut und für den Einsatz als Traditionsbahn gründlich rekonstruiert worden. Viele Fahrgäste kommen regelmäßig und sind schon zu begeisterten Teilnehmern der alljährlichen Veranstaltung geworden. Natürlich reisen sie zünftig kostümiert im Modelook der Jahrhundertwende. Musikkapellen spielen unterwegs auf den Bahnhöfen, und die Fotografen – Amateure wie Profis – kommen voll auf ihre Kosten.

Traditionsbewußtsein und Einsatzfreude

Die letzten Bimmelbahnen der DDR, um deren Pflege und Erhaltung sich unzählige Menschen in ihrer Freizeit bemühen, werden als Zeugen einer vergangenen Verkehrsepoche bewahrt und genießen den besonderen Schutz des 1975 beschlossenen Gesetzes über die Staatliche

Bei Oybin

Die Bäderbahn bei Heiligendamm

Denkmalpflege. Dort, wo der »Verkehrsträgerwechsel von der Schiene auf die Straße«, so die offizielle Bezeichnung für den seit 1970 verstärkt vorgenommenen Abriß von Schmalspurstrecken, vollzogen ist, haben geschichtsbewußte Bürger Sachzeugen aus der Dampflokära bewahrt und in kleinen Ausstellungen, z. B. am ehemaligen Bahnhof von Geyer, in Rittersgrün und in Söllmnitz, Kreis Gera, der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Lokomotiven der 1978 stillgelegten Waldeisenbahnstrecke von Bad Muskau haben in der Kreisstadt Weißwasser und in dem kleinen Dorf Oberoderwitz (Kreis Löbau), direkt an einer vielbefahrenen Fernverkehrsstraße, ihren Platz gefunden. Mitglieder des Modelleisenbahnverbandes aus Wernigerode gestalteten die gesamte Strecke der Harzquerbahn im Modell nach und führen die 21 m lange funktionstüchtige Anlage jetzt im Kreiskulturhaus vor. Derartige Beispiele ließen sich fortsetzen. Die Freizeiteisenbahner unseres Landes sorgen dafür, daß eine wichtige Etappe in der Geschichte des Verkehrswesens für die Nachwelt lebendig bleibt.

Sonderfahrt in historischem Kostüm: der Museumszug von Radebeul nach Radeburg

Hans Weiß

Die Kunst

der Glasmalerei

Fenster aus dem Erfurter Dom: Steinmetz bei der Arbeit (um 1330)
Vorangehende Seite: Glasfenster im Treppenhaus des Staatsratsgebäudes in Berlin von Walter Womacka

Unter Glasmalerei verstehen wir im engeren Sinne die Herstellung farbiger Fenster mit bildlichen Darstellungen. Ihre Wirkung wird vom durchscheinenden Licht verursacht. Das macht ihre Motive in einem Innenraum nur bei Tageslicht sichtbar und beeinflußt gleichzeitig die Stimmungsatmosphäre. Farbiges Glas dämpft die Lichtquelle eines Raumes, färbt das einfallende Licht, mildert harte Kontraste. Das verleiht dem Raum eine schimmernde Farbenpracht mit feierlicher bis mystischer Stimmung und stellt die Glasmalerei in den Dienst der Baukunst. Lag die Zweckgebundenheit in der mittelalterlichen Kunst vorwiegend im sakralen Bereich, so ist sie in unserer Zeit auch in repräsentativen Profanbauten zu finden.

In der Glasmalerei werden zwei Techniken unterschieden; die eine verwendet farblose bzw. einfarbige Gläser, die mit Schmelzfarben bemalt werden und beim Brennen die gewünschte Farbgebung erhalten; bei der anderen wird auf farbiges Glas nur die Zeichnung konturiert und mit dem Einsetzen von Licht- und Schattenpartien plastische Wirkung erzielt. Diese zweite Technik ist einfacher und wird häufiger angewendet. Auch ergeben farbige Gläser reinere Töne, denn die Schmelzfarbenbemalung mindert die Lichtdurchlässigkeit.

Des weiteren sprechen wir von musivischer Glasmalerei und von Kabinettmalerei. Wie schon das Wort musivisch sagt, handelt es sich hierbei weniger um tatsächliche Bemalung von Glasscheiben als vielmehr um ein mosaikartiges Zusammensetzen von vielen verschiedenfarbigen Glasteilen. Dafür finden Antik- oder Kathedralgläser Verwendung, die mittels Bleiruten zu einem Bildmotiv zusammengefügt werden. Die Bleiruten geben zugleich Hauptkonturen an. Nebenkonturen oder feine plastische Zeichnungen werden mit Schwarzlot oder mit Schmelzfarben aufgetragen und eingebrannt. Die Kabinettscheiben haben nicht die Monumentalität im Maßverhältnis und in der Wirkung wie die musivischen Glasgemälde. Sie sind kleiner, intimer, und man findet sie vorwiegend in Profanbauten. Auch bei ihnen werden verschiedenfarbige Gläser, aber auch vielfach zusätzlich eine größere Anzahl farblose Glasteile mit Bleiruten zusammengesetzt und die Bemalung mit Schmelzfarben vorgenommen. Die Gesamtbehandlung ist malerisch reicher und kommt der Tafelmalerei nahe.

Eine völlig andere Art ist die Hinterglasmalerei. Bei ihr wird die Darstellung auf der Rückseite einer farblosen Glasscheibe mit lichtundurchlässigen Farben aufgetragen. Das Bild wirkt also nur im auffallenden und nicht im durchscheinenden Licht. Zur Verwendung kommen Deckfarben. Mit Versilberungen und Vergoldungen oder dem Hinterlegen einer glänzenden Metallfolie kann das irisierende Schillern einer Hinterglasmalerei noch gesteigert werden. Bedeckt man die gesamte Glasflächenrückseite mit einer Zinn- oder Silberfolie, ritzt die Zeichnung ein und macht diese Linien und Striche dann mit einer dunklen Farbe lichtundurchlässig, so spricht man von einer Glasradierung. Die Hinterglasmalerei ist häufig als Volkskunst in ländlichen Gebieten Süd- und Osteuropas zu finden.

Der Ursprung der Glasmalerei ist wahrscheinlich auf die altpersisch-sassanidischen Mosaiken zurückzuführen. In der Antike bis zur Frühromanik verschloß man die wenigen kleinen Fensteröffnungen mit dünnen lichtdurchlässigen Marmorscheiben, dem sogenannten Marienglas, oder mit Alabaster, aber auch schon mit grünlichem, undurchsichtigem Tafelglas. Doch bereits der griechisch-römische Dichter Prudentius schreibt von bunten Kirchenfenstern, wobei es sich wahrscheinlich um farbige Verglasungen mit einfachen Ornamenten gehandelt hat. Von einer wirklichen Glasmalerei lesen wir erstmals in der Chronik von Reims aus dem Jahre 995. Zur gleichen Zeit besagt ein Brief des Abtes von Tegernsee, daß die goldene Sonne zum erstenmal durch farbige Fenster geschienen habe. Im Kloster Tegernsee befand sich um diese Zeit eine Werkstatt für Glasmalerei.

Mit der vollen Entfaltung der Gotik erhielt

Hans-Jochen Loose, Karton zu einer Glasmalerei

die Glasmalerei ihr größtes Aufgabengebiet. Die Baukunst löste die Mauermassen auf und beschränkte sich nur auf stützende Glieder für die Gewölbekonstruktion. Die fehlenden Steinwände gaben Raum für riesige Fenster, und von Pfeiler zu Pfeiler, aufstrebend bis zum Gewölbe, beherrschten sie die Gesamtwirkung der Bauten. In Ausschöpfung aller künstlerischen Mittel nutzte man die kräftige Glasfarben- und Formensprache ganz im Dienste der religiös gebundenen Vorstellungswelt, und es gibt kaum eine eindrucksvollere mystische Raumstimmung als im Innern eines gotischen Doms.

Das Stab- und Maßwerk bot dem Glasmaler eine feste Grundlage zur Einordnung seiner Bildmotive. Neben biblischen Darstellungen zeigen manche Kirchenfenster auch Bilder von Zunfthandwerkern und Bauern bei der Arbeit, z. B. in der Kathedrale von Chartres Baumeister beim Zeichnen von Grundrissen, Maurer, Steinmetze und Schuster. Ähnliche Motive finden wir auch im Dom zu Erfurt. Es handelt sich hierbei um Schenkungen der Zünfte an die Kirche. Die Kompositionen sind malerisch flächenhaft, monumental-dekorativ und nur auf das Wesentlichste beschränkt. Perspektive und Raumtiefen wurden nicht beabsichtigt. Teppichartig füllen die bunten Farbgläser in musivischer Verbleiung und Schwarzlottechnik die Fensterhöhlen. Grundsätzlich verwendete man Blau, Rot, Grün und Gelb. Bei eingehender Betrachtung sind die Darstellungen in Motiv und Komposition im eigentlichen Sinne Übertragungen der hochentwickelten Buchmalerei ins Große. Die besten Leistungen dieser Epoche entstanden in den französischen Glasmalerwerkstätten. Die 183 Glasfenster der Kathedrale von Bourges gehören zu den glühendsten in der Farbenpracht, daneben die 146 Fenster von Chartres. Aber auch in St. Chapelle in Paris und in den Kathedralen von Reims, Rouen und Amiens gibt es hervorragende Glasmalereien.

Mit der progressiven Umwälzung im Zeitalter der Renaissance nimmt auch die Glasmalerei alle neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse auf. Die Kompositionen wurden ruhiger und strenger. Mit der Entdeckung einer großen Anzahl weiterer aufschmelzbarer Farbstoffe wird die Farbskala reicher. Am besten gelangen die blauen Farbtöne. Zum Vorbild wurde die Tafelmalerei; vielfach übertrug man Gemälde auf Glas. Mythologische, allegorische und geschichtliche Darstellungen überwogen gegenüber den biblischen. Renaissancemeister wie van Eyck, Stephan Lochner, Hans Holbein d. J., Baldung Grien und Albrecht Dürer lieferten Kartons für die Glasmalerei oder malten sie selbst.

Trotz hervorragender Leistungen der damaligen Glasmaler war freilich der Höhepunkt der glanzvollen monumentalen Malereien, wie sie das Mittelalter hervorbrachte, überschritten. Mit der Renaissancebaukunst, die wieder Mauerflächen schuf, ging ihr größtes Aufgabengebiet verloren. Sie zog sich in das Bürgerhaus zurück. Unter reichem Gebrauch von Schmelzfarben wandte man sich der Kabinettmalerei zu. Kleinere, mit sparsamer Farbigkeit gestaltete Scheiben, vielfach Rundscheiben, wurden mit den bereits bekannten Motiven, aber auch mit Landschaften und häufig mit Wappen bemalt. Als Vorlagen dienten Holzschnitte. Die besten Leistungen der Kabinettmalerei finden wir in der Schweiz. Sehr beliebt wurde auch die Butzenscheibenverglasung. Die flaschendurchmessergroßen gelblichen bis grünlichen, in der Mitte verdickten Butzen wurden mit Bleifassung aneinandergereiht und zu Fensterfüllungen vereinigt.

Erst im 19. Jh. erfuhr die Glasmalerei allmählich eine Wiederbelebung. Das Emotionale, Schwärmerisch-Geheimnisvolle der sagen- und märchenliebenden Romantik begann das Interesse an den farbigen Fenstern wieder zu wecken, aber die Glasgemälde blieben in der Farbigkeit wie in der Zeichnung nüchtern und kühl. Als Wiederentdecker ist der Porzellanmaler Michael Siegmund Frank zu bezeichnen. Von Jugend an bemühte er sich um die Neuaufnahme der vergessenen Glasmalerei und betrieb

sie bis 1816 in Nürnberg und später als technischer Leiter der Anstalt für Glasmalerei in München. Sein Nachfolger Max Emanuel Ainmiller überzog neben weißen nun auch farbige Gläser mit farbigem Überfang und schuf damit bis zu 120 verschiedene Nuancen. Auch in Berlin, Dresden und Meißen wurden zur gleichen Zeit Glasmalerwerkstätten gegründet.

Gegen Ende des 19. Jh. sank die Gestaltung farbiger Glasfenster zu einer geschmacklosen Pseudokunst herab. Die fabrikmäßig hergestellten Machwerke drangen bis in die Treppenhäuser der Mietskasernen der Großstädte ein. Zu Beginn des 20. Jh. erwachte wieder das Gefühl für ein solides Kunsthandwerk, und man besann sich der guten Traditionen auch der Glasmalerei. Vor allem war es der Expressionismus, der sich das farbige Glas für seine ausdrucksvollen künstlerischen Absichten zu eigen machte.

In den Bombennächten des zweiten Weltkrieges fiel ein beträchtlicher Teil wertvollster Glasmalereien der sinnlosen Vernichtung zum Opfer. Restaurationen machten sich erforderlich und stellten den Künstlern große Aufgaben. Im Studium der mittelalterlichen Technik fanden sie den Weg zu handwerklich und künstlerisch nahezu gleichwertigen Ergänzungen. Neuschöpfungen gibt es heute vielfach in Werkhallen, Kultursälen, Krankenhäusern und Gemeinschaftsräumen. Dabei geht es nicht nur um das Erreichen einer bestimmten Raumatmosphäre, sondern um das Nahebringen eines gesellschaftlichen Inhalts mit den Mitteln der bildenden Kunst.

Neben die farbigen Fenster treten heute auch Fenster aus weißem Rohglas mit eingeschliffenen Bildmotiven. Viel Licht gehört in der modernen Architektur zu den hygienischen Grundforderungen an einen Raum, und darin mag es unter anderem begründet liegen, daß in Profanbauten die Schleiftechnik vielfach Verwendung findet.

Das Hauptmaterial der Glasmalerei ist das Glas. Es ist eine unterkühlte »festgefrorene« Flüssigkeit nach dem Schmelzen eines Pulvergemenges von etwa 60 bis 70 % Kristallquarzsand, 10 bis 20 % Kalkstein und 10 bis 20 % alkalischen Flußmittelzusätzen wie Soda oder Sulfat. Für reinweiße Gläser wird Pottasche beigegeben. Die Flachglasherstellung erfolgt in der Regel maschinell, nur Spezialgläser wie Antik- und Überfangglas sowie die Butzenscheiben sind Handarbeit. Die für die übliche Glasmalerei in Frage kommenden Glasdicken betragen etwa 2 bis 10 mm.

Zur Herstellung einer musivischen Glasmalerei wird nach dem farbigen Bildentwurf der Karton in Originalgröße angefertigt. Auf ihm werden die farbigen Glasteile, die Bemalungen und die Verbleiung genau eingezeichnet. Vom Karton wird eine Schnittpause, der »Bleiriß«, hergestellt, der alle Farbglasteile nach den Bleiläufen festlegt. Nach dem Übertrag auf kräftiges Papier werden mit dem Schablonenmesser oder einer Schablonenschere die einzelnen Teile ausgeschnitten, auf das Glas gelegt und die Gläser mit einem Kunstglaserdiamanten zugeschnitten.

Jetzt folgt die Bemalung des Zuschnitts. Man beginnt mit der Konturierung; sie wird mit Schwarzlot mittels eines Schlepperpinsels ausgeführt. Schwarzlot, die wichtigste Farbe des Glasmalers, wird aus Eisenhammerniederschlag gewonnen, dem ein Zusatz von Glasfluß beigegeben ist. Das Farbpulver wird entweder mit Öl, mit Zuckerwasser oder mit Essig angerieben; mit Öl ist es schneller überzugsfähig. Die Glasteile werden auf der dem Raum zugekehrten Seite bemalt. Das ist bei Antikgläsern die Strukturseite und bei den anderen die glatte. Nach dem Trocknen erfolgt ein dünner, breitflächig aufgetragener Überzug ebenfalls mit Schwarzlot, das aber nur mit Wasser angerieben wird und etwas Gummiarabikum zum Binden erhält. Zum Glätten der Fläche wird die Überzugfarbe mit einem Vertreiberpinsel vertrieben. Ist auch dieser Überzug trocken, beginnt die Modellierung. Sie nimmt man gegen das Licht gesehen vor; dabei werden die einzelnen Teile auf eine Mattscheibe geheftet, und diese wird hochgestellt. Helligkeiten oder

Lichter werden mit dem Finger oder mit einem Borstenpinsel herausgewischt oder getupft. Kleine Flächen und Linien kratzt man mit einem Federkiel oder einer Nadel frei. Es sollte aber bedacht werden, daß übergroße Plastik und Raumtiefe dem Flächencharakter einer Glasmalerei entgegenstehen.

Nun wird das Aufschmelzen der Konturen und des Überzugs vorgenommen. Platten aus Schamotte werden dünn mit Schlämmkreide bestäubt, die Gläser mit dem Farbauftrag nach oben aufgelegt und in den Glasmalermuffelofen geschoben. Der Brand erfolgt bei 600 bis 800 °C in etwa zwei Stunden. Bei der Hellrotglut schmilzt das Glas, die Farbe fließt, und der Ofen muß abgeschaltet werden. Zu niedrige Temperaturen verbinden die Farbe mit dem Glas nicht, während bei zu hohen Graden das Glas auseinanderläuft. Die Abkühlung muß allmählich in zehn bis zwölf Stunden erfolgen, denn ein schnelles Abkühlen macht das Glas spröde und läßt es oft schon nach Wochen springen.

Ist noch eine Bemalung mit Silbergelb und Schmelzfarben vorgesehen, so werden diese nicht wie das Schwarzlot auf der Innenseite, sondern auf der Außenseite aufgetragen. Das Silbergelb – eine Beize, die aus Silbersalz besteht – liegt nicht auf der Glasoberfläche, sondern dringt in das Glas ein und gibt Lasurwirkung. Je dicker sein Aufstrich erfolgt und je höher es gebrannt wird, desto tiefer wird der Farbton, der von Zitronengelb bis zum dunklen Orange reicht. Um Streifen und Flecken des dicken Aufstrichs zu vermeiden, muß er vertrieben werden. Schmelzfarben sind eigentlich feinstpulverisiertes Glas, das in Wasser angerieben und vermalt wird. Man kann Farben ineinandertreiben, aber nicht ohne Brand übermalen. Der Brand der Beize wie der Schmelzfarben ist der gleiche wie bei Schwarzlot.

Bei Verwendung von Überfanggläsern werden zuerst die Stellen, die nicht geätzt werden sollen, mit Asphaltlack abgedeckt, dann die Glasteile mit Wachs umrandet und Flußsäure eingegossen. Die Scheiben, auf weißem Grund liegend, ermöglichen die Beobachtung des Ätzvorganges, der zwischen Minuten und Stunden liegen kann. Dabei ist Vorsicht geboten, denn die Säure und ihre Dämpfe sind sehr giftig; deshalb sollte man Hände, Mund und Nase schützen! Ist die Ätzung beendet, gießt man die Säure ab, überspült die Scheibe mit Wasser, entfernt das Wachs sowie den Asphaltlack und reibt sie mit Sägespänen sauber. Der Überfang kann auch durch Schleifen abgetragen werden. Die geätzten oder geschliffenen Glasteile können nun mit Bemalungen wie bei den Antikgläsern weiterbehandelt werden.

Endlich beginnt das Verbleien der Gläser. Es erfordert großes handwerkliches Geschick, denn von ihm hängt der feste und dauerhafte Zusammenhalt des Glasbildes ab. Verwendet werden Bleiruten im H-Profil. Man beginnt mit dem unteren linken Eckteil, indem man es auf der Werkbank an einer rechtwinklig aufgenagelten Randleiste in die außenumführende Bleirute einfügt. Dann folgt das Anfugen von Teil zu Teil. Dabei werden die Bleibacken nach einem Einstrich von trägflüssigem Kitt zwischen Glas und Blei zum Abdichten gegen Regen und Wind mit einem Zustreichmesser fest auf das Glas gedrückt. Die Anstoßbunde der Bleiruten werden mit Glaserzinn verlötet. Zumeist wird die Innenseite des Feldes vollständig verzinnt. Zuletzt wird das musivische Glasgemälde mit Sägespänen gereinigt, und es ist bereit zum Einfügen.

Doz. Dr. sc. Annemarie Langanke

Rechtsfragen des Alltags:

Pflichten am Arbeitsplatz

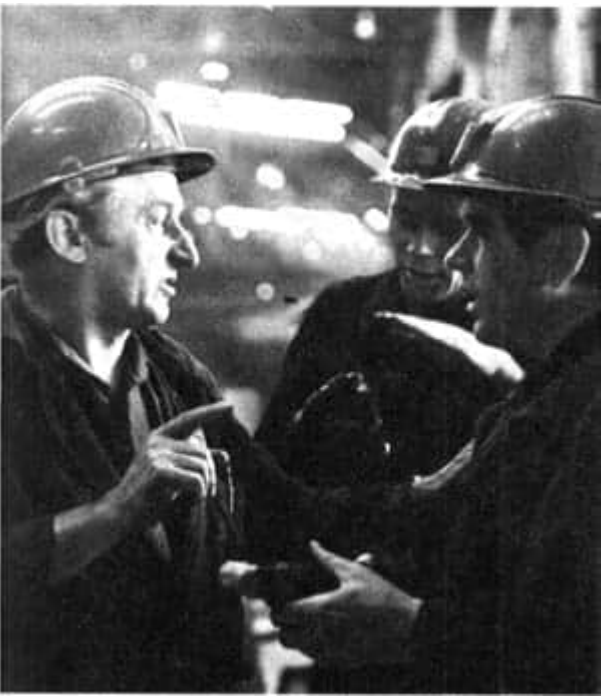
Unsere moderne Volkswirtschaft beruht auf einem hohen Grad an Arbeitsteilung und Kooperation, sowohl zwischen den Betrieben als auch innerhalb eines Betriebes. Diese Zusammenarbeit von Werktätigen im Arbeitsprozeß macht es erforderlich, daß jeder einen konkret bestimmten Teil der betrieblichen Arbeit übernimmt, denn ein reibungsloser und effektiver Arbeitsablauf hängt nicht zuletzt davon ab, daß jeder die ihm übertragene Aufgabe erfüllt und die dabei zu beachtenden allgemeinen und speziellen Verhaltensmaßstäbe einhält. Zusammenarbeit setzt also voraus, daß Anforderungen bestimmt werden und ihre Durchsetzbarkeit gewährleistet ist. Sie müssen deshalb in rechtlicher Form fixiert werden. Das erfolgt durch Regelung von Arbeitspflichten.

Arbeitspflichten sind rechtlich verbindliche Anforderungen an das Verhalten der Werktätigen. Im Sozialismus sind sie Ausdruck der gesellschaftlichen Notwendigkeit. Sie ermöglichen jedem Werktätigen die bewußte Einordnung in das Kollektiv. Diese bewußte Einstellung zur Arbeit, die sich im Streben nach hohen ökonomischen Ergebnissen, in gewissenhafter und ehrlicher Arbeit für die Gesellschaft manifestiert, bildet den Kern der sozialistischen Lebensweise.

Die wesentlichen Arbeitspflichten, die von jedem Werktätigen zu erfüllen sind, enthält der § 80 des Arbeitsgesetzbuches (AGB). Das sind:

– die ordnungs- und fristgemäße Erfüllung der Arbeitsaufgabe,
– die volle Nutzung der Arbeitszeit und der Produktionsmittel,
– die Erfüllung der Arbeitsnormen und anderen Kennzahlen der Arbeitsleistung,
– die sparsame Verwendung von Geld und Material,
– die Leistung von Qualitätsarbeit,
– der Schutz des sozialistischen Eigentums vor Beschädigung und Verlust,
– die Einhaltung der Bestimmungen über den Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz sowie Ordnung, Disziplin und Sicherheit.

Die Darstellung dieser Pflichten reicht jedoch allein nicht aus, um dem Werktätigen die Wahrnehmung seiner Verantwortung zu ermöglichen. Diese Pflichten sind vielmehr Grundanforderungen, deren Erfüllung durch den einzelnen Werktätigen voraussetzt, daß sie für ihn und seine Tätigkeit konkret bestimmt werden. Da Arbeitspflichten rechtliche Anforderungen sind, kann das nur in Rechtsvorschriften oder auf die in Rechtsvorschriften ausdrücklich vorgesehene Art und Weise erfolgen. Arbeitspflichten können deshalb entstehen durch:
– Rechtsvorschriften, also das Arbeitsgesetzbuch und weitere Rechtsvorschriften wie Verordnungen, Durchführungsbestimmungen, Anordnungen usw., auch wenn diese selbst keine arbeitsrechtlichen Regelungen sind. So ist z. B. die Einhaltung der Straßenverkehrsordnung für



den Berufskraftfahrer auch eine Arbeitspflicht;
– durch die Rahmenkollektivverträge, die spezielle Rechte und Pflichten für die Werktätigen eines Volkswirtschaftszweiges oder -bereiches enthalten,
– durch betriebliche Ordnungen (z. B. die Arbeitsordnung) oder Vereinbarungen (z. B. den Arbeitszeitplan),
– durch den Arbeitsvertrag,
– durch Weisungen.

Die exakte Bestimmung der Arbeitspflichten der Werktätigen ist eine Grundvoraussetzung für die Einhaltung der Arbeitsdisziplin. Besonders der Betrieb trägt dafür eine umfangreiche Verantwortung. Diese hat er im Rahmen seiner Aufgaben zur Organisierung der Arbeit durch die konkrete Festlegung des Inhalts der Arbeitsaufgaben, durch die klare Erteilung von Aufträgen, aber auch durch die konkrete Festlegung der bei der Arbeit zu beachtenden Verhaltensweisen (z. B. durch betriebliche Arbeitsschutzregelungen) zu realisieren. Das soll an zwei Beispielen deutlich gemacht werden:

1. Um seine Arbeitsaufgabe ordnungs- und fristgemäß erfüllen zu können, muß jeder Werktätige mit deren Inhalt gründlich vertraut gemacht werden. Das setzt voraus, daß der Betrieb den Inhalt der Arbeitsaufgabe sowie den Verantwortungsbereich eindeutig festlegt. Er muß deshalb durch die Ausarbeitung von Funktionsplänen oder andere betriebliche Dokumente sowie durch die Erteilung von klaren und eindeutigen Arbeitsaufträgen dem Werktätigen seine Pflichten konkret mitteilen. Er kann und darf sich nicht darauf verlassen, daß der Werktätige seine Arbeit selbst »sucht«.

2. Die Forderung, das sozialistische Eigentum vor Beschädigung und Verlust zu schützen, verlangt von jedem Werktätigen die Beachtung vieler unterschiedlicher Verhaltensmaßstäbe. Dazu gehört die allgemeinste Regel, selbst keine Handlungen zu begehen, die das Eigentum bewußt schädigen (z. B. Diebstahl). Daneben besteht aber in Abhängigkeit von der Arbeitsaufgabe die Pflicht zu einem ganz bestimmten Umgang mit den anvertrauten Werten. So muß z. B. ein als Kassierer tätiger Werktätiger das anvertraute Geld sicher aufbewahren und durch ordnungsgemäße Belegführung ständig in der Lage sein, den Kassenbestand nachzuweisen. Wie er diese Verantwortung wahrnimmt, kann jedoch nicht allein ihm und seinen Vorstellungen sowie seiner Sorgfalt überlassen sein. Es ist vielmehr Aufgabe des Betriebes, konkret vorzuschreiben, wie hoch z. B. der zulässige Kassenbestand ist und wie die Schlüssel während und nach der Arbeit aufzubewahren sind.

An diesen wenigen Beispielen zeigt sich, daß die Einhaltung der Arbeitspflichten dort am besten gewährleistet ist, wo bewußte Einstellung jedes Werktätigen zur Arbeit und exakte Leitungstätigkeit zusammenwirken.

Arbeitspflichten sind untrennbar mit dem Arbeitsrechtsverhältnis verbunden. Sie sind zwar durch Rechtsvorschriften geregelt, werden aber für den einzelnen erst dann verbindlich, wenn durch den Arbeitsvertrag (bzw. Berufung oder Wahl) für ihn ein Arbeitsrechts-

verhältnis begründet wird. Der Inhalt des Arbeitsrechtsverhältnisses wird aber – der Arbeitsvertrag weist das aus – wesentlich vom Willen des Werktätigen mitbestimmt. So hat er auch selbst Einfluß auf den Umfang seiner Verantwortung und damit auf die Pflichten, die er im Arbeitsprozeß übernimmt. Der untrennbare Zusammenhang zwischen Arbeitsvertrag und Bestimmung der Arbeitspflichten wird sehr deutlich bei den im Betrieb einzuhaltenden Grenzen für das Weisungsrecht. Gemäß § 82 Abs. 2 AGB sind Weisungen zur Konkretisierung der im Arbeitsvertrag vereinbarten Bedingungen zulässig. Sie können sich also auf Arbeiten zur Erfüllung der vereinbarten Arbeitsaufgabe und am vereinbarten Arbeitsort beziehen. Abweichungen davon sind nur zulässig, wenn die Rechtsvorschriften das ausdrücklich vorsehen. Im Arbeitsgesetzbuch werden für die Fälle des sogenannten erweiterten Weisungsrechts gleichzeitig die Grenzen geregelt, in denen dieses ausgeübt werden kann. Solche vom Arbeitsvertrag abweichenden Pflichten können in Ausnahmefällen auferlegt werden bei

– der vorübergehenden Übertragung einer anderen Arbeit (§§ 85 und 86 AGB),
– der Anordnung von Überstunden und Arbeitsbereitschaft (§§ 172 und 180 AGB),
– der Urlaubsunterbrechung oder vorfristigen Beendigung des Urlaubs (§ 198 AGB),
– der Anordnung von Schonarbeit (§ 216 und 242 AGB),
– der Übertragung einer anderen Arbeit während eines Disziplinarverfahrens (§ 256 AGB).

Alle erwähnten Arbeitspflichten sind für den Werktätigen verbindlich, d. h., er muß sie erfüllen. Das erfolgt in der Regel durch seine bewußte freiwillige Entscheidung. Diese sozialistische Einstellung zur Arbeit ist einerseits begründet im Charakter unserer Gesellschaftsordnung, die auf der grundsätzlichen Übereinstimmung gesellschaftlicher, kollektiver und persönlicher Interessen beruht. Sie ist zum anderen auch dadurch bedingt, daß sich die Bereitschaft des Werktätigen zur Übernahme einer bestimmten Verantwortung bereits in seiner Willenserklärung zum Abschluß des Arbeitsvertrages ausdrückt. Soweit in Einzelfällen Arbeitspflichten nicht erfüllt werden, muß natürlich – entsprechend ihrer Verbindlichkeit und Durchsetzbarkeit – auch durch Sanktionen auf den Rechtsverletzer eingewirkt werden, um ihn zu künftig pflichtgemäßem Verhalten zu erziehen. Die Verletzung von Arbeitspflichten zieht deshalb, soweit alle Voraussetzungen erfüllt sind, arbeitsrechtliche Verantwortlichkeit nach sich, d. h., es können Disziplinarmaßnahmen (Verweis, strenger Verweis oder fristlose Entlassung) ausgesprochen oder die materielle Verantwortlichkeit geltend gemacht werden.

Es muß freilich betont werden, daß die Arbeitspflichten nicht die gesamte gesellschaftliche Verantwortung der Werktätigen erfassen. Über die rechtlich verbindlichen Anforderungen hinaus gibt es gesellschaftliche Maßstäbe, die das Verhalten der Werktätigen unter dem Aspekt der politisch-moralischen Verpflichtung jedes Bürgers unserer Gesellschaft werten. Solche Anforderungen, wie z. B. die Wahrnehmung der Mitwirkungsrechte, die Entfaltung schöpferischer Initiativen im sozialistischen Wettbewerb oder in der Neuererbewegung und viele andere mehr, sind zwar nicht als Rechtspflichten geregelt. Ihre Erfüllung, die nicht durch Sanktionen, sondern durch gründliche ideologische Arbeit und Erziehung innerhalb der Arbeitskollektive gefördert werden kann, ist jedoch ebenfalls eine wichtige Voraussetzung für die Lösung der betrieblichen Aufgaben und die Effektivität des Arbeitsprozesses.

Feldbearbeitung im Nildelta

»Grüne Revolution« Illusion und Realität

Prof. Dr. sc. Horst Grienig

Im Juli 1979 veranstaltete die FAO (Food and Agriculture Organization), die Spezialorganisation der UNO für Landwirtschaft, in Rom eine Weltkonferenz über Agrarreform und ländliche Entwicklung. In dem dort vorgelegten Bericht wurden die Entwicklungstendenzen der Landwirtschaft in den afro-asiatischen und lateinamerikanischen Staaten seit Mitte der sechziger Jahre bis zur Gegenwart eingeschätzt. Diese Analyse ist von besonderem Interesse, vollzogen sich doch seit Mitte der sechziger Jahre in der Landwirtschaft zahlreicher Entwicklungsländer Prozesse, die von der bürgerlichen Wissenschaft als »Grüne Revolution« bezeichnet werden. Dabei handelt es sich um die Einführung von Hochleistungssaatgut, das bei ausreichender Saatbettvorbereitung, intensivem Mineraldüngereinsatz, zuverlässigem Pflanzenschutz und guter Bewässerung hohe Ertragssteigerungen ermöglicht. Der Züchtung und Verbreitung neuen Hochertragssaatgutes widmet sich die Rockefeller-Stiftung der USA bereits seit 1943. Durch sie angeregt und finanziert, wurden in den fünfziger Jahren in Mexiko ertragreiche Weizen- und Maissorten gezüchtet und später in mehreren Entwicklungsländern verbreitet. Ebenfalls vom Monopolkapital finanziert, wurden auf den Philippinen neue hochleistungsfähige Reissorten gezüchtet, die dann auch in anderen Entwicklungsländern Verbreitung fanden. In einer Reihe von Ländern Süd- und Südostasiens, Lateinamerikas (namentlich Mexiko, Peru, Kolumbien) sowie in wenigen Staaten Afrikas (z. B. Kenia) konnten dadurch in der zweiten Hälfte der sechziger Jahre aufsehenerregende Ertragssteigerungen vor allem bei Weizen und Reis erzielt werden.

Seither wurde die »Grüne Revolution« zu einer tragenden Säule landwirtschaftlicher Entwicklungsstrategie des Imperialismus gegenüber den Entwicklungsländern und zugleich zum Dreh- und Angelpunkt der Agrarpolitik zahlreicher auf kapitalistischem Entwicklungsweg befindlicher afro-asiatischer und lateinamerikanischer Staaten. An die Einführung der neuen technologischen Verfahren in die Landwirtschaft der Entwicklungsländer knüpften die imperialistischen Staaten und die einheimischen prokapitalistischen Führungskräfte große Hoffnungen. Viele bürgerliche Agrarwissenschaftler hegten die Illusion, das akute und sich zuspitzende Ernährungsproblem in der »Dritten Welt« damit lösen zu können. Ohne tiefgreifende sozialökonomische Umgestaltungen sollten Not, Hunger und Armut reduziert, die enorm verschärften sozialen Widersprüche und Gebrechen der kapitalistischen Entwicklung in jenen Staaten abgeschwächt, sozialer Zündstoff abgebaut und dadurch die Gefahr einer »roten Revolution« gebannt werden. Nicht zuletzt erhoffte man sich durch die »Grüne Revo-

lution« die Überwindung der Stagnation der Produktivkräfte in der Landwirtschaft, eine Modernisierung der Agrikultur und somit neue Absatzmärkte und Kapitalanlagesphären, eine noch festere Einbindung dieser Länder in die kapitalistische Weltwirtschaft.

Der erwähnte Bericht zur Weltkonferenz der FAO zeigt, daß sich derartige Konzeptionen als Illusion erweisen. Es wird konstatiert, daß sich seit Mitte der sechziger Jahre die Kluft zwischen »arm« und »reich« in den Entwicklungsländern ständig vertieft hat. Armut, Not, Unterernährung, Arbeitslosigkeit, Unterbeschäftigung und Analphabetentum prägen noch immer das Leben der Masse der Bevölkerung, namentlich der 1,36 Mrd. Landbewohner dieser Staaten. 42 % der Bevölkerung der Entwicklungsländer Asiens, 39 % in den Ländern Afrikas und 27 % Lateinamerikas leben in »absoluter Armut«. 456 Mill. Menschen leiden dort an Unterernährung. Ihre Zahl hat sich sogar in den letzten Jahren erhöht.

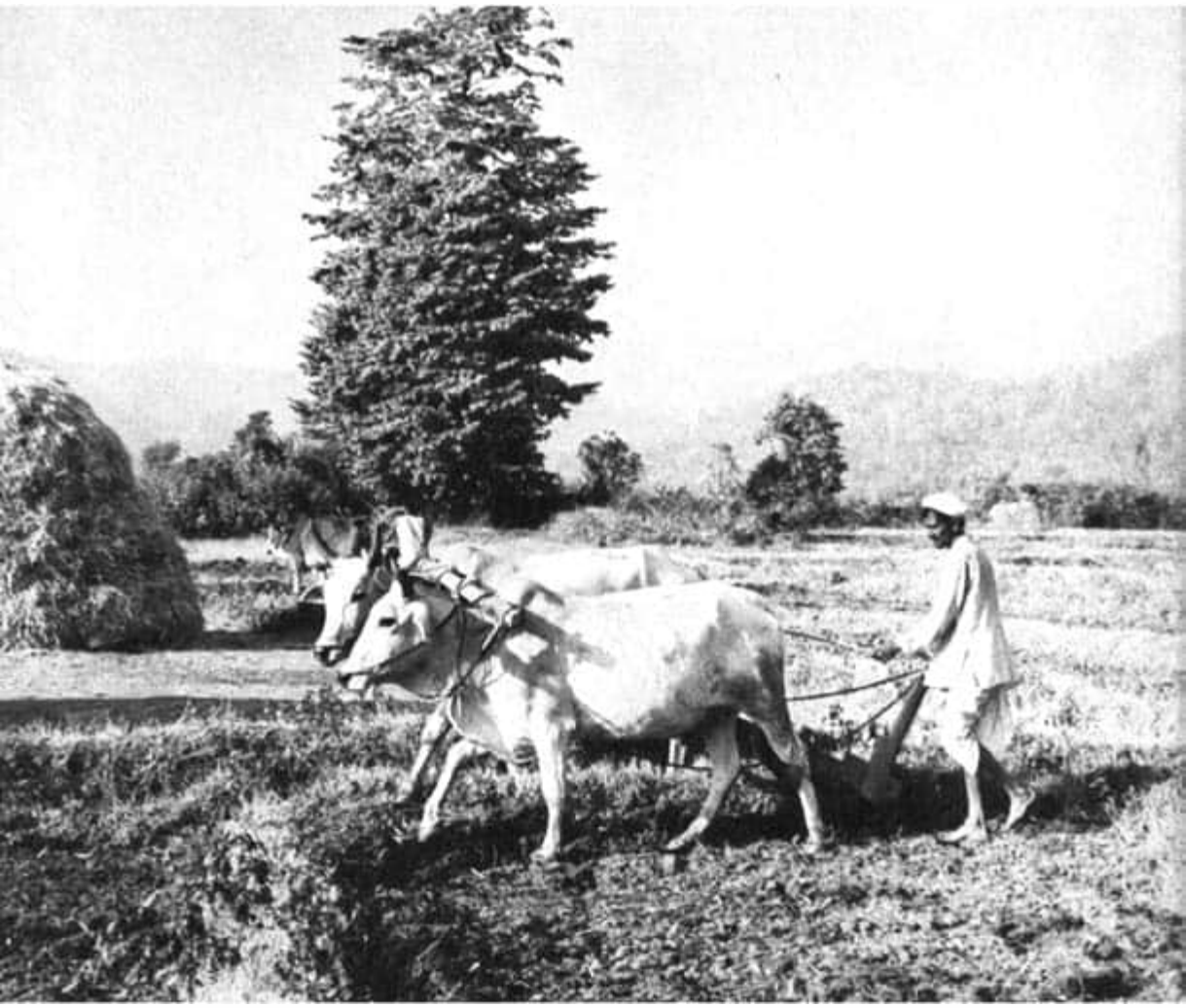
Eine bedrohliche Situation entstand in der Nahrungsgüterversorgung der Entwicklungsländer. Die Nahrungsgüterproduktion kann mit dem rasch steigenden Bedarf dieser Staaten immer weniger Schritt halten. Das Getreidedefizit, das 1970 noch bei 16 Mill. t lag, wird bis 1985 auf über 90 Mill. t ansteigen. Länder, die bislang Exporteure von Nahrungsgütern waren, wurden teilweise zu Importeuren. Allein die Getreideimporte des afrikanischen Kontinents machen bereits 30 % der Eigenproduktion aus. Deshalb stellen Landwirtschaftsexperten zu Recht fest, daß die Selbstversorgung mit Nahrungsgütern kein kurzfristig zu erreichendes Ziel mehr sein könne. Schließlich ging in den siebziger Jahren auch die landwirtschaftliche Pro-Kopf-Produktion gegenüber den sechziger Jahren bedeutend zurück (s. Tabelle unten).

Was sind die Ursachen dafür, daß die »Grüne Revolution« die Situation der Agrarwirtschaft in den Entwicklungsländern nicht zu verbessern, geschweige denn eines der brennendsten sozialen Probleme zu lösen vermochte?

Bei der »Grünen Revolution« handelt es sich um eine Intensivierung der Landwirtschaft auf *kapitalistischer* Grundlage. Deshalb fanden auch die neuen Produktionstechnologien vor allem in solchen Ländern rasche Verbreitung, wo die kapitalistische Entwicklung der Landwirtschaft bereits ein gewisses Niveau erreicht hatte bzw. wo günstige sozialökonomische Voraussetzungen zur Entwicklung des Kapitalismus in der Landwirtschaft bestanden: in Indien, Pakistan, der Türkei, auf den Philippinen, in Malaysia (Asien), in Kenia (Afrika) sowie in der Mehrheit der lateinamerikanischen Staaten. Darüber hinaus ist die Einführung der neuen Produktionstechnologien aber auch an andere Voraussetzungen geknüpft. Ein spürbarer Ertragszuwachs kann nur bei effektiver Bewässerung, hohem Mineraldüngereinsatz, wirksamer Schädlingsbekämpfung und bei Anwendung moderner Produktionsinstrumente zur Bodenbearbeitung erreicht werden. In einigen Ländern kann mithin das Hochertragssaatgut (insbesondere bei Reiskulturen) durch den geringen Anteil der bewässerten Fläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche nur in begrenztem Umfang eingeführt werden. In anderen Ländern wiederum ergeben sich die Schwierigkeiten vor allem daraus, daß Düngemittel, Schädlingsbekämpfungsmittel, Pestizide, moderne Produk-

	Gesamte landwirtsch. Produktion		Gesamte Nahrungsgüterproduktion		Getreideproduktion	
	1961/65 bis 1970	1970 bis 1976	1961/65 bis 1970	1970 bis 1976	1961/65 bis 1970	1970 bis 1976
Afrika	0,2	–1,5	0,1	–1,4	0,4	–0,8
Ferner Osten	0,8	0,1	0,9	0,2	1,6	0,0
Lateinamerika	0,2	0,1	0,8	0,5	0,7	1,0
Naher Osten	0,4	1,1	0,3	1,4	–0,6	2,1
Alle Entwicklungsländer	0,5	0,0	0,7	0,2	1,1	0,3

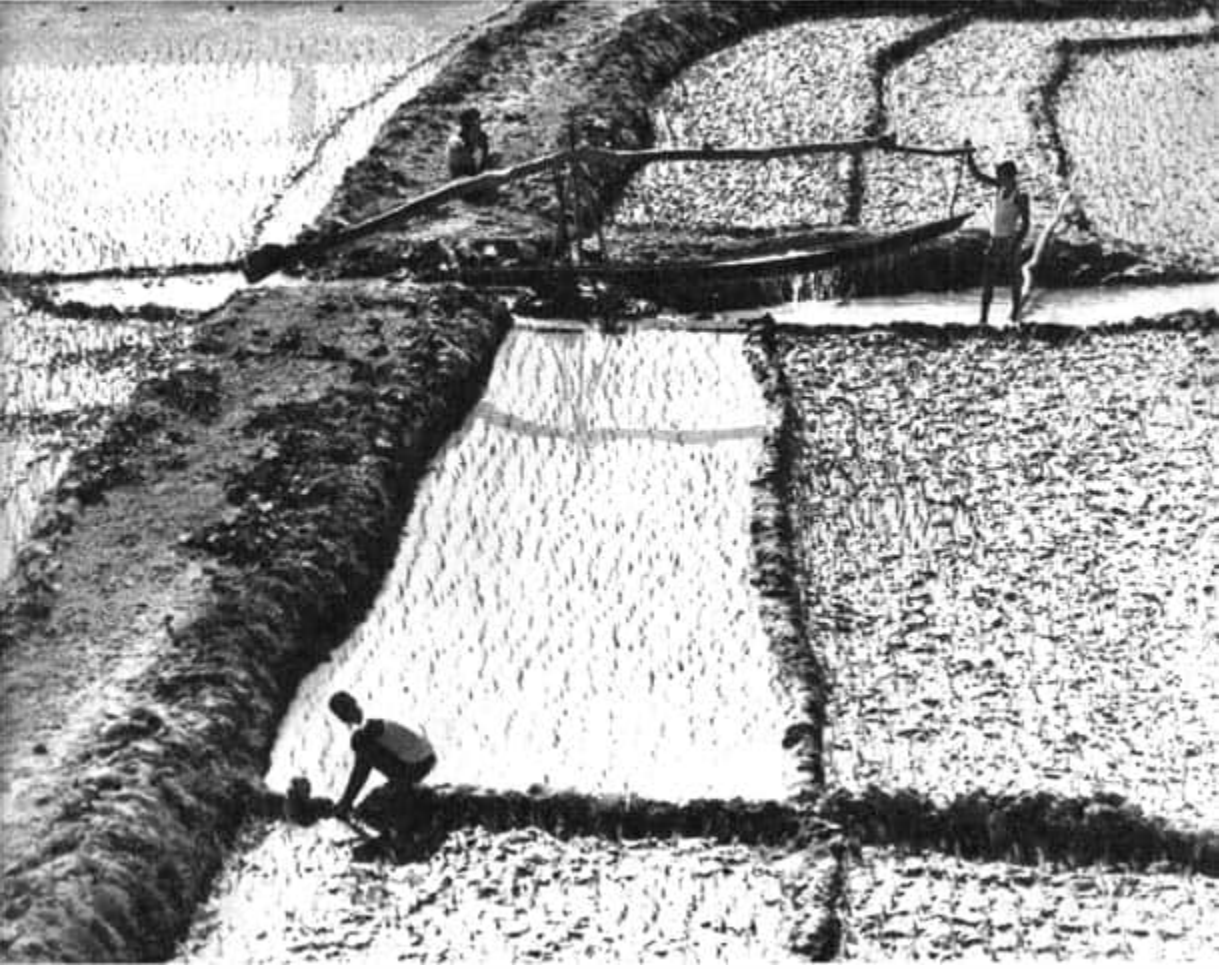
Jahreswachstumsrate der landwirtschaftlichen Produktion, der Nahrungsgüterproduktion und der Getreideproduktion pro Kopf in den Entwicklungsländern im Zeitraum 1961/65 bis 1970 und 1970 bis 1976



tionsinstrumente usw. importiert werden müssen, was die ohnehin angespannte Devisenlage weiter verschärft. Für eine Reihe der genannten Produktionsmittel stiegen zudem in den siebziger Jahren die Preise auf dem Weltmarkt stark an. Insbesondere führte die skrupellose Preistreiberei der imperialistischen Düngemittelkonzerne dazu, daß die Preise für Mineraldünger um ein Mehrfaches anzogen. Viele Entwicklungsländer waren deshalb gezwungen, die Käufe von Produktionsmitteln für die Landwirtschaft, insbesondere von Dünger, drastisch einzuschränken. Das alles mußte zwangsläufig auch die Einführung und Verbreitung der neuen landwirtschaftlichen Technologien mehr oder weniger stark behindern.

Gegenwärtig werden in Süd- und Südostasien 61,7 % der gesamten Weizenanbaufläche und 26,4 % der gesamten Reisanbaufläche mit Hochertragssaatgut bestellt. In Westasien und Nordafrika ist dieser Anteil wesentlich bescheidener. Er beträgt bei Weizen 14,3 % und bei Reis 1,7 % der Anbauflächen (s. Tabelle S. 138). Nicht alle Entwicklungsländer konnten folglich

Indien: Noch weit verbreitet ist der von Ochsen gezogene Holzpflug



in gleichem Maße Nutzen aus der neuen Produktionstechnologie ziehen, da die natürlichen, materiell-technischen, ökonomischen und sozialökonomischen Voraussetzungen für ihre Einführung und Verbreitung von Land zu Land und sogar innerhalb eines Landes von Region zu Region sehr unterschiedlich sind.

Aber selbst in Ländern, in denen die »Grüne Revolution« schnell Fuß zu fassen vermochte, waren ihre Ergebnisse widersprüchlich. Zwar gelang es einigen, zeitweilig recht bedeutende Zuwachsraten der Nahrungsgüterproduktion zu erreichen und damit ökonomische Probleme, die aus ungenügendem Produktionsaufkommen resultierten, zumindest vorübergehend abzuschwächen. Jedoch zeigte sich bald, daß die »Grüne Revolution« zugleich eine Reihe sozialer Widersprüche enorm verschärfte. Wie

Bangladesh: Reisbauern auf ihren Feldern
Malaysia: Zapferin in einer Kautschukplantage

jede Anwendung der Errungenschaften von Wissenschaft und Technik unter kapitalistischen Bedingungen mußte sich auch die Intensivierung der Landwirtschaft auf kapitalistischem Wege letztlich gegen die Lebensinteressen der werktätigen Bauernschaft und der Landarbeiter richten.

Die mit der »Grünen Revolution« verbundene Änderung der Produktionstechnologie und -technik ist von einer krassen Zuspitzung der Klassenwidersprüche im Dorf begleitet; Reichtum auf der einen, Not und Armut auf der anderen Seite nehmen in nicht gekanntem Maße zu. Feldforschungen in zahlreichen Entwicklungsländern belegen, daß es vor allem die wohlhabenden Bauern und die Großgrundbesitzer sind, die sich die Vorteile der neuen Technologie aneignen. Sie besitzen die notwendigen Akkumulationsmittel, um Hochertragssaatgut, Mineraldünger, Schädlingsbekämpfungsmittel, moderne Produktionstechnik usw. erwerben zu können. Die Masse der bäuerlichen Wirtschaften hingegen hat diese finanziellen Möglichkeiten nicht. Ausgebeutet durch Großgrundbesitzer, Wucherer, Händler, ausländische Handelsgesellschaften und durch die Staatsbürokratie, können sie höchstens einen bescheidenen Teil ihrer erzeugten Produkte auf den Markt bringen. Die dabei erzielten Erlöse dienen dazu, Steuern zu entrichten und die lebensnotwendigsten Konsumgüter zu kaufen. Ein Teil der bäuerlichen Wirtschaften ist zudem in die Warenproduktion der Landwirtschaft überhaupt nicht einbezogen. Über keine Immobilien verfügend, sind ihnen auch die Kreditquellen der Bankinstitute verschlossen, die für Kredite Sicherheiten verlangen. Mithin bleibt die neue Produktionstechnologie den bäuerlichen Massen verwehrt. Nach Schätzungen in verschiedenen indischen Dörfern konnten aus der »Grünen Revolution« nur etwa 20% der Bauernwirtschaften Nutzen ziehen: die Wirtschaften der Großbauern und der wohlhabenden Oberschicht der Dörfer. Selbst dort, wo es den Regierungen durch Preisstützungen gelang, Hochertragssaatgut auch anderen bäuerlichen Wirtschaften zugänglich zu machen, verzeichneten die kapitalistisch wirtschaftenden Betriebe den größten Einkommenszuwachs, denn nur ihnen war es möglich, die Elemente der neuen Technologie (nicht nur Hochertragssaatgut, sondern auch Schädlingsbekämpfungsmittel, Pestizide und moderne Produktionsinstrumente) komplex einzusetzen. Der durch die »Grüne Revolution« markierte Fortschritt ist folglich nur ein Fortschritt der kapitalistischen Wirtschaftssektoren in der Landwirtschaft der Entwicklungsländer.

Mehr noch, für die bäuerlichen Massen bringt die »Grüne Revolution« eine Reihe ernsthafter Konsequenzen mit sich. Im Dorf verändert sich das Antlitz der Ausbeuterschicht grundlegend. Nahm bislang der halbfeudale Großgrundbesitzer, der sein Land an landlose und landarme Bauern verpachtete und die bäuerlichen Massen durch versklavende Pachtsysteme in Abhängigkeit hielt und ausbeutete, die zentrale Position ein, so wird im Zuge der »Grünen Revolution« der kapitalistisch wirtschaftende Betrieb, der sich auf Lohnarbeit stützt, dominierend. Das Tätigkeitsfeld der »traditionellen Elite« des Dorfes verlagert sich in die Sphäre der kapitalistischen Agrarproduktion. In dem Maße, wie die »Grüne Revolution« an Einfluß gewinnt, werden die überkommenen Oberschichten »modernisiert«, verwandeln sie

	Anzahl der Personen (in Mill.)		Veränderung 1972/74 gegenüber 1969/71 (in %)	Anteil an der Gesamtbevölkerung (in %)	
	1969/71	1972/74		1969/71	1972/74
Afrika	70	83	+18,6	25	28
Ferner Osten	256	297	+16,0	25	29
Lateinamerika	44	46	+ 4,6	16	15
Naher Osten	31	20	–32,3	18	16

Anzahl der Personen in Entwicklungsländern, deren Nahrungsgüterkonsum unter der kritischen Minimalgrenze liegt (Schätzungen für den Zeitraum 1969/71 und 1972/74)

sich in kapitalistische Unternehmer. Daß sich diese entstehende Agrarbourgeoisie weiterhin auf traditionelle Methoden der Unterdrückung und Ausbeutung der bäuerlichen Massen stützt, macht die Lage der Landarbeiter besonders schwer.

Als sehr ernst ist die Tatsache zu werten, daß es den kapitalistisch wirtschaftenden Betrieben gelingt, immer mehr die Marktproduktion in ihren Händen zu konzentrieren. Dadurch werden die bäuerlichen Klein- und Kleinstbetriebe, die sich im Stadium der kleinen Warenproduktion befinden oder im Stadium des Übergangs von der Natural- zur Warenwirtschaft, dem Ruin preisgegeben. Es wächst die Zahl der bäuerlichen Produzenten, die ihr Land an die Großbauern verkaufen oder verpachten müssen, da es nicht mehr die Existenz der Bauernfamilie sichert. Sie sind gezwungen, sich als Lohnarbeiter zu verdingen. In Ländern wie Indien, Pakistan, der Türkei u. a. nahmen seit Mitte der sechziger Jahre die Bodenflächen der kapitalistisch wirtschaftenden Betriebe rasch zu. Gleichzeitig werden immer mehr Haushalte im Dorf von Lohneinkommen abhängig. Aber nicht nur die landlosen Bauern sind auf den Kauf von Nahrungsgütern angewiesen. In Indien z. B. sind auch mehr als 80 % der Bauern mit weniger als 1 ha Land gezwungen, zeitweise Lohnarbeit zu verrichten und Nahrungsgüter zu kaufen. Die zunehmende Verteuerung der Nahrungsgüter, vor allem durch die Preissteigerungen für Düngemittel hervorgerufen, verschlechterten folglich nicht nur die Lebenslage der Stadtbevölkerung, sondern ebenso der Dorfarmut gravierend.

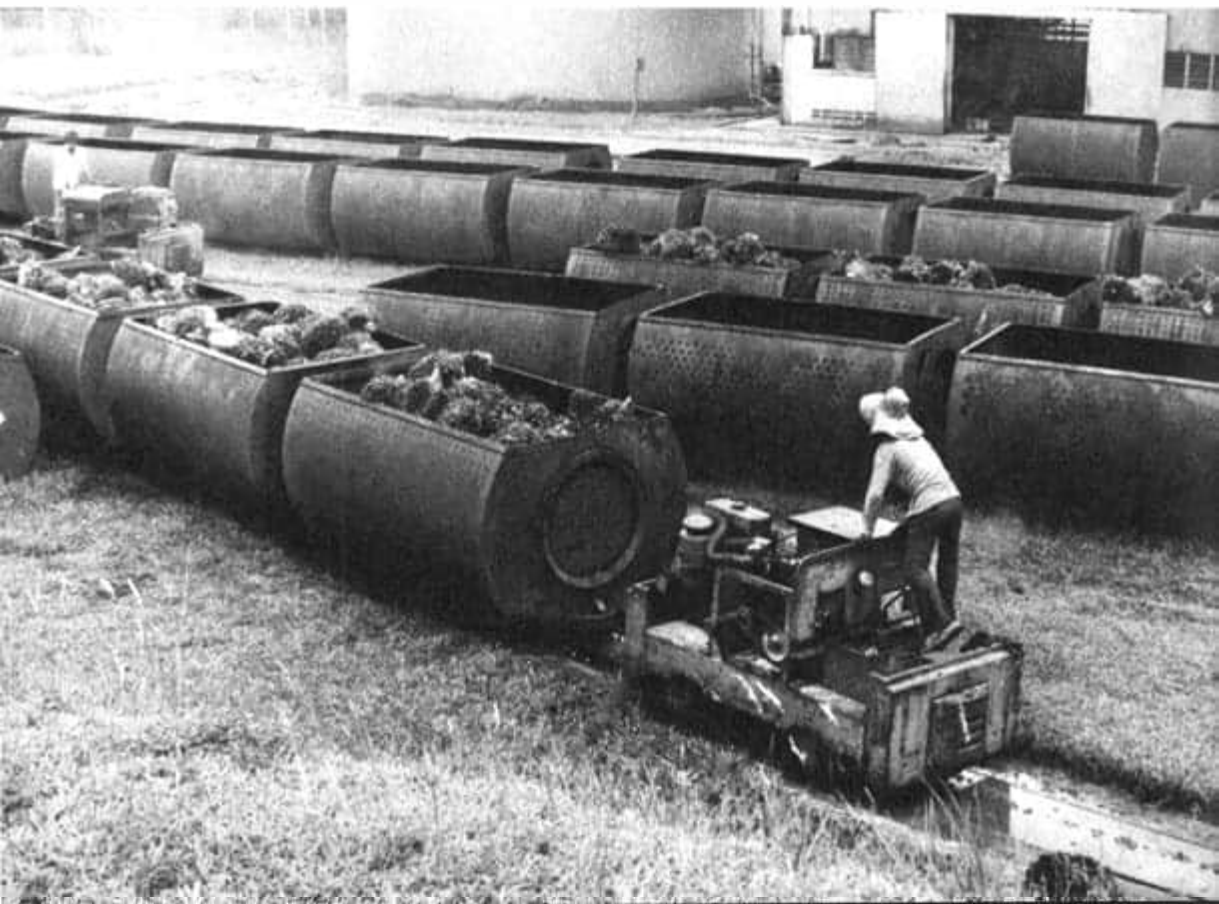
Die »Grüne Revolution« überschattet auch die Lebenslage der bisherigen Pächter, Teil-

Mexiko: Zuckerrohrernte im Bundesstaat Veracruz

Mali: Pflegearbeiten an Erdnußkulturen
Malaysia: Palmölfabrik bei Kuala Lumpur

pächter und abhängigen Bauern. Viele Großgrundbesitzer, die bislang ihr Land an landlose und landarme Bauern verpachteten, werden angeregt, bestehende Pachtverträge zu kündigen, die Produzenten von der Scholle zu vertreiben und den Boden in großen Einheiten zu bewirtschaften. Alarmierende Berichte über die Vertreibung der Bauern vom Land liegen aus der Türkei, aus Pakistan, Indien und anderen Ländern vor.

Verheerende Auswirkungen hat die »Grüne Revolution« in der Mehrzahl der Länder auch auf das ohnehin äußerst akute Beschäftigungsproblem. Durch die Notwendigkeit, eine bessere Saatbettvorbereitung durchzuführen, die Unkraut- und Schädlingsbekämpfung zu organisieren, die Wasserversorgung zu regulieren sowie größere Lagerkapazitäten und Transportmöglichkeiten zu schaffen, erhöht sich zwar der Bedarf an Arbeitskraft je Flächeneinheit, aber letztlich werden die Beschäftigungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft wesentlich eingeschränkt. Die rasch ansteigenden Einkommen der großen Wirtschaften stimulieren die reichen Bauern, die Agrarkapitalisten und ehemaligen



Großgrundbesitzer dazu, Maschinen einzusetzen. Das um so mehr, als das Hochleistungssaatgut den höchsten Ertragszuwachs nur dann garantiert, wenn seine Anwendung mit Düngereinsatz, Wasserregulierung *und* Agrartechnik kombiniert wird. In den letzten Jahren nahm der Mechanisierungsgrad der Landwirtschaft jener Staaten, für die die »Grüne Revolution« charakteristisch ist, bedeutend zu. Zwischen 1965 und 1975 stieg z. B. die Zahl der genutzten Traktoren in der Landwirtschaft Indiens um das 5,7fache, Pakistans um das 5,9fache, Thailands um das 7,7fache. In der Türkei setzt jeder neue Traktor im Durchschnitt 34, mitunter sogar 50 bis 90 Teilpächter frei. Der profitorientierte Maschineneinsatz drängt immer mehr Bewohner des Dorfes in die Städte ab. Durch die massenhafte Landflucht wächst die Zahl der Slumbewohner in bedrohlichem Ausmaße an.

Die Erfahrungen zeigen, daß die »Grüne Revolution« die Landwirtschaft der Entwicklungsländer nicht aus Rückständigkeit und Unterentwicklung herausführen kann. Der technologische und technische Fortschritt bleibt auf die »kapitalistischen Inseln« im Meer der vorkapitalistischen Produktionssektoren beschränkt. Die Kluft zwischen den kapitalistischen Enklaven und den archaischen Produktionsbereichen vergrößert sich ständig und rapide. Zugleich verstärken sich die regionalen Unterschiede. Während in einigen Gebieten die kapitalistische Warenproduktion bedeutend ansteigt, stagnieren in anderen Gebieten Produktivkräfte und agrare Produktion auf niedrigstem Niveau. Die nicht von der »Grünen Revolution« erfaßten Regionen verzeichnen teilweise sogar einen Rückgang der Warenproduktion. Unter den Bedingungen einer explosiv anwachsenden Bevölkerung verwandeln sie sich in Reservate der Massenarmut. Die Entwicklungstrends der »Grünen Revolution« untermauern die im Bericht an die Weltkonferenz für Agrarreform und ländliche Entwicklung vorsichtig formulierte These, daß »in vielen Ländern die geringen Verbesserungen, die erreicht wurden, vor allem den Landlords, den Großbauern und den anderen, die bereits relativ wohlhabend waren, mehr Nutzen gebracht haben als den Kleinbauern, der wachsenden Zahl von Landarbeitern und den übrigen der Dorfarmut«.

Die Zunahme von Armut, Not, Arbeitslosigkeit, Unterbeschäftigung, Hunger und Analphabetentum an einem Pol, von Reichtum, Verschwendung und Luxus am anderen Pol sind kennzeichnend für das Gesetz der kapitalistischen Akkumulation. Die Feststellung von Karl Marx, daß die Bourgeoisie niemals einen Fortschritt der Produktivkräfte erreicht hat, ohne Individuen wie ganze Völker durch Blut und Schmutz, durch Elend und Erniedrigung zu schleifen, behält auch für die »Grüne Revolution« ihre volle Gültigkeit. Jede Vorstellung, durch die Einführung neuer Produktionstechnologien die ökonomischen und sozialen Grundprobleme der Entwicklungsländer lösen zu können, erwies sich als Trugschluß. Durch die »Grüne Revolution« werden vielmehr tiefgreifende sozialökonomische Umgestaltungen im Agrarsektor, wie sie z. B. von einigen Ländern mit sozialistischer Orientierung durchgeführt werden, mit noch größerer Dringlichkeit auf die Tagesordnung des revolutionären Kampfes aller afro-asiatischen und lateinamerikanischen Völker gesetzt.

Weizen			
Bangladesh	27	Nepal	85
Indien	63	Pakistan	60
Reis			
Bangladesh	14,7	Nepal	18,0
Burma	6,8	Pakistan	39,3
Indien	29,2	Philippinen	61,5
Indonesien	40,3	Sri Lanka	44,2
Malaysia (w)	37,5	Thailand	6,1

Anteil der mit Hochertragssaatgut bestellten Flächen an der Gesamtfläche der Weizen- und Reiskulturen asiatischer Länder im Jahre 1974/75 (in %)

Comeback der Windmühle?

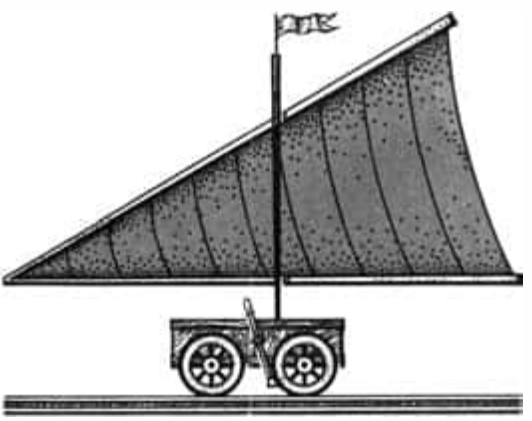
Hermann Heinz Wille

Beim Stöbern in einem wissenschaftlichen Antiquariat geriet mir ein Buch in die Hände, erschienen vor fast fünfzig Jahren, dessen Titel meine Aufmerksamkeit weckte: »Technische Wunder von heute und morgen«. Aus seinem Inhaltsverzeichnis war ersichtlich, daß sich die Autoren des Buches damals schon Gedanken über Raketenflugzeuge und Raumstationen, fliegende Schnellbahnen, Expreßgleitboote, Kraftwagen ohne Benzin und Energiequellen der Zukunft machten. Viele ihrer technischen Visionen sind inzwischen Wirklichkeit geworden: der Flug mit Überschallgeschwindigkeit, die Raumfahrt, Magnetkissenbahnen, Luftkissenfahrzeuge und Tragflügelboote. Andere Projekte sind, durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse und technische Lösungen überholt, längst in Vergessenheit geraten. Wieder andere Fragestellungen haben seither an Aktualität gewonnen, so z. B. das Energieproblem, zu dessen Lösung die Autoren die Errichtung leistungsfähiger Wasser- und Meereskraftwerke, von Wellenmotoren und Höhenwindkraftanlagen vorschlugen. Besonders ausführlich werden in Wort und Bild verschiedene Projekte gigantischer Höhenwind- und Windturbinen-Großkraftwerke zur Versorgung ganzer Landesteile mit billiger Energie vorgestellt. Der Kommentar dazu lautet: »Zweifellos steht das Problem der Windkraftwerke im Vordergrund des Interesses, und manches dieser baureifen Projekte dürfte schon bald verwirklicht werden.«

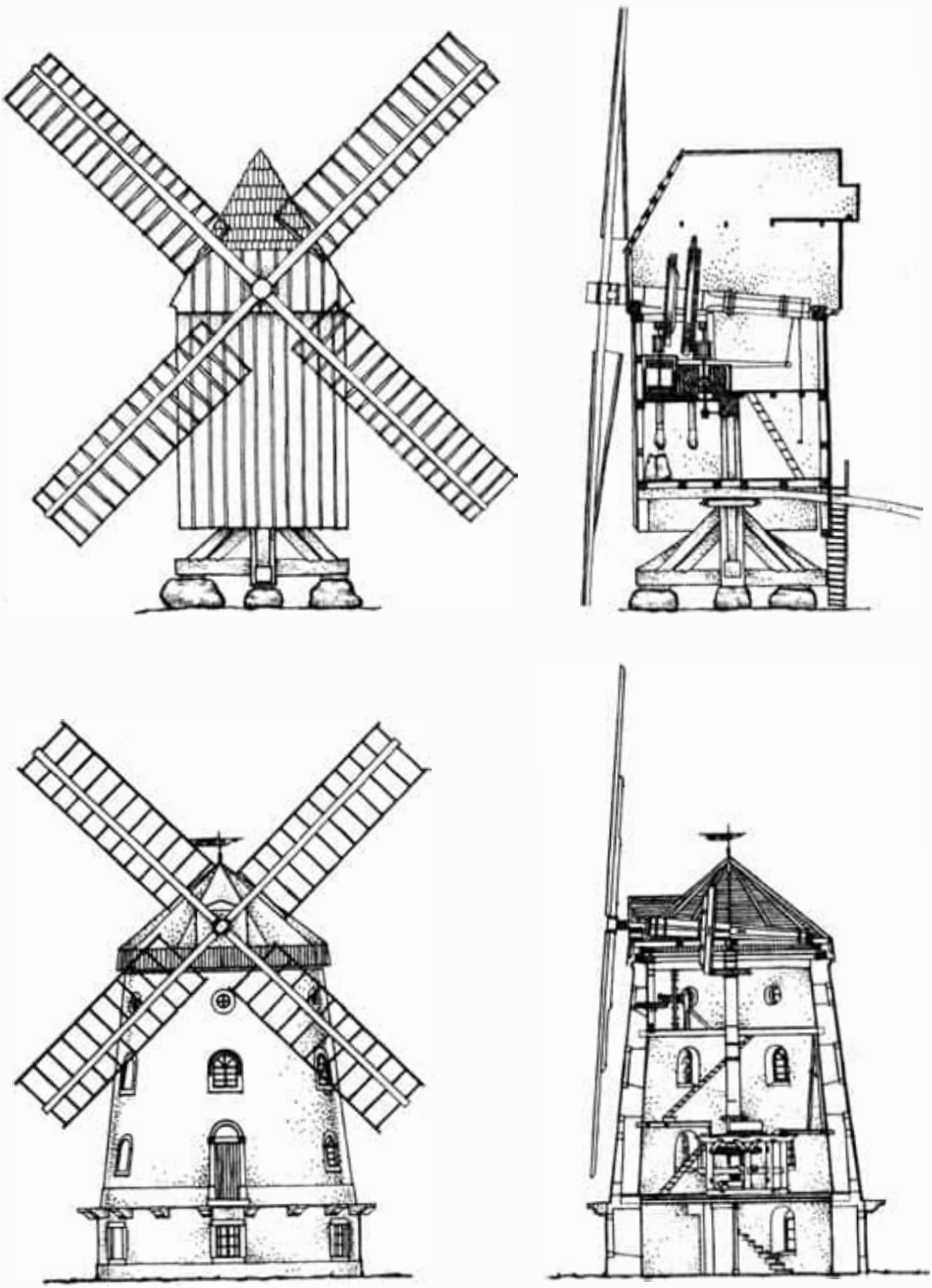
Die Frage, warum die Ausführung der »baureifen Projekte« unterblieb, ist berechtigt. Verbunden damit ist die Überlegung, wie es gegenwärtig um die Nutzung des Windes steht, dessen jährliches Energiepotential etwa $14{,}7 \cdot 10^{16}$ MJ beträgt. Das entspricht etwa dem Energiegehalt der in Jahrmillionen auf der Erde entstandenen Steinkohle und übersteigt um ein Mehrfaches das Energiepotential des Wassers.

In der Technikgeschichte gilt das Windrad mit segelähnlichen Flügeln – neben dem Wasserrad – als die älteste Kraftmaschine der Menschheit, eingesetzt zum Antrieb von Mahl- und Schöpfwerken. Über fast fünf Jahrtausende hinweg, bis zur Nutzbarmachung der Dampfkraft, die Ende des 18. Jh die industrielle Revolution einleitete, bildete die Windkraft eines der wichtigsten energetischen Hilfsmittel. Unter windgeblähten Segeln umrundeten phönizische Nauten zum erstenmal in der Geschichte der Seefahrt das Südhorn Afrikas, entdeckte Kolumbus Amerika, fuhren Magalhães und Cook als erste um die Welt. Noch heute dienen Großsegler als Ausbildungsschiffe für den seemännischen Nachwuchs, kreuzen Hochseejachten auf den Ozeanen. Segelwagen auf Rädern, wie der des Holländers Simon Stevins, der um 1600 am Strand zwischen Petten und Scheveningen verkehrte, erbrachten den Beweis, daß die Kraft des Windes sogar Landfahrzeuge bewegen kann. Noch in der zweiten Hälfte des 19. Jh. konkurrierten auf Teilstrecken der Cansas-Pacific-Eisenbahn Segelwagen, die Geschwindigkeiten bis 45 km/h erreichten, mit den Dampflokomotiven.

Die Nutzung der Windenergie für den Antrieb von Maschinen, von Wasser- oder Landfahrzeugen war und ist abhängig von den Windverhältnissen; sie beeinflußten maßgeblich das Konstruktions- und Funktionsprinzip der Segeleinrichtungen und Windmühlen, um sie der jeweiligen Windrichtung und Windstärke anpassen zu können. Während die Windmühlen im Orient vorwiegend horizontale Flügelräder



Segelwagen der Cansas-Pacific-Eisenbahn (19. Jh.)



Bockwindmühle (oben) und Turmwindmühle (unten)

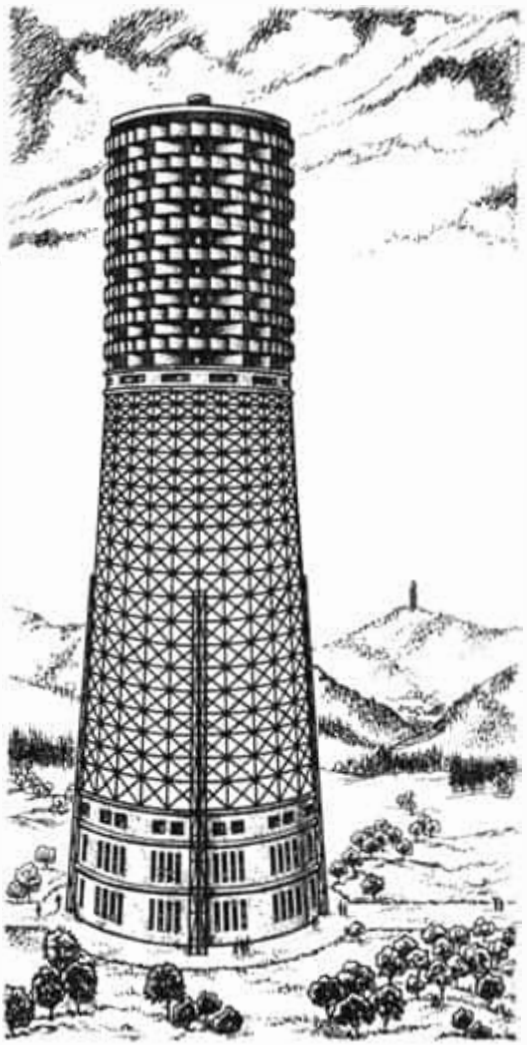
besaßen, die weniger abhängig von der Windrichtung waren, setzte sich in Europa die vertikale Anordnung der Flügelräder durch. Dabei bildeten sich zwei Grundformen heraus: die aufgebockte Windmühle, kurz Bockwindmühle genannt, die als Ganzes mit Hilfe eines Schwenkbalkens »in den Wind gedreht« wurde, und die Turmwindmühle mit drehbarer Haube, volkstümlich als »Holländerwindmühle« bekannt. Im Laufe der Entwicklung erreichte das vierflügelige, mit Klappen versehene Windrad der Bockwindmühle Durchmesser von 7 bis 12 m, wobei ihre Leistung kaum 3,7 kW überstieg. Das Flügelrad der Holländerwindmühle erreichte Durchmesser bis 28 m. Ihre Spitzenleistungen lagen bei 37 kW. Daß der Wirkungsgrad der Windmühlen im Spätmittelalter und in der Manufakturperiode kaum 10 bis 20 % betrug, fiel im Wettbewerb mit Tretrad und Tretmühle weniger ins Gewicht.

Durch Koppelung der Windmühle mit der Wasserpumpe wurde schon 1394 der Windkraft ein neues Anwendungsgebiet erschlossen. Neben der Bewässerung landwirtschaftlicher Nutz-

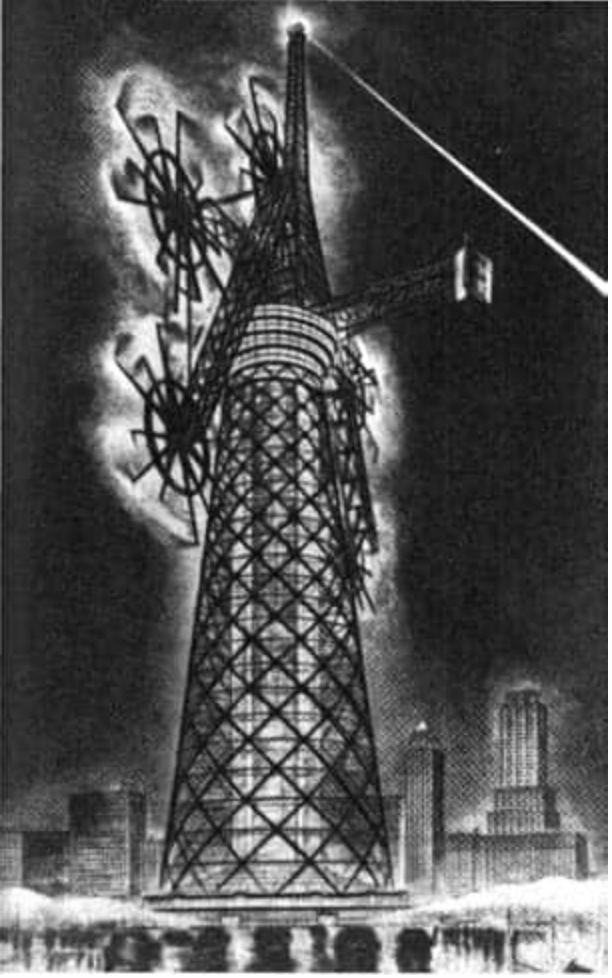
flächen fanden die Windkraftwasserpumpen vor allem bei der Entwässerung, der Trockenlegung und Landgewinnung im Küstenbereich der Nord- und Ostsee Verwendung. So zählten die Niederlande Mitte des 18. Jh. 9000 Windmühlen, deren Bestand bis heute auf knapp 900 zurückgegangen ist. In der amerikanischen Landwirtschaft sollen im 19. Jh. sechs Millionen Windkraftwerke eingesetzt gewesen sein, von denen gegenwärtig noch etwa 15000 in Betrieb sind.

Mit fortschreitender Industrialisierung, gestützt auf neugewonnene Erkenntnisse über die Mechanik des Winddruckes und der Aerodynamik, begann gegen Ende des 19. Jh. die theoretische Bearbeitung der Nutzungsmöglichkeiten von Windenergie. Dabei ging es den Konstrukteuren darum, durch neue technische Lösungen die Windmühlen leistungsstärker, sturmsicherer und weniger wartungsintensiv als ihre Vorgänger zu machen, um sie gegenüber der aufkommenden Konkurrenz durch die Dampfmaschine, den Gas- und Elektromotor lebensfähig zu erhalten. Zum anderen kam es darauf an, die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umzuwandeln, das Windrad als Windmotor für die Stromerzeugung einzusetzen. Erste Versuche mit mehrflügeligen Windrädern auf Stahlgerüsten, deren Drehachse mit einer sogenannten Windfahne verbunden war (sie stellte das Windrad selbsttätig nach der Windrichtung ein), begannen bereits um die Jahrhundertwende in Dänemark. Aber erst Anfang der zwanziger Jahre gelang es dem deutschen Konstrukteur K. Bilau in Zusammenarbeit mit der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen, eine schnellaufende Windkraftmaschine zu entwickeln, deren dreiflügeliges, aerodynamisch gestaltetes Windrad einem Flugmotorenpropeller ähnelte. Der Versuchsbetrieb bestätigte, daß die günstigsten Bedingungen zur Ausnutzung der Windkraft bei Windgeschwindigkeiten zwischen 5 und 10 m/s liegen, wie sie in einer gewissen Stetigkeit erst in Höhen von über 100 m über dem Erdboden anzutreffen sind.

Zur Energieversorgung landwirtschaftlicher Einzelbetriebe und entlegener Wohnsiedlungen fanden zunächst nur Kleinst- und Kleinanlagen mit Leistungen bis etwa 20 kW größere Verbreitung. Die Stromerzeuger waren meist mit Bleiakkumulatoren gekoppelt, um Flauten zu überbrücken. Versuche mit größeren Windkraftanlagen zur Stromerzeugung begannen Anfang der dreißiger Jahre vor allem in der Sowjetunion und den USA. 1931 errichteten sowjetische Ingenieure bei Balaklawa auf der Krim in 266 m über NN ein Windkraftwerk mit einem Flügel-



Windturbinen-Großkraftwerk nach dem Projekt von Gottfried Ribbe



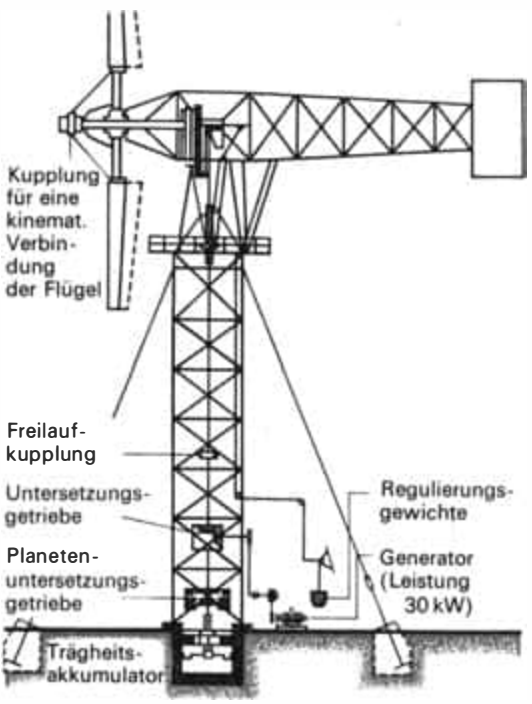
raddurchmesser von 30 m, das für eine Leistung von etwa 100 kW ausgelegt war. 1936 folgte im Al-Petri-Gebirge die Montage eines Windkraftwerkes mit einer installierten Leistung von 1 000 kW, dessen zwei 500-kW-Generatoren getrennt in 65 m Höhe und an der Spitze des 158 m hohen Turmes angebracht waren.

In jenen Jahren entstanden auch die als »technisches Wunder von morgen« angekündigten deutschen Höhenwind-Großkraftwerk-Projekte. So sah der Entwurf des Dresdener Bauingenieurs Gottfried Ribbe die Errichtung eines 360 m hohen Turmes aus Eisenbeton vor, in dessen Höhenwindzone rundum horizontal gelagerte Windturbinen eingebaut werden sollten, die über eine gemeinsame Hohlwelle und zahnradgetrieben die Generatoren in Gang setzten.

Höhenwindkraftwerk nach Hermann Honeff

Phantastischer noch mutet das Projekt des Konstrukteurs Hermann Honeff an, der sich als Erbauer des 256 m hohen Funkturms in Königs Wusterhausen einen Namen gemacht hatte. Der von ihm entworfene Windturm von 400 bis 500 m Höhe sollte aus Stahlrohrgitterringen montiert werden, in deren oberem Teil eine dreh- und schwenkbare Trägerkonstruktion mit drei bis fünf riesigen Windrädern eingelagert war. Das komplizierte Räderaggregat sollte sich – ähnlich den kleineren Windmotoren – selbsttätig auf die jeweilige Windrichtung und Windstärke einstellen und bei größeren Windstärken eine sogenannte Sturmstellung einnehmen, bei der die Windräder nahezu horizontal liegen. In einer Denkschrift schlug Honeff die Errichtung von 60 solchen Windkraftwerken und deren Zusammenschluß zu einem »Höhenzonen-Windkraftfeld« vor, das die Energieversorgung des ganzen Landes gewährleisten sollte.

Obwohl es technisch durchaus möglich gewesen wäre, Turmbauten von solcher Höhe zu

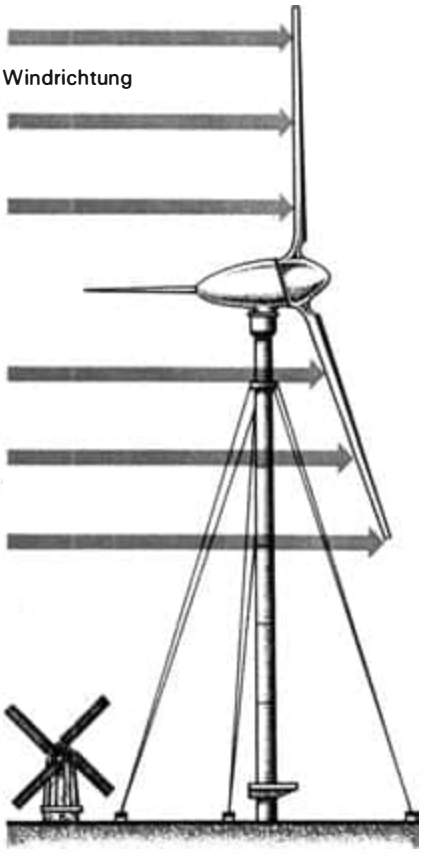


Sowjetisches Windkraftwerk der fünfziger Jahre mit 27 kW Leistung bei 8 m/s Windgeschwindigkeit

errichten und Windräder der erforderlichen Abmessungen herzustellen, war keines der beiden Projekte wirklich »baureif«. Eine Fülle ungelöster wissenschaftlicher Teilprobleme, materialtechnischer und konstruktiver Details, die sich aus der Spezifik der Windenergie ergaben, boten keine Garantie für einen störungsfreien und wirtschaftlichen Dauerbetrieb dieser und ähnlicher Windkraftanlagen. Es kam hinzu, daß seinerzeit die klassischen Primärenergieträger Kohle und Erdöl noch reichlich zur Verfügung standen, die Nutzung des Erdgases gerade erst begonnen hatte. Das Hauptanliegen der Energetiker bestand folglich nicht in der Suche nach alternativen Energiequellen, sondern darin, den wachsenden Energiebedarf kostengünstig zu decken, z. B. durch die »weiße Kohle«, die Wasserkraft.

Nach statistischem Material der 11. Weltenergiekonferenz, die 1980 in München stattfand, verdoppelte sich im Weltmaßstab von 1945 bis 1952 der Energieverbrauch auf 2,8 Mrd. t SKE (Steinkohleeinheiten) und überschritt 1978 die 10-Milliarden-Grenze. Verständlicher ausgedrückt: Seit 1945 wurde mehr Primärenergie verbraucht als in der gesamten Menschheitsgeschichte zuvor. Bis zum Jahre 2000 wird sich der Energieverbrauch abermals verdoppeln. Der sprunghaft zunehmende Primärenergiebedarf der wachsenden Weltbevölkerung zwingt nicht nur die Verbraucher dazu, mit den nicht unerschöpflichen Rohstoffressourcen sparsam und rationell umzugehen, er hat auch die Suche nach neuen Energiequellen und die Entwicklung neuer Verfahren der Energiegewinnung zur vordringlichen perspektivischen Aufgabe von Wissenschaft und Technik gemacht.

Neben der forcierten Erschließung der Kernenergie werden weltweit und in immer stärkerem Maße die regenerativen natürlichen Energiequellen – wie die Wasserkraft und die Erdwärme – genutzt, beginnt die Umwandlung der Sonnenenergie in Elektrizität und Wärme an praktischer Bedeutung zu gewinnen. Damit ist seit Mitte der siebziger Jahre auch der



Bau von Windkraftwerken wieder ins Blickfeld der Öffentlichkeit gerückt.

Die neuentwickelten Projekte, die aus der Sowjetunion, den USA und anderen Ländern bekannt geworden sind, lassen allgemein ein Abrücken von den gigantischen Windtürmen der dreißiger Jahre und den überdimensionalen, mehrflügeligen Windrädern erkennen. In der Sowjetunion haben sich Windkraftwerke mit Leistungen in der Größenordnung von 30 bis 100 kW – bei Windraddurchmessern von etwa 20 m – besonders für die Energieversorgung in den Steppengebieten Mittelasiens bewährt. Auf diese Erfahrungen gestützt, geht man nunmehr daran, die Windkraft der arktischen Zonen des Landes zu nutzen. Der sowjetische Energieplan sieht vor, bis zum Jahre 1990 Windkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 4,5 GW zu errichten.

Windkraftanlage GROWIAN (BRD), die bisher größte Anlage dieser Art in der Welt

Den Schwerpunkt des Windkraftforschungsprogramms der USA bildet der Bau von Windkraftanlagen im 200-kW-Bereich, die entsprechend der Intensität der Windgeschwindigkeit selbsttätig ein- und ausschalten. Besonders umfangreich ist das Programm der Niederlande, das bis zum Jahre 2000 den Bau von 5000 Windkraftwerken (Standardbauweise mit zwei Rotorblättern von 25 m Länge) vorsieht, die rund 20% des Strombedarfs der Ballungsgebiete decken sollen. In Gruppen von jeweils 100 Einzelanlagen, in sogenannten Windmühlenparks aufgestellt, macht dieses Anlagenschema zugleich einen der Hauptnachteile derartiger Gruppenwindkraftwerke deutlich, nämlich ihren enormen Flächenbedarf. Bei Einhaltung des nach Ansicht der Fachleute erforderlichen Abstandes vom Siebenfachen des Rotordurchmessers beansprucht ein Windmühlenpark eine Fläche von etwa 10×10 km. In Großbritannien, wo Entwicklungsarbeiten für Anlagen von 2,5 MW Leistung im Gange sind, versucht man eine Lösung des Problems dadurch zu erreichen, daß als Standort das Flachwasser an der Nordseeküste gewählt wird.

Die bisher größte Windkraftanlage der Welt ist seit 1980 in Brokdorf (BRD) in Betrieb. Die Großwindanlage – abgekürzt GROWIAN – erinnert in ihrer konstruktiven Grundkonzeption an die Pläne von K. Bilau: An der Spitze eines 100 m hohen schlanken Turmes befindet sich das drehbare Maschinenhaus, in dem das Getriebe und die Generatoren untergebracht sind. An seiner Stirnseite ist die Nabe mit den beiden symmetrischen Rotorblättern angebracht, deren Gesamtlänge 100 m beträgt. Die Leistung ist mit 3 MW (bei Vollast) angegeben. Der Bau ähnlicher Anlagen mit Leistungen von 3 bis 5 MW ist zu Forschungszwecken in den USA, in Kanada und Australien geplant. Andere, vor wenigen Jahren noch vieldiskutierte Projekte von Ballon-Höhenwindkraftwerken, die mit Hilfe von Kabelseilen aufgelassen und an der oberen Grenze der Troposphäre – also in Höhen von 8 bis 10 km – stationiert werden sollten, sind als technisch undurchführbar ebenso aufgegeben worden wie die gigantischen Windtürme der dreißiger Jahre.

Die Frage, ob die Windkraftnutzung in absehbarer Zukunft eine spürbare Entlastung der Energiebilanz erwarten läßt oder nicht, ist im Grunde genommen schon zwischen den Zeilen beantwortet. Die 11. Weltenergiekonferenz hat für das Jahr 2020 eingeschätzt, daß der Anteil der aus Windkraft erzeugten Elektroenergie etwa 5% betragen wird. Bei der prognostizierten Steigerung des Weltenergiebedarfs auf 30 Mrd. t SKE (bei rückläufiger Entwicklung der Anteile von Erdöl, Erdgas und Kohle) würden 5% etwa dem Gesamtenergieverbrauch von 1945 entsprechen.

Im Prinzip kommen für den geschätzten Leistungszuwachs nur Groß- und Gruppenwindkraftwerke mit installierten Leistungen von mehreren MW in Betracht (wobei auch an die Kombination mit Kraftwerken anderer Art gedacht ist), die die erzeugte Energie in bereits vorhandene oder neuzuschaffende Versorgungsnetze einspeisen. Anders verhält es sich mit kleinen und mittleren Windkraftanlagen, die entweder für die Einzelversorgung von Verbrauchern (z. B. Einfamilien- und Wochenendhäuser) oder von abseits der öffentlichen Versorgungsnetze liegenden Wohngebieten und Produktionsstätten bestimmt sind. Windkraftanlagen mit installierten Leistungen bis 50, 100 oder 200 kW stellen ausgereifte technische Konstruktionen dar. Wirtschaftlicher als stationäre Rohöl- oder Dieselaggregate tragen sie – ähnlich wie Solarzellen und Sonnenkollektoren – dazu bei, wertvolle Primärenergieträger und Transportkapazität einzusparen. Besonders in den energiearmen Entwicklungsländern öffnet sich ihnen ein breites Einsatzgebiet. Grund genug für Wissenschaftler und Techniker in aller Welt, auf dem Gebiet der Windkraftnutzung zielstrebig, ideenreich und risikofreudig weiterzuarbeiten, der Windmühle ein zeitgemäßes Comeback zu bereiten.

Bernd Wurlitzer

GDAŃSK

Bilder einer Stadt

Gotik, Renaissance, Barock, Klassizismus — verschiedene Baustile fügen sich im Gdańsker Stadtteil Głowne Miasto zu einem Ensemble, das jährlich Zehntausende von Touristen aus aller Welt anzieht. Am Dlugi Targ, dem Langen Markt, reihe ich mich in das sommerliche Gewimmel ein. Die Eisstände und Limonadenwägelchen sind dicht umlagert, Studenten der Hochschule für Bildende Kunst bieten ihre Arbeiten zum Kauf an und porträtieren auf Wunsch Touristen . . . Die Häuserfassaden dieses geschichtsträchtigen Platzes sind eine Augenweide. Hier stehen Bauwerke, die seit der Erfindung der Fotografie schon millionenfach im Bild festgehalten wurden. Vorbei am Neptunbrunnen und dem historischen Rathaus gehe ich zur Mariacka, der wohl malerischsten Gasse in Gdańsk. Prospekte schwärmen: »An Schönheit und Stimmung gibt es nicht ihresgleichen in den polnischen Städten.« In der Mariacka bezogen Bildhauer, Bernsteinkünstler und Kunstschmiede ihre Werkstätten. Oft kann ihnen bei der Arbeit zugeschaut werden. Bernstein wurde schon vor Jahrhunderten in der Mariacka bearbeitet, das 17. Jahrhundert war vor allem die Blütezeit der Bernsteinkunst in Gdańsk. In unseren Tagen wird die Tradition weitergeführt. Kunstfertige Hände verarbeiten das Seejuwel zu vielgestaltigen Schmuckstücken.

Anderen gleich setze ich mich auf eine der Treppen, die zu den reichgeschmückten Hausportalen führen. Ich schließe die Augen, in Gedanken sehe ich Koggen und Hulks am Ufer der Motława ankern, höre ich die Ordensritter mit ihren Pferden durch die schmalen Gassen jagen, sehe reiche Patrizierfamilien beim Sonntagsspaziergang, vernehme das Knistern der Flammen bei Feuersbrünsten, das Jammern der Kranken bei Seuchen, das Krachen von Granaten . . . Gdańsk hat eine bewegte Vergangenheit. Schon in der Missionsgeschichte des Erzbischofs Adalbert wird es 997 als eine reiche und große Stadt erwähnt, im 14. und 15. Jahrhundert gehörte sie der Hanse an, Mitte des 17. Jahrhunderts lebten in ihr etwa 100000

Vorangehende Seite: Krantor am Motlawakai, ein wertvolles technisches Denkmal aus dem 15. Jh.

Die Marienkirche (14.–16. Jh.), eine der größten Kirchen Europas

Blick vom Turm des historischen Rathauses auf den Dlugi Targ, den Langen Markt, mit dem Brama Zielona, dem Grünen Tor (16. Jh.)

Menschen. Damit war Gdańsk die größte Stadt Polens und eine der größten in Europa. Aus dem Ausland holten sich die wohlhabenden Gdańsker Kaufleute und Bankiers hervorragende Künstler. Von ihnen ließen sich die auf Prunk bedachten reichen Bürger prachtvolle Bauten errichten. In diesen Jahrhunderten entstanden auch das Krantor an der Motława, das einzige historische Hafenbauwerk dieser Art in Europa, und zweihundert Schritte ent-

Der Rote Saal mit dem 1593 von dem Belgier van der Meer gefertigten Kamin und den 1608 von Isaak van den Blocke ausgeführten Deckenmalereien

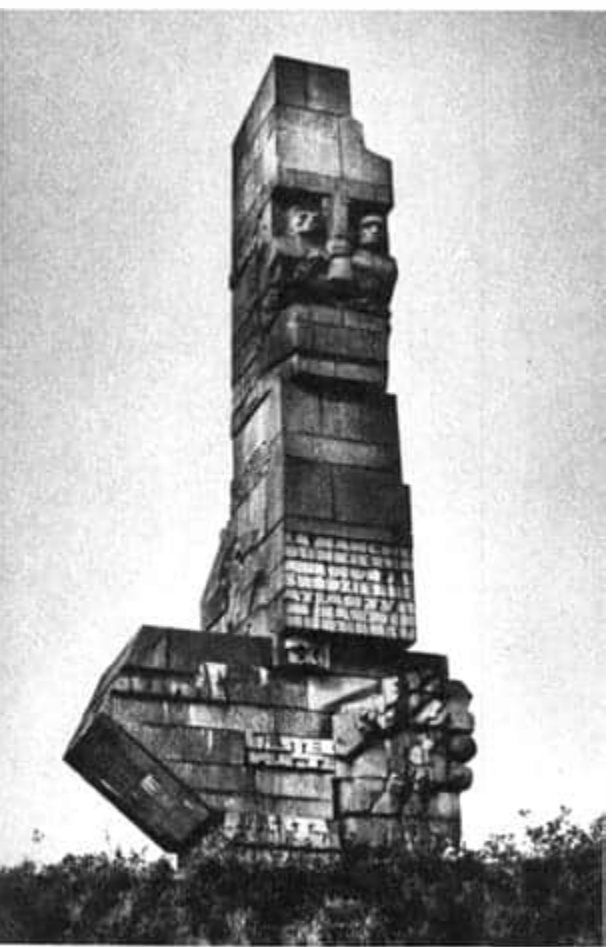
fernt die Große Mühle, die täglich bis zu 200 Tonnen Getreide mahlen konnte und vormals Europas größte Industrieanlage war.

Aus Ruinen erstanden

Am 1. September 1939 zerrissen in der Morgendämmerung Schüsse die Stille. Der deutsche Panzerkreuzer »Schleswig-Holstein« eröffnete damit den zweiten Weltkrieg. Die erste Ruine dieses furchtbaren Krieges blieb auf der Westerplatte stehen, dort, wo sich 182 Polen heldenhaft gegen die Übermacht der deutschen Faschisten verteidigten. Sechs Jahre später lastete die Stille des Todes über Gdańsk. Im Städtischen Geschichtsmuseum, das sich im 600 Jahre alten historischen Rathaus befindet, legt mir Vizedirektor Kuklinski Fotos aus den Jahren 1945 und 1946 vor. Sie zeigen die Marienkirche ohne Dach, das ausgebrannte Rathaus, die Reste des Goldenen Hauses, durch Gerüste vor dem Einstürzen bewahrt, zerbombte Häuser, Trümmerhaufen . . . Das rund 42 Hektar große Gelände des Stadtteils Głowne Miasto war zu 90 Prozent verwüstet worden.

Seit Jahren sind die Ruinen um den Neptunbrunnen verschwunden, wo wie vor 300 Jahren aus dem Dreizack in der Hand des bärtigen Meeresgottes Wasser sprüht. Wie in anderen polnischen Städten entstanden auch in Gdańsk die historischen Bauwerke wieder in altem Glanz. Originalgetreu ließen Bildhauer, Steinmetze, Restauratoren, Architekten und Arbeiter in den 50er und 60er Jahren die Patrizierhäuser emporwachsen. Auferstanden sind die prächtigen Fassaden des Goldenen Hauses und des Artushofes und die zahlreicher anderer Bauwerke. Nicht aufgebaut wurden dagegen die schmalbrüstigen Hinterhäuser mit den muffigen Wohnungen. Wo es einst enge Hinterhöfe gab, stehen Bänke in den Grünanlagen und toben Kinder auf Spielplätzen. Die Wohnungen hinter den originalgetreu geschaffenen Fassaden haben den Komfort von Neubauwohnungen. Das gesamte Gebiet der Altstadt ist an die Fernheizung angeschlossen.

Liebevoll wurden auch die kleinsten Details restauriert



Mühevolle Kleinarbeit

In der Werkstatt für Denkmalspflege im Grünen Tor erhalte ich Einblick in die mühevolle und zeitaufwendige Tätigkeit der Restauratoren. Allein für die Wiederherstellung des Großen Ratsherrensaales und des Großen Flures im historischen Rathaus am Langen Markt benötigten die Restauratoren zwölf Jahre. Nach alten Stichen und Fotografien fertigten Gdańsker Schnitzer die 1945 vollständig verbrannte mittelalterliche Wendeltreppe und die hölzerne Galerie an. Das Kleinod der Gdańsker Kunstschätze, der Große Ratsherrensaal – seiner vorherrschenden Farbe wegen auch Roter Saal genannt –, hatten die Faschisten ausgelagert. Frau Theresa Stankiewicz, die Leiterin der Werkstatt, berichtet: »Was nach Kriegsende vom Roten Saal zurückgeführt werden konnte, war unvollständig und zum Teil stark beschädigt. In den letzten Jahren wurden mehrfach noch Originalteile des Saales gefunden, die von uns gefertigten Kopien haben wir gegen diese Originalstücke ausgetauscht.«

Noch ein Beispiel für den großen restauratorischen Aufwand erfahre ich in dieser Werkstatt. Viele der vor Jahrhunderten errichteten Häuser entstanden aus kleinformatigen Ziegeln. Holländische Segler, die in Gdańsk Getreide an Bord nahmen, brachten sie auf der Hinfahrt als Ballast mit. Um die Rekonstruktion originalgetreu vornehmen zu können, fertigte eine polnische Ziegelei genau diese Ziegel wieder an.

Der Stolz der Gdańsker

Die Touristen eilen in Gdańsk von einem Altertum zum anderen. Doch diese Stadt ist nicht nur der Artushof, das Goldene Haus und der Neptunbrunnen. Gdańsk, mit Gdynia und Sopot zu einem sich auf 30 Kilometer Länge an der Ostsee entlangziehenden Komplex zusammengewachsen, ist ein imposantes Hafen-, Industrie- und Handelszentrum, eine Stadt der Wissenschaft und Kultur im Norden der VR

Der Neptunbrunnen, eine der berühmtesten Sehenswürdigkeiten von Gdańsk (17. Jh.) · Denkmal für die Helden der Westerplatte · Blick vom Rathausturm auf die Altstadt

Die Mariengasse, die wohl malerischste von Gdańsk

Polen. Nach der Stunde Null am Ende des zweiten Weltkrieges standen im Vordergrund die Anstrengungen, die Wirtschaft wieder in Gang zu bringen. Für Gdańsk hieß das: die zerstörte Werft und den Hafen aufzubauen. Bereits 1948 lief auf der Gdańsker Leninwerft das erste nach dem zweiten Weltkrieg in Polen gebaute hochseetüchtige Schiff vom Stapel. Es war ein Erz-Kohle-Frachter mit der bescheidenen Tragfähigkeit von 2500 Tonnen. Heute gehört Polen zu den zehn führenden Schiffsexporteuren der Welt. Die Leninwerft beschäftigt 18000 Arbeiter und Ingenieure, 35 Kilometer Straße und 20 Kilometer Eisenbahngleise zerschneiden das Werftgelände, auf dem Schiffe bis zu 60000 Tonnen gebaut werden. Doch der Stolz der Gdańsker ist der Nordhafen. Von der Stelle, wo sich 1970 noch ungestört die Fische tummelten, sehe ich zu, wie Eisenbahnwaggons automatisch gekippt werden und Bandanlagen die Kohle zu einem Frachter transportieren. Automatisch arbeitet auch die Umschlagbasis für Erz. Das Erdöl, von Tankern herangebracht, gelangt vom Hafen über eine Rohrtrasse direkt zur nahen Raffinerie. Ein Teil des in Gdańsk gelöschten Rohöls fließt durch eine Pipeline nach Płock und von dort weiter nach Schwedt. Nach Fertigstellung der letzten Baustufe wird der Gdańsker Nordhafen der modernste an der Ostsee sein.

Ein Großteil der Werft- und Hafenarbeiter wohnt in den neuen Stadtvierteln, die im Halbkreis um das alte Gdańsk entstanden sind, Können und Kühnheit der Architekten in sich vereinigend. Eins dieser Wohngebiete heißt Przymorze. Charakteristisch sind die elfgeschossigen Wellenbauten, von denen der längste 596 Meter mißt und 1 376 Wohnungen beherbergt. Moderne Arbeiten von Künstlern schmükken Straßenränder und Plätze.

Gern gehen die Einwohner von Przymorze im benachbarten Adam-Mickiewicz-Park des Stadtteils Oliwa spazieren. Die Kathedrale von Oliwa ist weit über die Landesgrenzen hinaus bekannt. In den Sommermonaten rollen vom Morgen bis zum Abend ununterbrochen Auto-

Restaurierte Fassaden der Häuser am Dlugi Targ

busse vor das 600 Jahre alte Bauwerk, das im wesentlichen noch so aussieht, wie es die Zisterziensermönche errichteten. Manche kommen, um die reiche Innenausstattung zu bewundern, die meisten jedoch möchten die berühmte Orgel hören. Im Sommer gastieren in der Kathedrale bekannte Organisten aus aller Welt, auch aus der DDR. Für einen Spaziergang durch den angrenzenden Adam-Mickiewicz-Park finden die Touristen allerdings kaum Zeit, und so sind in diesem Glanzstück gärtnerischer Landschaftsgestaltung die Gdańsker Bürger ganz unter sich.

Dem polnischen Volk sind die steinernen Zeugen seines 1000jährigen Kampf- und Leidensweges teuer. Mit der Rekonstruktion von Gdańsk-Głowne Miasto ist ein Stück der wechselvollen polnischen Geschichte wiedererstanden, mit der die Stadt aufs engste verknüpft ist. Zusammen mit den modernen Wohnvierteln, den neuen Industriekomplexen, den Einrichtungen der Wissenschaft und Kultur bilden die historischen Bauwerke das Gdańsk unserer Tage, eine pulsierende Großstadt an der Ostseeküste.

Der Artushof, einstiger Sitz der Kaufmannsgilden
Am Motlawakai fahren die Schiffe der Weißen Flotte ab

ELBLAG

Die 600 Jahre alte Kathedrale, in der jährlich ein Festival der Orgelmusik stattfindet · Tradition hat die Verarbeitung von Bernstein · Skulptur im Neubaugebiet Przymorze · Kunststudenten bieten auf der Straße ihre Werke an. Übernächste Seite: Elfgeschossige Wellenbauten in Przymorze; hier leben etwa 60000 Menschen · Hafen- und Werftstadt Gdańsk

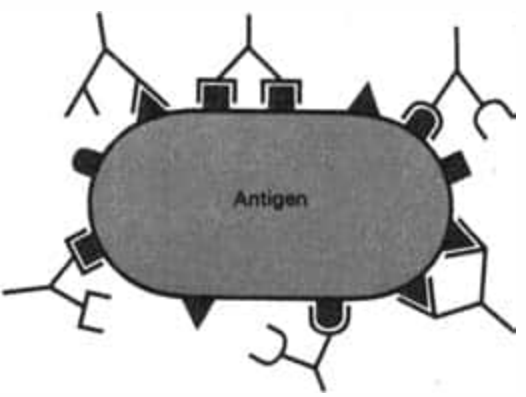
Immunpräparate durch Zellfusion

Prof. Dr. sc. Herwart Ambrosius

Vor sechs Jahren beschrieben Georg Köhler und Cesar Milstein aus England, daß es ihnen gelungen sei, eine antikörperproduzierende Zelle durch Zellfusion mit einer Krebszelle »unsterblich« zu machen. Durch Vermehrung dieser Zelle wäre es möglich, Antikörper absolut einheitlicher Spezifität in großen Mengen zu produzieren. Diese Veröffentlichung von Köhler und Milstein markierte den Beginn des »Immunologischen Ingenieurwesens« und schuf prinzipiell die Voraussetzung, Immunpräparate herzustellen, die den herkömmlichen Antiseren qualitativ weit überlegen sind. Mit Recht spricht man deshalb von einer neuen Generation von Immunpräparaten, die sich von den bisherigen etwa ebenso unterscheiden wie die moderne Mikroelektronik von der klassischen Elektrotechnik.

Antikörper sind bekanntlich Eiweiße, die vom Organismus als Antwort auf das Eindringen eines Antigens, z. B. eines Krankheitserregers, in den Körper gebildet werden. Die Antikörper werden von bestimmten Lymphzellen produziert, die ein Teil des Immunsystems des Organismus sind. Charakteristisch für die aufgrund eines Antigenreizes gebildeten Antikörper ist ihre Eigenschaft, mit dem Antigen zu reagieren. Sie sind *spezifisch* für dasjenige Antigen, das ihre Bildung durch das Immunsystem induziert hat.

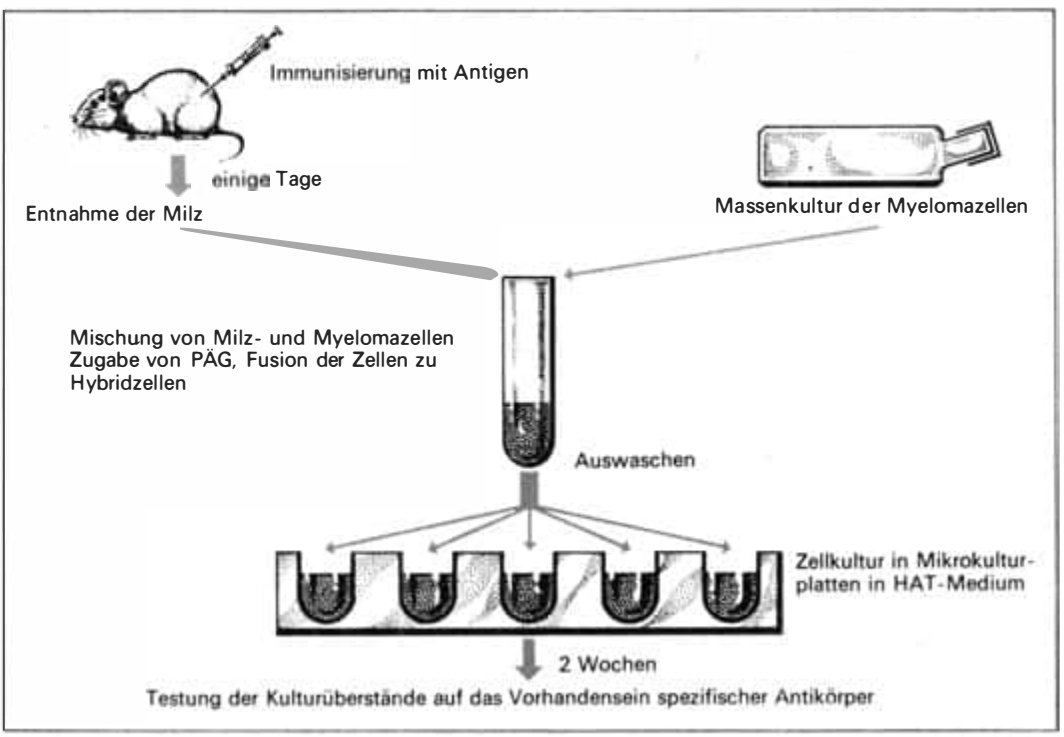
Der Organismus der hochentwickelten Wirbeltiere, also auch der des Menschen, ist in der Lage, Antikörper wenigstens einer Million verschiedener Spezifitäten herzustellen. Daher kann er auch auf die unterschiedlichsten Antigene mit der Bildung dafür passender, also spezifischer Antikörper reagieren, die dann das Antigen neutralisieren oder bei seiner Vernichtung bzw. Ausscheidung mitwirken. Die biologische Wirksamkeit der Antikörper ist uns allen durch die erfolgreichen Schutzimpfungen, z. B. gegen Pocken oder Kinderlähmung, geläufig. Sie beruht primär auf der spezifischen Reaktion des jeweiligen Antikörpers mit dem dazu passenden Antigen. Diese *Spezifität der Antigen-Antikörper-Reaktion* ist aber nicht nur ein Kernstück der natürlichen Immunreaktion, sie ist vielmehr auch die Ursache dafür, daß Antikörper in Forschung und medizinischer Praxis



Schematische Darstellung eines Antigens mit drei Typen von Determinanten (▲, ■ und ⬬), an denen z. T. spezifische Antikörper gebunden sind

in zunehmendem Maße als spezifische Reagenzien verwendet werden. Angefangen vom klassischen serologischen Nachweis der Blutgruppe bis hin zum Einsatz markierter Antikörper in Biochemie oder elektronenmikroskopischer Substrukturforschung reicht bereits heute die Anwendung von Immunpräparaten. Das Immunologische Ingenieurwesen wird darüber hinaus zweifellos noch neue Einsatzgebiete erschließen.

Was ist nun der grundlegende Unterschied zwischen den bisherigen Immunpräparaten und den mittels des Immunologischen Ingenieurwesens gewonnenen Antikörpern? Jedes auf natürlichem Wege produzierte Antiserum enthält eine Vielzahl von Antikörpern, die zwar alle das jeweilige Antigen binden, sich aber in ihrer Spezifität unterscheiden. Sie reagieren mit unterschiedlichen Oberflächenstrukturen des Antigens, also mit verschiedenen Antigendeterminanten. In der schematischen Abbildung auf S. 161, in der dieses Prinzip dargestellt ist, sind nur drei verschiedene Determinanten eingezeichnet, um die Übersichtlichkeit zu bewahren. In Wirklichkeit können es aber, z. B. bei einem Bakterium oder Virus, sehr viel mehr, vielleicht über hundert derartige Determinanten sein. Da sich nun die Antikörper nicht nur in ihrer Spezifität gegenüber den Antigendeterminanten, sondern auch in der Bindungsstärke zur Determinanten, der sogenannten Affinität, unterscheiden, ist die oben erwähnte Antigen-Antikörper-Reaktion kein einheitlicher Prozeß. Er ist vielmehr die Summe zahlreicher, nebeneinander ablaufender, sich durchaus unterscheidender Reaktionen. Dies schränkt die Spezifität der Gesamtreaktion teilweise ein wie auch die Einsatzmöglichkeiten von Immunpräparaten. Demgegenüber sind die mittels des Immunologischen Ingenieurwesens gewonnenen Antikörper *absolut einheitlich* in Spezifität und Affinität. Sie »erkennen« *nur eine bestimmte Antigendeterminante.* Daher können sie als »molekulare Detektoren« eingesetzt werden



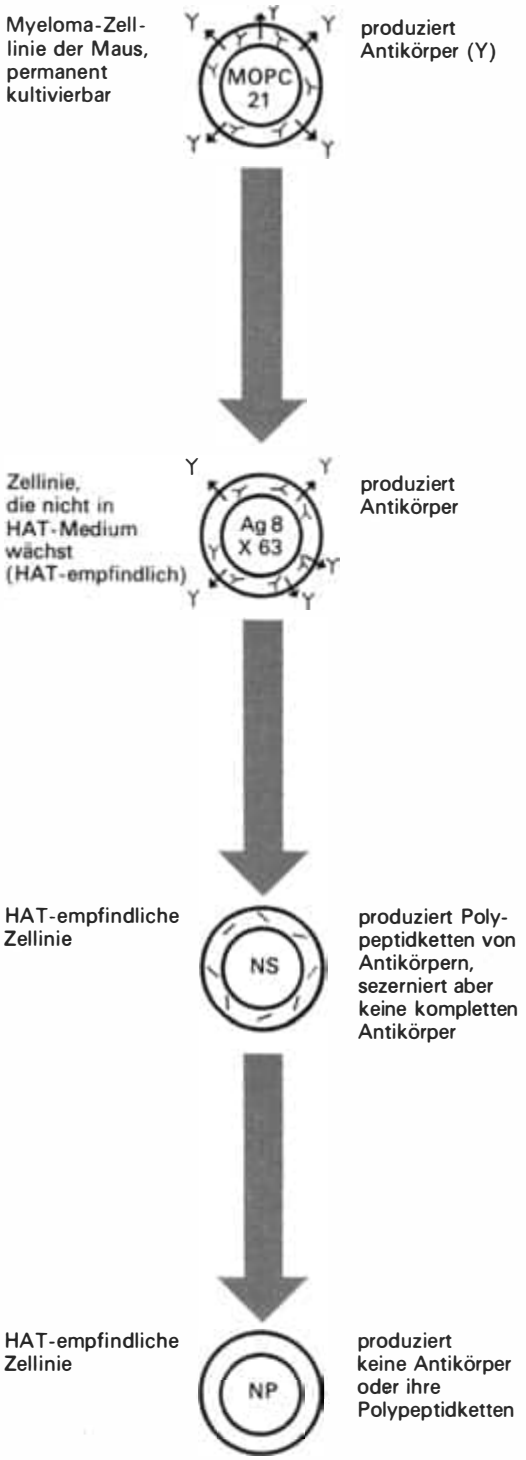
Schema der Gewinnung antikörperproduzierender Hybridzellen mittels Zellfusion

und übertreffen in der Spezifität der Antigen-Antikörper-Reaktion die konventionellen Antiseren ganz entscheidend.

Als Köhler und Milstein 1975 ihre erste Arbeit über die Fusion einer Krebszelle mit einer antikörperproduzierenden Zelle veröffentlichten, ahnten sie noch nicht, welch großes Arbeitsgebiet sie damit erschlossen. Allerdings steckte damals auch die Technologie des Immunologischen Ingenieurwesens noch in den Kinderschuhen. Inzwischen konnten dank weltweiter Bemühungen wesentliche Verbesserungen erzielt werden, so daß heute zahlreiche immunologische Laboratorien, darunter auch unser Labor in der Sektion Biowissenschaften der Karl-Marx-Universität Leipzig, diese Technik der Zellfusion beherrschen.

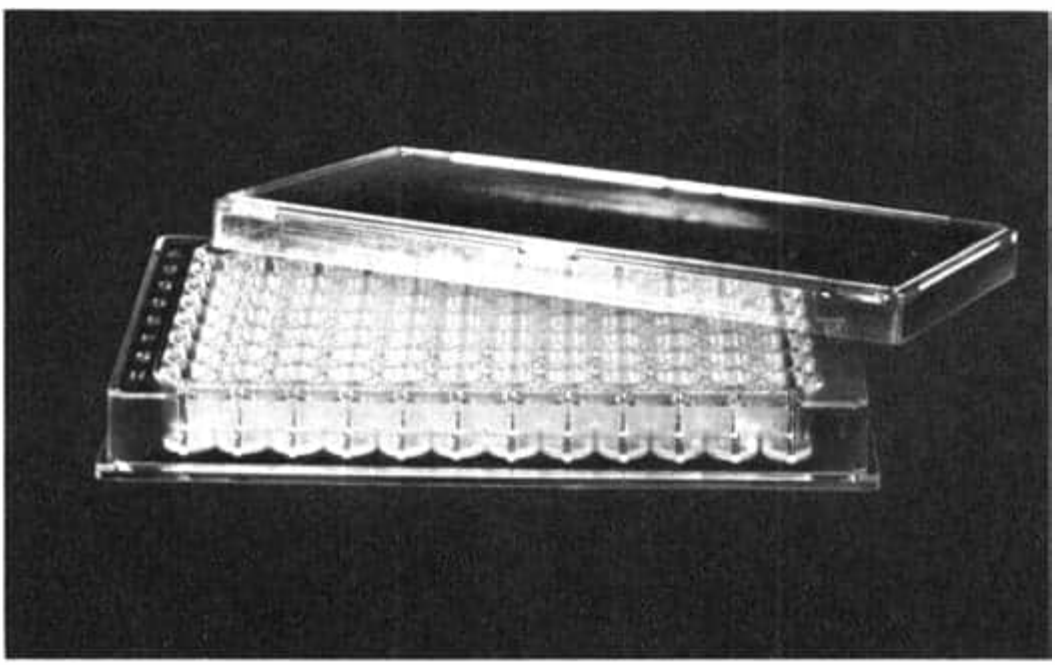
Georg Köhler und Cesar Milstein verwendeten in ihren ersten Versuchen zur Fusion mit einer antikörperproduzierenden Zelle eine Krebszellinie der Maus. Da die Zellfusion am besten zwischen Zellen des gleichen Typs gelingt, wählten sie einen Lymphzellkrebs, eine sogenannte Myelomazellinie der Bezeichnung MOPC 21, die gut in vitro (im Reagenzglas) vermehrt werden kann. Später isolierten sie aus der Linie MOPC 21 eine Sublinie, die sich durch einen Enzymdefekt auszeichnete. Diese Zellen, die die Bezeichnung Ag8 X 63 erhielten, wuchsen zwar in den üblichen Zellkulturmedien, starben aber in Medium, das *H*ypoxanthin, *A*minopterin und *T*hymidin enthielt, dem sogenannten HAT-Medium, ab. Diese HAT-empfindliche Linie Ag8 X 63 war für die Zellfusion mit antikörperproduzierenden Zellen wesentlich vorteilhafter als die ursprüngliche MOPC 21, da man die erzielten Hybridzellen sehr viel leichter von den Ausgangszellen trennen konnte. Das soll am Beispiel eines Experiments dargestellt werden, dessen Ziel es ist, einheitliche Antikörper gegen Röteln-Virus zu erhalten (s. Abb. S. 162).

Die Ag8-X-63-Zellinie stammt, wie gesagt, von der Maus. Ihre Fusion gelingt am besten mit Zellen, die ebenfalls von Mäusen stammen. Deshalb muß zunächst eine Maus mit Röteln-



Abstammung der heute vorwiegend für Zellfusionen verwendeten Zellinie NP von der Myeloma-Zellinie MOPC 21 (das Zwischenstadium NS ist im Text nicht erwähnt)

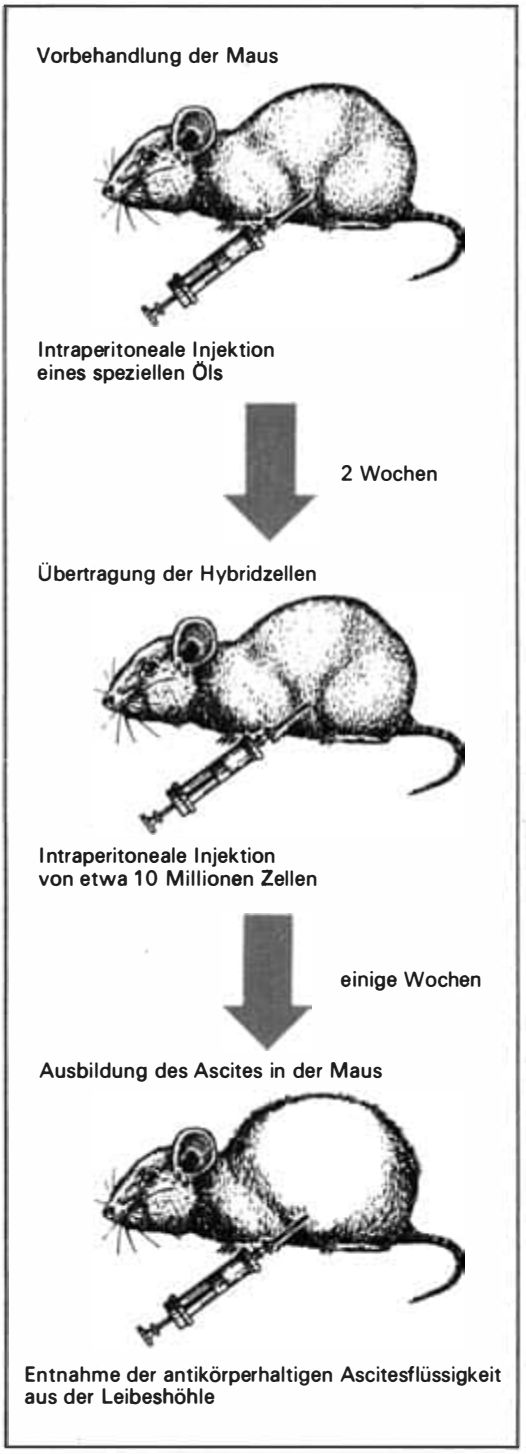
Virus immunisiert werden, um eine entsprechende Zahl von antikörperproduzierenden Zellen dieser Spezifität zu erhalten. Die Erfahrung lehrt, daß mit der Ag8-X-63-Linie vor allem Lymphzellen, die sich im Blastenstadium befinden, fusionieren. Als Blasten bezeichnet man sehr große Lymphzellen, die während der Vermehrung der Lymphzellen auftreten. Man muß daher den geeigneten Zeitpunkt für die Zellfusion wählen, an dem sich infolge der Immunisierung in der Maus zahlreiche Lymphoblasten gebildet haben, die Antikörper gegen Röteln-Virus produzieren. Zu diesem Zeitpunkt wird die Maus getötet, die Milz entnommen und die Zahl der Blasten bestimmt. Dann mischt man die Maus-Milzzellen mit den Myelomazellen des Typs Ag8 X 63 in einem bestimmten Zahlenverhältnis von Blasten zu Myelomazellen und gibt Polyäthylenglykol (PÄG) zu. Dies hat die Eigenschaft, die Zellmembranen aufzulockern, und führt deshalb zur Fusion zwischen den in der Mischung vorhandenen Zellen. Nach vorsichtigem Auswaschen des PÄG müssen die Zellen in vitro kultiviert werden. Jetzt macht sich die vorher erwähnte HAT-Empfindlichkeit der Ag8-X-63-Zellinie bezahlt. Wir haben ja jetzt eine Mischung von drei verschiedenen Zelltypen vorliegen: Myelomazellen, unveränderte Milzzellen und durch Zellfusion entstandene Hybridzellen. Die ersten beiden Typen überwiegen gegenüber den Hybridzellen etwa millionenfach. Wie findet man da die wenigen Hybridzellen heraus? Dies gelingt ganz einfach durch Kultur der Zellen im HAT-Medium. Die Myelomazellen der Linie Ag8 X 63 vertragen dieses Medium nicht und gehen in wenigen Tagen zugrunde. Normale Milzzellen andererseits sind im Gegensatz zu Krebszellen nicht über lange Zeit in vitro kultivierbar. Auch sie sterben in der In-vitro-Kultur in etwa zwei Wochen ab. Übrig bleiben daher, falls günstige Kulturbedingungen eingehalten worden sind, nach zwei bis drei Wochen nur noch die Hybridzellen. Damit haben wir nun zwar die durch Fusion hergestellten Hybridzellen isoliert; welche von ihnen die von uns gewünschten Antikörper produzieren, wissen wir aber noch nicht. Diese müssen erst durch geeignete Testver-



Mikrokulturplatte mit 96 Kulturgefäßen

fahren ermittelt werden. Dabei macht sich eine Eigenschaft der Ag8-X-63-Linie unangenehm bemerkbar, sie produziert nämlich selbst auch Antikörper. Eine Hybridzelle muß daher neben den gewünschten Antikörpern auch »Antikörper-Mischmoleküle« bilden und abgeben, die keineswegs erwünscht sind. So war es ein großer Vorteil, als es vor kurzem gelang, aus der Ag8-X-63-Linie einen Typ zu isolieren, der allein überhaupt keine Antikörperbausteine mehr produziert. Dieser Typ, als NP (nicht produzierend) bezeichnet, wird heute von den meisten Laboratorien für die Herstellung von Hybridzellen durch Zellfusion genutzt (s. Abb. S. 163).

Kehren wir nun zu unserem Experiment zurück, setzen aber voraus, daß zur Zellfusion nicht die zunächst genannte Myelomazellinie Ag8 X 63, sondern die neue NP-Linie verwendet worden ist. Jede Hybridzelle, die Antikörper produziert, hat diese Eigenschaft nun ausschließlich vom Milzzellanteil bekommen. Antikörper-Mischmoleküle kommen daher nicht mehr vor. Wir müssen aber nach wie vor mit einer geeigneten Technik nach denjenigen Hybridzellen suchen, die die gewünschten Antikörper gegen Röteln-Virus produzieren. Dieses Testsystem muß einerseits sehr empfindlich sein, darf aber andererseits nicht zu viel Zeit erfordern, da innerhalb eines Tages wenigstens 200 Proben geprüft werden müssen. Das hängt damit zusammen, daß die Zellkultur meist in zwei Mikrokulturplatten durchgeführt wird, wobei jede Platte 96 kleine Näpfchen besitzt, in denen die Zellen wachsen können (s. Abb. S. 164). Bereits die nach der Zellfusion vorliegende Mischung von Zellen war auf diese insgesamt 192 Mikrokulturgefäße verteilt worden, die jeweils 200 µl (millionstel Liter) Kulturflüssigkeit enthalten. Während der Kultur in HAT-Medium sterben – wie oben ausgeführt – zunächst die Myelomazellen, dann auch die Milzzellen ab. Die übriggebliebenen Hybridzellen beginnen aber nach einigen Tagen sich zu vermehren. Aus jeder einzelnen Hybridzelle entstehen durch Zellteilung 2, dann 4,



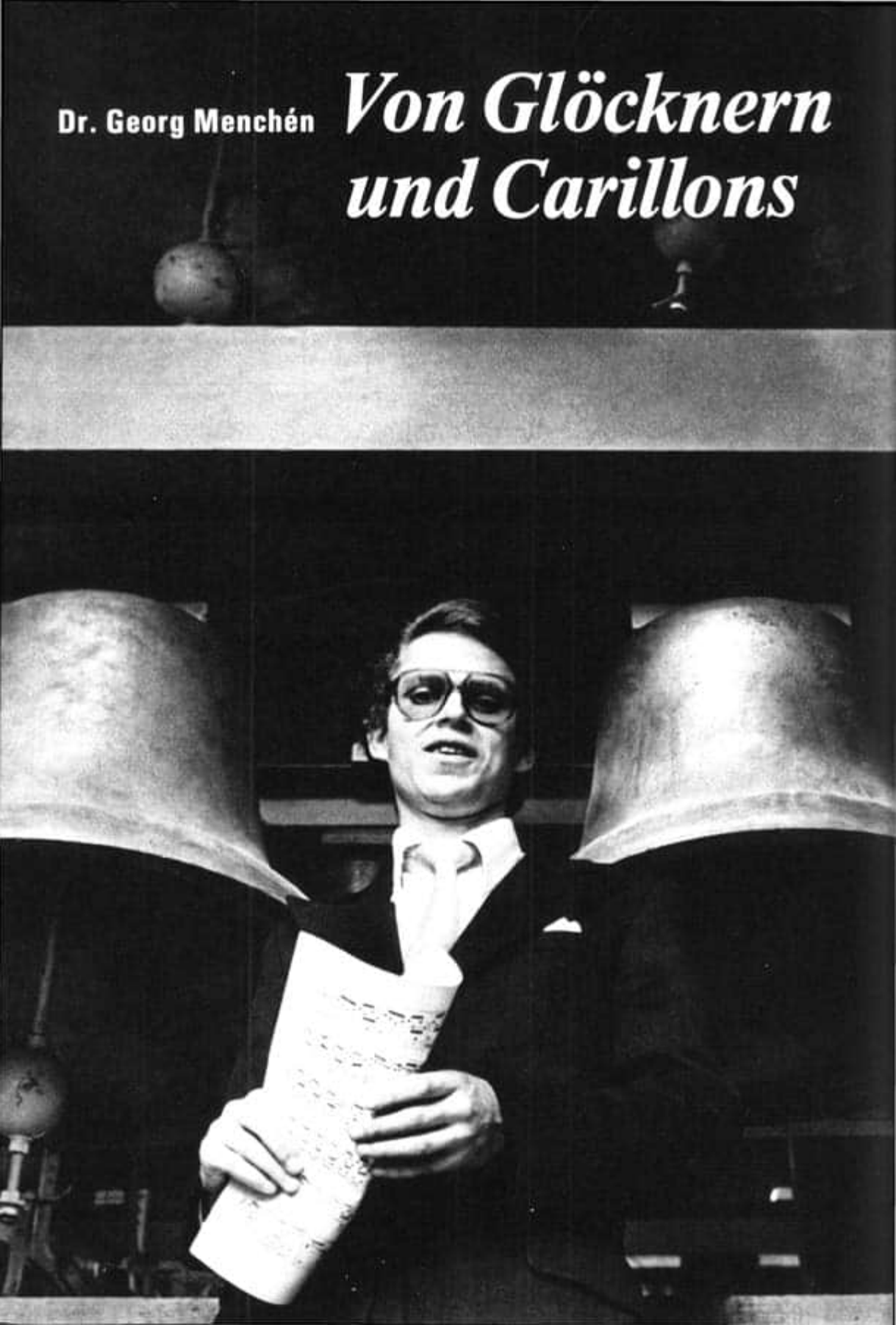
Massenvermehrung der Hybridzellen in der Bauchhöhle der Maus und Produktion großer Mengen monoklonaler Antikörper

8 usw. identische Zellen. Man nennt diese von einer einzigen Zelle abstammenden Zellen einen Zellklon. Unter günstigen Bedingungen kann jede Hybridzelle einen derartigen Klon liefern. Das Entstehen eines Zellklons kann man durch tägliche mikroskopische Kontrolle der Mikrokulturplatten genau verfolgen. Aus allen Näpfchen, in denen ein Zellklon heranwächst, entnimmt man nach etwa zwei Wochen 100 µl Flüssigkeit, um sie auf das Vorhandensein von Röteln-Virus-Antikörpern zu testen. Natürlich sind sofort 100 µl Kulturmedium wieder in die Näpfchen einzufüllen, um das weitere Wachstum des Zellklons zu ermöglichen. Als Test auf Antikörper verwenden wir, wie auch die meisten anderen Labors, den Radioimmuntest. Er ist so empfindlich, daß wir meist bereits auf dem 8- oder 16-Zellen-Stadium des entstehenden Zellklons erkennen können, ob diese Hybridzellen die gewünschten Antikörper produzieren. Sobald diejenigen Zellklone herausgefunden sind, die die gesuchten »monoklonalen« Antikörper bilden, überträgt man sie aus den Mikrokulturgefäßen in größere Kulturgefäße und später in Kulturflaschen, um die Massenkultur der Zellen zu erreichen. Man kann sie dann z.T. in flüssigem Stickstoff einfrieren und unbegrenzt darin aufbewahren bzw. für die Antikörperproduktion verwenden. Da die In-vitro-Kultur in größeren Gefäßen teuer ist, bedient man sich zur Gewinnung großer Antikörpermengen einer anderen Technik. Man injiziert eine große Zahl der Hybridzellen in eine Maus, die mit einem besonderen Öl intraperitoneal (innerhalb der Bauchhöhle) vorbehandelt worden ist. Die Hybridzellen vermehren sich in der Leibeshöhle der Maus, bilden einen sogenannten Aszites und produzieren Antikörper (s. Abb. S. 165). Aus einer solchen Maus lassen sich mehrfach etwa 5 ml Flüssigkeit abziehen, von denen jeder Milliliter 5 mg und mehr Antikörper enthält. Somit ist auch die Gewinnung größerer Mengen von »monoklonalen Antikörpern« möglich.

Fragen wir abschließend nach dem besonderen Nutzen der neuen Immunpräparate auf der Basis der monoklonalen Antikörper. Wir erinnern uns, monoklonale Antikörper sind – im Unterschied zu konventionellen Antiseren – in ihrer *Spezifität absolut einheitlich* und erkennen nur *eine* Antigendeterminante. Das kann z. B. zum sicheren Nachweis einzelner Stämme von Krankheitserregern, z. B. Grippe-Viren, ausgenutzt werden. Derartige Stämme unterscheiden sich oft nur in wenigen Antigendeterminanten, rufen aber ganz unterschiedliche Krankheitsformen hervor. Auch in der klinischen Diagnostik werden die monoklonalen Antikörper wesentliche Fortschritte bringen. Bereits heute gibt es einige derartige neue Immunpräparate, mit denen einzelne Populationen menschlicher Lymphzellen nachweisbar sind. Besonders große Hoffnungen setzen freilich die Krebsforscher in die neue Technologie. Sie hoffen, daß es mit ihr gelingen wird, die immer noch unbekannten Tumor-Antigene, also diejenigen Strukturen, in denen sich Krebszellen und Normalzellen voneinander unterscheiden, darzustellen, strukturell aufzuklären und völlig neue Formen einer Tumor-Diagnostik zu entwickeln. Ob darüber hinaus auch eine neuartige Tumor-Therapie ausgearbeitet werden kann, ist fraglich. Erfolgversprechende Ansätze sind aber bereits vorhanden.

Dr. Georg Menchén

Von Glöcknern und Carillons



Das Thema ist so klangvoll wie sein Name: Carillon – Glockenspiel. Viele denken dabei vielleicht an die Loretokirche hinter der Prager Burg, wo sich nicht nur zur Touristensaison jeweils in Erwartung des genußvoll-nostalgischen Ereignisses vor dem vollen Stundenschlag eine neugierige Schar einfindet, um sich von den 27 Glocken eine alte Weise vorspielen zu lassen – gesteuert von einer Walze im Uhrwerk, die bei Drehung bestimmte Tasten anschlägt. Der etwas »schräge« Klang gehört als Patina ebenso dazu wie die altehrwürdige Kirchenfassade, und selbst eilige Passanten entziehen sich nicht dem Reiz des Stundenspiels dieser überdimensionalen Spieldose, die freilich auch – so jedenfalls der Reiseführer – von Hand spielbar ist, also ein richtiges Carillon darstellt. Da kommt ein in die eigene Kindheit reichendes romantisches Gefühl zum Mitklingen, das einen mit einem Male sentimental werden läßt, so, als lebte der Großvater noch, der zu besonderen Gelegenheiten die Repetieruhr für ein paar unvergeßliche Minuten vor unseren erstaunten Augen sozusagen an der unsichtbaren Perlschnur ihrer zarten Engelsmusik vorführte. Was für eine Zeit, da man in der Westentasche sein eigenes kleines Musikspiel besaß! Die Carillons entstammen ihr, das Glockenspiel von Loreto wurde in Amsterdam gegossen und 1695 im Wallfahrtsort erstmals angeschlagen – Geist der stillen Einkehr, des Lauschens in die Zeit. Liegt darin der unvergleichliche Zauber der Glockenspiele, ihre Faszination auf uns heute?

Nun ist der Zusammenhang von Glockenspiel und Uhr keineswegs so weit hergeholt, wie es aus der Stimmung heraus erscheint; denn begonnen hatte es im ausgehenden 14. Jh. in den flandrischen Landen mit dem sogenannten Beiermann, der allstündlich hinauf zu den großen Turmuhren stieg bzw. dort seinen städtisch besoldeten Dienst versah, den Leuten drunten die richtige Zeit kundzutun. Türme waren städtebauliche Dominanten, weithin zu sehen, und der Klang ihrer Uhrglocken war weithin zu hören. Ein kleines Vorspiel ließ aufhorchen, vier Glockenschläge markierten die volle Stunde, und jedermann wußte, was die Uhr geschlagen hatte. Quatrinio wiederum, dieser rhythmische Viererschlag, abgeleitet vom lateinischen quatour = vier, ist der Wortursprung für Carillon; das kurze Vorspiel ist also eine Art Urform des Glockenspiels. Die flandrischen Lande, heute Belgien, Holland und Nordfrankreich – das Ursprungsland Holland mit etwa 150 Glockenspielen und Belgien mit über 100 –, sind bis heute die eigentliche Heimat des Carillons. –

Als am langen Ausleger eines überschweren Autokrans im frühen Herbst des Jahres 1979 auf dem Erfurter Anger 42 t Last 35 m in die Höhe schwebten, um dann langsam von oben her in den geöffneten Bartholomäusturm eingesetzt zu werden, da interessierten sich die vielen tausend Schaulustigen nicht nur für die technische Meisterleistung der Montage des ersten Carillons in der an Glocken reichen thüringischen Metropole. Hier schuf ja der niederländische Glockengießer Gerhard van Wou 1497 für den Dom die »Gloriosa«, die mit 227 Zentnern jahrhundertelang größte und bis heute berühmteste Glocke unseres Landes

Vorangehende Seite: Martin Stephan, der Glöckner von Erfurt
Sie setzen die Apoldaer Glockengießer-Tradition würdig fort: Peter und Margarete Schilling

(nach einem zeitgenössischen Bericht von 1620 konnte sie nur durch 24 kräftige Männer an den Stricken erst zum Läuten gebracht werden) – wohingegen die 60 großen und kleinen Glokken des Carillons im mittelalterlichen Bartholomäusturm von einem einzigen Mann mit kräftigem Arm- und Fußschlag von einem Spieltisch aus zum Klingen gebracht werden. Denn anders als Läuteglocken sind Spielglocken in einer bestimmten Folge unbeweglich montiert und werden vom Stockklavier aus über ein System von Hebeln, Drähten und Graugußklöppeln angeschlagen. Ein wirklich seltener Anblick all dessen an jenem Herbsttag in Erfurt, als sich die 840 Zentner Stahl und Bronze zentimeterweise in das Reich der Tauben erhoben, und ein historischer Augenblick dazu. Die Glockenstadt Erfurt besaß von Stund an eines der seltenen Fünfoktaven-Carillons Europas, entworfen, entwickelt und konstruiert von dem Apoldaer Glockengießermeister Peter Schilling mit Unterstützung seiner Frau Margarete, gegossen in dem VEB Apoldaer Glockengießerei.

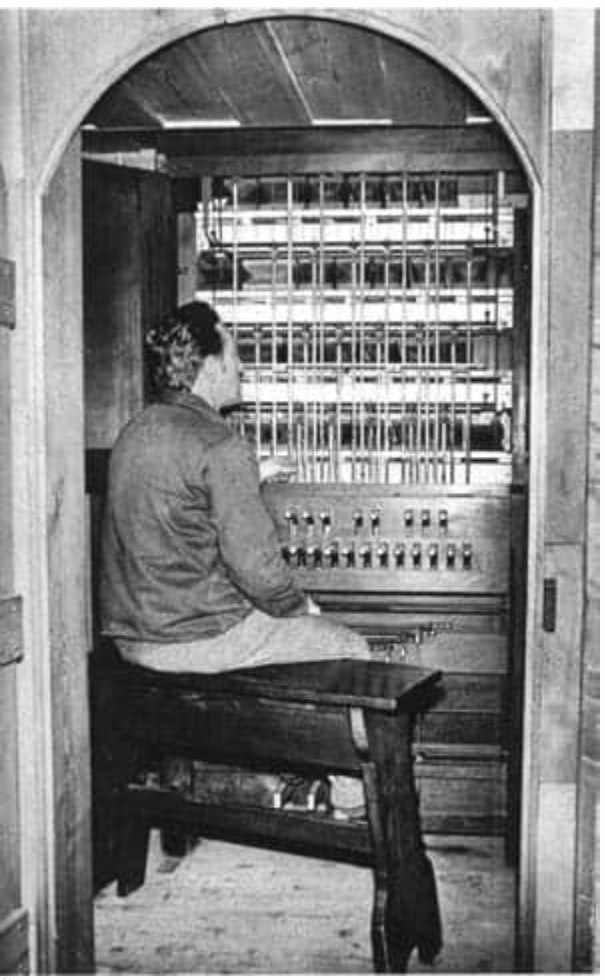
Vormontage des Carillons auf dem Erfurter Anger

Die Schillings sind eine alte Glockengießerfamilie, seit über 150 Jahren in der Textilstadt ansässig. Von den 118 größten Glocken der Welt im Zeitraum von 1734 bis 1902 stammen allein 40 aus Apolda; das Geläute für die Erlöser- und Himmelfahrtskirche in Jerusalem z. B. kam 1898 aus der Gießerei der Firma Schilling. Dieser Name ist ein internationaler Qualitätsbegriff bis heute, von ihm künden Geläute in Speyer und Meißen, Mainz und Amiens. Auch die 180 Zentner schwere Glocke im Turm der Nationalen Mahn- und Gedenkstätte Buchenwald wurde – »festgemauert in der Erden . . .« – von einem Schilling entworfen und gegossen. Kein Wunder, daß Apolda seit 1952 auch das einzige Glockenmuseum der DDR besitzt. Über 16000 Glocken sind in 250 Jahren heimischer Gießerkunst von dieser thüringischen Kleinstadt aus in alle Welt geliefert worden:

»In die Erd' ist's aufgenommen,
glücklich ist die Form gefüllt.
Wird's auch schön zutage kommen,
daß es Fleiß und Kunst vergillt?«

Friedrich Schiller beschrieb anschaulich im »Lied von der Glocke«, wie sich schwere körperliche Arbeit und handwerkliche Kunst vereinen müssen, »soll das Werk den Meister loben«. Um die Weiterentwicklung der Kunst seiner Vorfahren auf altem, neuem Gebiet ging es Peter Schilling, als er sich 1972 mit seinem ersten Entwurf für ein Carillon beschäftigte, das dann am 28. September 1974 in Magdeburg vor fast 70000 Zuschauern auf dem Marktplatz eingeweiht wurde. Die uralte Kunst des Glockengießens bildete dafür nur eine Voraussetzung; die Projektierung, Konstruktion und Formgebung der verschiedenen Glocken, das Zeichnen von Schablonen, das

Wissen um die richtige Zusammensetzung des Gusses waren nun umzusetzen auf die ganz andersgeartete Aufgabe, 47 Glocken über vier Oktaven zum richtigen Zusammenklang dieses gewaltigen Freiluftinstruments zu vereinen. Teiltöne (Unteroktave, Prime, Mollterz, Quinte, Oberoktave) müssen ermittelt und bei den verschieden großen Glocken aufeinander abgestimmt werden, Größe und Gewicht richtig proportioniert sein. Dazu als sachkundige Mitarbeiterin Margarete Schilling: »Wollte man die Prinzipien des Läuteglockengießens auch auf Glockenspiele anwenden, so würde z. B. eine As^5-Glocke bei 8 cm Durchmesser nur noch 50 g Gewicht erhalten. Der Schall eines so winzigen Glöckchens könnte sich gegen die größeren Glocken in keiner Weise durchsetzen, er bliebe unhörbar. Aus diesem Grunde müssen die hochklingenden Glocken relativ größer und schwerer gestaltet werden.« 2393 kg bei 154,3 cm Durchmesser weist die größte Glocke des Erfurter Carillons auf, 20 kg bei 21 cm Durchmesser die kleinste.

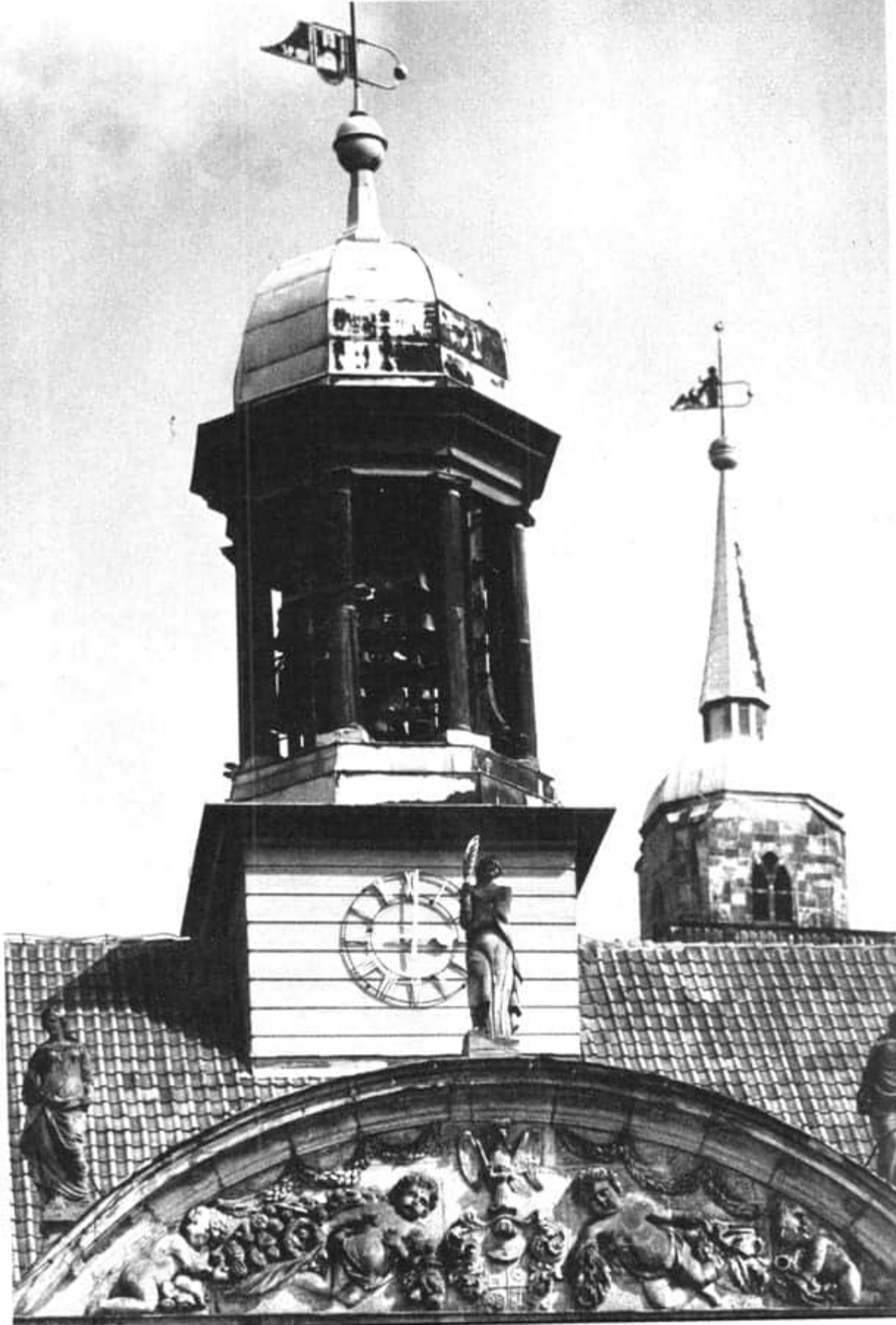


Helmar Röhmer am Spieltisch des Carillons im erzgebirgischen Lößnitz

Mathematik also ist mit im Spiele neben Wissen in Kunstgeschichte und Musiktheorie, Akustik und Statik. Elektronisch lassen sich rund fünfzig Teiltöne bei einer Glocke bestimmen, der dominierende Schlagton – für unsere Hörempfindung entscheidend – kann jedoch immer noch nur mit dem Gehör bestimmt werden. »Bedenkt man dabei«, so Margarete Schilling, »daß allein schon eine einzelne Glocke ein selbständiges Musikinstrument mit eigenem Obertonaufbau darstellt, so kann man ermessen, wie schwierig es ist, 47 oder 60 Glokken zu einem Carillon zusammenzufügen.« Hinzu kommt die genaue Berechnung der stählernen Konstruktion des Glockenstuhls und der Spielapparatur, die in äußerer Form an ein Klavier erinnert und wegen ihrer langen, hölzernen Hebel auch Stockklavier genannt wird. Es wird regelrecht mit der Faust traktiert, die beiden tiefsten Oktaven sind an Pedale angeschlossen, damit dann wie im Erfurter Bartholomäusturm ein Stockwerk höher etwa Glucks »Reigen seliger Geister« oder Mozarts »Bald prangt, den Morgen zu verkünden« auf den Anger hinunterklingt – mittwochs und sonntags zur Freude vieler Erfurter und ihrer Gäste, mitunter sogar als Konzert nach Hörerwünschen. Denn die Blumenstadt leistet sich einen eigens dafür engagierten Carilloneur, der sich zuvor in der befreundeten Litauischen SSR bei Vater und Sohn Kuprevicius in Kaunus an deren 35-Glocken-Carillon technisch und künstlerisch beraten und auf das neue Amt vorbereiten ließ.

Denn noch beherrschen ja nur wenige das in unseren Breiten ungewöhnliche, wenngleich ungemein beliebte Instrument. Es fehlt an spezieller Literatur, und an die Improvisationskunst

Das Turmglockenspiel im historischen Rathaus von Magdeburg



Das Geläute des Karl-Marx-Städter Carillons

eines Carilloneurs werden besondere Anforderungen gestellt. Theoretisch läßt sich alles spielen, auch Schlager, was freilich eher ein Kuriosum wäre. Die älteste Notensammlung ist wahrscheinlich das Beiaard-Repertorium von Johannes de Gruytters von 1746 mit Menuetten, Märschen und Tänzen. Mozart, Telemann, Haydn, Beethoven stehen neben bekannten Volksliedern auf dem halbstündigen Erfurter Programm. 1977 trafen sich erstmals in der DDR und damit in einem sozialistischen Land in Magdeburg Glockenspieler verschiedener Länder zu einem Wettstreit, der die Tradition eines alljährlichen Treffens begründete. Nicht zufällig entstand in der Volksmusikschule der Elbestadt eine spezielle Glockenspielerklasse; nur drei Spezialschulen gibt es auf der Welt.

Überhaupt hat Magdeburg, mehr noch als bislang Erfurt, sein großes Turmglockenspiel im historischen Rathaus als besondere Attraktion in sein Kulturleben eingebunden. Nicht nur, daß die Stadtväter alljährlich die besten Glockenspieler Europas einladen, daß heimische Musikschaffende das Vier-Oktaven-Carillon regelrecht mit einplanen, es begleitet auch – wie Magdeburgs Oberbürgermeister anläßlich der Einweihung zum 25. Jahrestag der DDR voraussagte – die Feste dieser Stadt. Am 29. April 1978 gab es den ersten »Blumenstrauß der Woche«, ein Ständchen vom Glockenturm für verdiente Bürger der Stadt.

Das lenkt die Aufmerksamkeit auf die wenigen Carillons in unserer Republik. Außer denen in Erfurt und Magdeburg gibt es in Karl-Marx-Stadt ein 48 Glocken umfassendes Carillon, das aus Anlaß des 160. Geburtstages von Karl Marx im Neuen Rathaus eingerichtet wurde. Die meisten Glocken goß noch 1968 Dipl.-Ing. Franz Schilling, die kleinen und die Spielanlage selbst entwarf sein Sohn Peter 1975/77. Das mechanische Glockenspiel im Turm des Alten (Chemnitzer) Rathauses wurde 1945 ein Opfer des Krieges, ebenso wie das von Franz Schilling 1937 für Grimma gegossene 42stimmige Glockenspiel und das aus der Stuttgarter Gießerei Kurtz (1934) stammende 28-Glocken-Carillon in Zeitz. Vernichtet wurden aber auch die alten Glockenspiele der Berliner Parochialkirche von 1717 und der Potsdamer Garnisonkirche, dessen große Glocken 1718 bis 1721 Jan Albert de Grave in Amsterdam goß. So blieb als einziges von Hand spielbares Carillon nur das im erzgebirgischen Lößnitz übrig; es wurde 1938 von Franz Schilling geschaffen und befindet sich heute in der Turmlaterne der St. Johanniskirche – ein 23 Glocken umfassendes Zwei-Oktaven-Spiel, das eine Lößnitzer Einwohnerin ihrer Stadt zum Geschenk machte und unter Denkmalschutz steht. Es stellt wegen seines Welte-Spieltisches, einer pneumatischen Spielautomatik, die bislang noch nicht wieder geschaffen wurde, eine besondere Rarität dar.

Mit den Carillons in Magdeburg, Erfurt, Karl-Marx-Stadt und Lößnitz erschöpft sich bislang die Zahl der Glockenspiele in der DDR, sieht man von den elektromagnetisch ausgelösten und nicht als Konzertinstrument gedachten Glockenspielen in Sonneberg (1970) und in Saalfeld ab. Die ständig wachsende Popularität dieses vielstimmigen Klangkörpers dürfte freilich dem Apoldaer Meister Peter Schilling noch manchen Auftrag für noch größere und im Klang verbesserte Glockenspiele eintragen. Er gehört mit seiner Frau einem in Magdeburg gegründeten Arbeitskreis der Carilloneure an, in dem man sich mit Fragen der technisch-künstlerischen Weiterentwicklung des Instruments und der Ausbildung seiner Spieler im internationalen Erfahrungsaustausch beschäftigt. Und Peter Schilling ist, was die Renaissance des Carillons in der ganzen Welt betrifft, optimistisch. Er setzt damit das Werk seines Großvaters und seines Vaters fort, der vor dem zweiten Weltkrieg mit dem Guß von fast vierzig Glockenspielen beauftragt war, die nie zum Erklingen kamen. Es bedurfte einer neuen Zeit, um der alten Kunst zu wirklich neuem Klang zu verhelfen.

Hans Marchwitza, gezeichnet von seinem Sohn Hannes (1960)

Hans Marchwitza

Dr. Irmfried Hiebel

Vater der Kumiaks

Als die proletarisch-revolutionären Schriftsteller in Deutschland gegen Ende der zwanziger Jahre darangingen, den Roman für ihre junge Literatur zu erobern, wagte sich an die große literarische Form neben anderen auch ein fast vierzigjähriger Arbeiter, der bis dahin gelegentlich mit Gedichten und Kurzgeschichten in der Arbeiterpresse von sich reden gemacht hatte. Der Kumpel-Dichter, wie er später oft genannt wurde, war Hans Marchwitza. Sein Roman, den der Internationale Arbeiter-Verlag im Bemühen um eine revolutionäre Massenliteratur als ersten Band der legendären Reihe »Der rote 1-Mark-Roman« 1930 mit einer Auflage von 20000 Exemplaren herausbrachte, trug den Titel »Sturm auf Essen«. Er schildert die Kämpfe der Ruhrarbeiter gegen Kapp, Watter und Severing und erregte schon kurz nach seinem Erscheinen ein erhebliches öffentliches Aufsehen, weil sein Verfasser unüberhörbar neue Töne in der schönen Literatur angeschlagen und zugleich die reaktionären Kreise in der Weimarer Republik so stark provoziert hatte, daß sie ihrer Klassenjustiz aufgaben, ein Kesseltreiben gegen Autor und Buch einzuleiten. Und dabei hatte Marchwitza, den Alexander Abusch mit gutem Grund im Vorwort als »echtesten Dichter der revolutionären Bergarbeiterschaft in Deutschland« charakterisierte, nur seine Erfahrungen niedergeschrieben, so wie er es 1935 in Paris gegenüber den Teilnehmern des großen antifaschistischen Schriftstellerkongresses zur Verteidigung der Kultur selbst bezeugte. Er habe keinen Räuber- oder Detektivroman verfaßt, sondern nichts als die Wahrheit über den Ruhraufstand der deutschen Arbeiter von 1920, »eine wirklich stattgefundene und jederzeit nachweisbare Geschichte«, erzählt. Trotzdem sei die damalige »demokratische« Regierung ganz schnell mit einem Verbot gegen das Buch zur Hand gewesen und hätte ihn selbst am liebsten in den Kasten gesteckt. Denn, so sei bemerkt worden, der Verfasser hätte es geschickt verstanden, einen staatsgefährdenden Inhalt mit künstlerischen Mitteln zu umschreiben. Und das mache das Buch um so gefährlicher. Ihn, so berichtete Marchwitza dem Kongreß, habe das Verhalten seiner Gegner in der Erkenntnis bestärkt, daß die Wahrheit in der kapitalistischen Welt nur der herrschenden Klasse gefährlich ist, nicht aber den Unterdrückten und Ausgebeuteten, die für eine sozialistische Ordnung kämpfen. Er habe daraus seine Schlüsse gezogen und mit vier weiteren Büchern geantwortet.

Im Jahre 1931 hatte Hans Marchwitza, wiederum in der roten 1-Mark-Reihe, seinen auf Tatsachen beruhenden Roman über das Leben der Ruhrkumpel, »Schlacht vor Kohle«, veröffentlicht, den er »den Toten von Neurode, den Toten von Alsdorf und Eschweiler Reserve, den zahllosen Kumpels, die die Schlacht vor

Kohle während der kapitalistischen Ordnung gefordert hat«, sowie »den mutigen Kämpfern des Januarstreiks, die im Feuer ihres Kampfes Opfer gebracht haben«, widmete. 1932 erschienen von ihm in der Universum-Bücherei für Alle der Roman »Walzwerk« und im Verlag für Arbeiterkultur der Erzählungsband »Vor Verdun verlor ich Gott«; 1934 schließlich brachte die Büchergilde Gutenberg den im Schweizer Exil vollendeten ersten Band der Romantrilogie »Die Kumiaks« heraus.

Mit diesen fünf Büchern schrieb sich Hans Marchwitza im Verlaufe eines reichlichen halben Jahrzehnts in die vorderste Reihe der deutschen sozialistischen Literatur, deren Wesen und Gestalt er maßgeblich prägen half. Sein Name erlangte dabei neben dem Willi Bredels und anderer einen Symbolwert, der bis heute gilt, wenn die unermeßlichen schöpferischen Möglichkeiten und Fähigkeiten des Proletariats angesprochen oder jener neue klassen- und parteiverbundene Schriftstellertyp bezeichnet werden sollen, von dem Johannes R. Becher bereits 1935 auf dem Pariser Kongreß

Ein Trupp der Roten Ruhrarmee
Oben: »Sturm auf Essen«, erster Band der Reihe »Der rote 1-Mark-Roman«

gesprochen hatte und dessen Auftreten er als beredten Ausdruck für das Wachstum und die Reife der Arbeiterklasse wertete: »Aus den Reihen der deutschen Arbeiterschaft sind unserer Literatur jene Scharrers, Marchwitzas und Bredels entstanden, und das war das Neue in unserer Literatur, daß aus den Arbeiterkorrespondenten heraus die Arbeiterklasse sich ihre eigenen Dichter geschaffen hat und jener Typus sich meldete und sichtbar geworden ist, der Kraft ist von jener Kraft, die auch in Deutschland die Erschütterung bringen wird und den Umsturz.«

Relativ gut gelingt uns heute, in Hans Marchwitzas Entwicklung das klassische Beispiel des Aufstiegs vom Bergarbeiter und Arbeiterkorrespondenten zum sozialistischen Nationalautor zu sehen, der ein entscheidendes Stück Literaturgeschichte des 20. Jh. mitgestaltet und zweimal, am Ende der zwanziger Jahre sowie nach dem Sieg über den Hitler-

Eine Delegation des Bundes proletarisch-revolutionärer Schriftsteller Deutschlands bei Moskauer Werktätigen 1929 (2. Reihe zweiter von rechts: Hans Marchwitza)

faschismus, Pionierarbeit bei der Erschließung neuer Wirklichkeitsbereiche für die sozialistische Literatur geleistet hat. Schwerer dagegen läßt sich ermessen, wieviel an inneren Skrupeln und objektiven Schwierigkeiten der Dichter auf seinem Wege tatsächlich zu überwinden hatte und wie gerade das die Besonderheiten seines Lebens und Schaffens bestimmte.

Günstig für die produktive Begegnung mit dem Werk eines Schriftstellers, der sein literarisches Schaffen so unbedingt auf das eigene Erleben und die eigenen Erfahrungen gestellt hat wie Marchwitza, ist zweifellos die Kenntnis der wichtigsten Stationen und gravierendsten Einflüsse in seinem Lebenslauf. Bedeutsam in diesem Sinne erscheint, daß Marchwitza, der 1890 in dem oberschlesischen Bergarbeiterstädtchen Scharley bei Beuthen geboren wurde, prägende Jugendeindrücke durch seine Herkunft aus der »ärmsten Schicht des damaligen kaiserlichen Deutschlands« empfing. Seinem Bericht zufolge hatten drei Generationen der mütterlichen Seite als Erzbergleute geschuftet. Die Vorfahren des Vaters waren Bauern ohne Land und von der Gnade und Willkür der reichen fürstlichen Pächter abhängig. Der Vater war in jungen Jahren aus dem Tagelöhnerdasein ausgebrochen und ebenfalls Bergmann geworden. Die Mutter arbeitete zeitlebens als Erzschlepperin; sie gebar neun Kinder und starb mit einundvierzig Jahren an der Schwindsucht. »Ich erinnere mich«, schrieb Marchwitza, »daß wir als Kinder alle an Schorf litten, der nie heilen wollte. Ich wand mich als Knabe häufig unter Leibschmerzen, Zahnweh und Ohrenreißen und trug auch schon, ohne daß ich's wußte, die furchtbare Krankheit der Familie in mir.« Die psychischen Konsequenzen dieser bedrückenden äußeren Lebensumstände waren entsprechend: »Immer nagte seit meiner Kindheit ein stiller Neid, ja Haß, in mir gegen alles, was glücklich, was besser war. Aber unsere Erzieher sagten, die Armut sei Schicksal, sei Gottes Fügung! Und auch unsere Arbeiter, unsere Eltern sagten: es sei des Armen Bestimmung, stumm zu schleppen und auf sein Glück und auf Dank zu verzichten. Der Arme habe nichts zu verlangen und sich in sein Los zu fügen.«

Die bewußte Lösung aus solcher Befangenheit vollzog Marchwitza im Verlaufe eines an schmerzlichen Erfahrungen reichen Weges, der 1910 begann, als er seine alte Heimat verließ, ins Ruhrgebiet übersiedelte und dort als Bergmann zum ersten Male in seinem Leben mit der organisierten Arbeiterbewegung in Be-

rührung kam. Noch 1914 zog er freiwillig in den ersten Weltkrieg mit der Illusion, seinesgleichen könne sich durch Tüchtigkeit Privilegien erwerben. Im Trommelfeuer der Materialschlachten allerdings begann ihm zu dämmern, daß der Arbeiter im Kapitalismus stets nur als Arbeits- oder Schlachtvieh mißbraucht wird, im Kriege wie im Frieden. Dieses Grunderlebnis reflektierte er am Schluß einer seiner Erzählungen mit der Feststellung: »Mein Gott verdämmerte vor Verdun im Drahtverhau.« Aber erst in den Oktobertagen des Kriegsjahres 1917, als er von den revolutionären Ereignissen in Rußland erfuhr, war in seinem »verstumpften Herzen ein Funken neuer Hoffnung und eines unbekannten Mutes aufgeleuchtet«. Am 9. November 1918 stürmte er zusammen mit Arbeitern und Kieler Matrosen eine Kaserne und hißte die rote Fahne; wenig später trat er der USPD bei. Den Rest an Vorbehalten gegenüber den revolutionären Kräften der deutschen Arbeiterschaft baute er ab während seiner Teilnahme als Zugführer der Roten Ruhrarmee an den Märzkämpfen gegen Kapp und Lüttwitz im Jahre 1920. Er wurde Mitglied der KPD. Und dieser Schritt brachte die entscheidende Wende in seinem Leben. »Mit stärkster, geduldigster und sicherster Hand aber leitete mich die Partei«, schrieb er darüber einmal. »Hier fanden wir die besten Beispiele revolutionären Mutes, unsere Wissenschaft, mütterliche Pflege und Anerkennung. In der revolutionären Arbeiterpresse erhielten unsere proletarischen Gedichte und Erzählungen ihren Platz.«

Diese Aussage bezeugt, wie sich Partei und Arbeiterklasse ihre eigenen Dichter schufen. Marchwitza selbst war literarisch tätig, seitdem er 1924, nach zwanzigjähriger Arbeit im Schacht, wegen seines Engagements bei einem Streik arbeitslos gemacht worden war, und hatte dabei viele Schwierigkeiten zu überwinden. Er mußte infolge seines Herkommens mehr als andere am sprachlichen Ausdruck feilen, sich mühsam die elementarsten künstlerischen Methoden und Techniken erarbeiten und Vorbilder wie Zola, Gladkow, Scholochow,

Hans Marchwitza (rechts) mit Egon Erwin Kisch und Erich Weinert in Spanien 1938

Als Repräsentant der DDR zur Freundschaftswoche in der Volksrepublik Polen Anfang der fünfziger Jahre

Gorki für sich entdecken, von denen er lernen konnte, seine ureigensten Intentionen in die angemessene literarische Form zu bringen. Den ursprünglichen Antrieb zum Schreiben freilich spürte er längst in sich. Der entsprang unmittelbar dem Leben, das er lange Jahre als Bergmann unter Bergleuten zu führen gezwungen war. »Man hat«, so erklärte ihn Marchwitza, »selbst bedrückt, umgeben von fluchenden und knirschenden Menschen, getrieben von profitaufgedrehten Treibern, die uns nicht mehr als das Maschineninventar zu schätzen schienen, – das Bedürfnis, seine Qual hinauszuschreien, sich jemand mitzuteilen, Freunde und Kameraden zu suchen, die Verständnis auch für den Menschen in uns haben.«

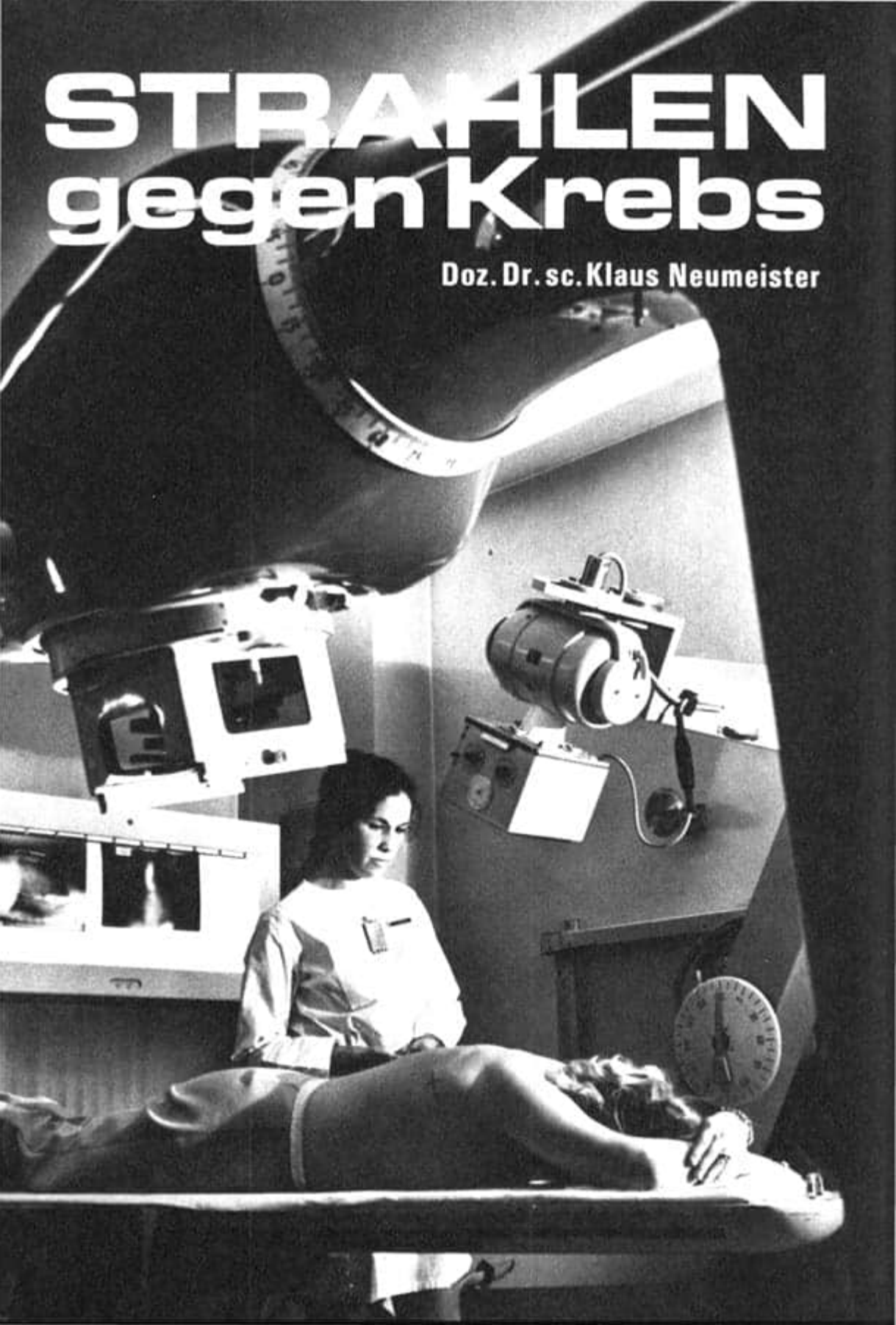
So bewirkten Herkunft, Lebenserfahrung und Schreibantrieb, daß Hans Marchwitza den Arbeiter zum Helden sowie den Arbeiteralltag und den Kampf des Proletariats gegen Unterdrückung und Willkür zum Gegenstand seiner Bücher machte und vornehmlich in der Arbeiterklasse seinen Adressaten suchte. Eine Reise ins »große Land der Arbeiterfreiheit«, die er als Mitglied der ersten Delegation des Bundes proletarisch-revolutionärer Schriftsteller Deutschlands im Jahre 1929 in die Sowjetunion unternahm, bestärkte ihn darin noch mehr. Der sozialistische Aufbau faszinierte ihn. Am meisten beeindruckt aber war er von dem Wandel, der sich unter den neuen gesellschaftlichen Verhältnissen mit den Menschen vollzog: ». . . im Motorenwerk sagten uns die Arbeiter lächelnd: ›Wir lernen jetzt lesen und schreiben und können nächstens die Technische Hochschule besuchen. . . ‹ Und wo wir uns einige Stunden niederließen, wurde von Theater und Literatur gesprochen, ein neuer Hunger war unter diesen einfachen, einst nichts bedeutenden Arbeitern und Bauern erwacht, der Hunger nach Kultur. Ich nahm von dieser Reise die Anregung mit, eine größere Arbeit zu schreiben. Und ich schrieb meinen ›Sturm auf Essen‹.« Hier könnte der Kreis geschlossen werden. Jedoch der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß Marchwitza seiner aus den praktischen Erfahrungen des Klassenkampfes erwachsenen kommunistischen Überzeugung zeitlebens treu geblieben ist. 1933 mußte er deshalb Deutschland verlassen. Er emigrierte

in die Schweiz, später nach Frankreich, nahm als beinahe Fünfzigjähriger neben Willi Bredel, Ludwig Renn, Bodo Uhse, Erich Weinert und anderen am spanischen Freiheitskampf teil und stellte solcherart die Einheit von Denken, Reden und Handeln in seinem Leben unter Beweis; er ging zu Beginn des zweiten Weltkrieges in die USA und kehrte 1946 nach Deutschland zurück. 1947 übersiedelte er von Stuttgart nach Babelsberg. In der DDR gehörte er, ob als Schriftsteller, in gesellschaftlichen Funktionen oder als Repräsentant des ersten deutschen Arbeiter-und-Bauern-Staates in außenpolitischer Mission, zu den Aktivisten des sozialistischen Aufbaus. Er veröffentlichte gute, nützliche und schöne Bücher, unter anderem 1947 »Meine Jugend«, 1952 »Die Heimkehr der Kumiaks«, 1955 »Roheisen«, 1959 »Die Kumiaks und ihre Kinder«, und erfuhr höchste staatliche Ehrungen, bevor er fast fünfundsiebzigjährig im Januar 1965 starb.

Einer der großen literarischen Würfe aber war Marchwitza 1934 mit dem Roman »Die Kumiaks« gelungen. In vieler Hinsicht ist der Lebensgang der Hauptfigur mit seinem eigenen identisch. Peter Kumiak reift im Produktionsprozeß vom bäuerlichen Arbeiter mit beschränktem politischem Horizont allmählich zum klassenbewußten Proletarier heran und bemüht sich in den Jahren der Nachkriegskrise unter den komplizierten Bedingungen der Rheinlandbesetzung und der verschiedenen separatistischen Bestrebungen immer besser zurechtzukommen. Dieses Buch gehört zu den besten proletarischen Erziehungs- und Entwicklungsromanen der deutschen sozialistischen Literatur. Es berührt den Leser vor allem durch seine Ausstrahlung von Menschlichkeit und Güte, die nicht einem bloßen intellektuellen Humanismus, sondern der ursprünglichen Haltung des Dichters entspringen. Sein literarischer Wert gründet sich auf das künstlerische Vermögen Marchwitzas, die großen gesellschaftlichen Vorgänge mit ihren vielfältigen Verästelungen im Erleben und der Entwicklung einzelner Menschen zu spiegeln, die er als blutvolle Gestalten der Wirklichkeit und nicht wie blasse Phantasieprodukte nach ausgeklügeltem Plan agieren läßt. Man steht neben den Romanhelden Marchwitzas im Arbeitsprozeß, im häuslichen Alltag, bei Demonstrationen, bei Streiks und in der politischen Kleinarbeit, man hört sie reden, wie Arbeiter eben reden, fühlt die Anstrengungen, die ihnen das Nachdenken über undurchschaubar scheinende gesellschaftliche Zusammenhänge bereitet, erlebt die Freude über jeden Erkenntnisgewinn mit und begreift, wie schwer es die Arbeiter haben, unter entwürdigenden sozialen Bedingungen im Sinne überkommener ethischer und moralischer Normen gut zu sein. Das Buch unterhält, erzieht und bildet; es ist Roman, politisches Lehrbuch und soziologische Studie in einem. Es besticht durch seinen Realismus in der Darstellung von Menschen, Ereignissen, Zuständen und Landschaften sowie in seinen pathetischen, lyrischen, ironischen oder humorgeladenen Passagen durch den treffenden Einsatz vielfältiger Mittel der Romankunst. Es ergreift schließlich als Ansatz zur großen Epochenbilanz, weil es das Erwachen des Riesen Arbeiterklasse an den subjektiven Schwierigkeiten und ihrer Überwindung durch den einzelnen exemplifiziert und die historische Alternativsituation als permanente individuelle Konfliktsituation zeigt. Das und die ungewöhnliche Realitätsnähe zum Arbeiteralltag bewogen Anna Seghers zu dem Urteil, Marchwitza habe mit den Kumiaks etwas ganz Neues in die Literatur eingebracht, ein neues Stück Wirklichkeit erschlossen. Eine glückliche Ergänzung dazu stellt die von einem anderen Interpreten erfundene Formel zur Bezeichnung des Besonderen der künstlerischen Existenz Marchwitzas dar, die ihn als den »Dichter der behutsamen Überzeugung« charakterisiert.

STRAHLEN gegen Krebs

Doz. Dr. sc. Klaus Neumeister



Die Lösung des Krebsproblems stellt die Medizin immer wieder vor neue Herausforderungen. Wohin zielt die moderne Strategie der Krebsbekämpfung? Der Krebs als Massenproblem und in seiner Vielfalt erfordert ebenso vielfältige und umfassende Aktivitäten hinsichtlich der Prophylaxe, der umfassenden Diagnostik wie auch der interdisziplinär abgestimmten Therapie und Nachbehandlung bis hin zur Rehabilitation. Dabei wird die Effektivität der Krebsbekämpfung um so größer sein, je mehr solcher Maßnahmen zum Einsatz kommen, die – aus wissenschaftlicher Vorarbeit abgeleitet – dem aktuellen Stand der Erkenntnis entsprechen und für die medizinische Praxis erprobt und realisierbar sind. Diese Forderung mag wie ein Gemeinplatz klingen, ist jedoch durchaus noch nicht überall Allgemeingut onkologischen Denkens und Handelns. Unmittelbar wird dies deutlich im logischen Zusammenhang zwischen Diagnostik und Therapie. Nur aus einer umfassenden vorausgegangenen Diagnostik läßt sich eine Therapiekonzeption entwickeln, die der jeweiligen Individualsituation entspricht und einen höchstmöglichen Erfolg erwarten läßt. Immer muß man dabei von folgenden Leitgedanken ausgehen, selbstverständlich ohne Schematismus: Grundelemente der umfassenden Krebsdiagnostik vor der Therapie sind die genaue Lokalisation, die Art der Geschwulst und ihre wahrscheinliche Ausbreitung.

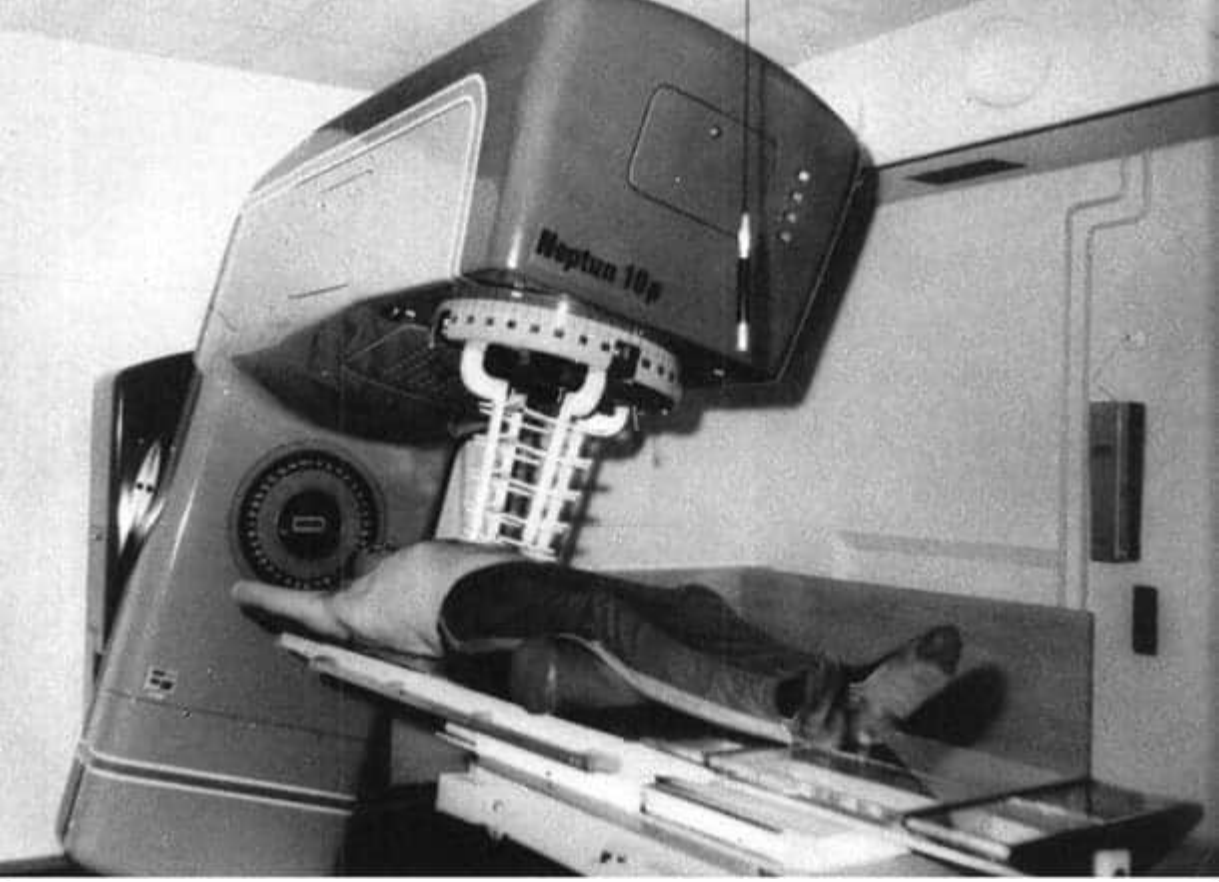
Aus dieser den aktuellen Möglichkeiten der Diagnostik entsprechenden Erfassung der Gesamtsituation kann die angemessene Therapie für den einzelnen Krebspatienten abgeleitet werden. Dabei ist wiederum logischerweise von den Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Therapiemethoden auszugehen. Keine der bewährten Methoden ist für sich »besser« oder »schlechter« als die andere. Jede hat ihre guten Möglichkeiten, die es zu nutzen gilt, und ihre Grenzen, die nicht überschritten werden können ohne Nachteile für den Patienten. So ist die Operation insbesondere auf die Behandlung und Heilung des lokalisierten Befundes ausgerichtet, die Strahlentherapie darüber hinaus auf die Behandlung und Heilung weitergehender Krebsausbreitungen, und die antineoplastische Chemotherapie ist in der Lage, auch generalisierte Krebsleiden mit Nutzen für den Patienten anzugehen. Weitere in die Zukunft weisende Therapiemethoden sind wissenschaftlich zu erforschen.

Diese Ausführungen zur Strategie der Krebsbekämpfung wurden 1980 von der Gesellschaft für Geschwulstbekämpfung der DDR gemacht. Sie zeigen die Schwerpunkte künftigen Handelns: die Verbesserung der Prophylaxe, der Früherkennung, der Diagnostik, der gemeinschaftlichen Therapie seitens der verschiedenen Fachrichtungen der Medizin, die Verbesserung der Nachsorge und der Rehabilitation – und nicht zuletzt die Notwendigkeit des ständigen intensiven Forschens nach neuen Behandlungsverfahren. Es muß Baustein auf Baustein zusammengefügt werden, und obwohl dies sehr mühsam ist, weisen doch internationale Analysen immer wieder überzeugend nach, daß hierin die im Augenblick erkennbaren Reserven zur Verbesserung der Krebsbekämpfung zu suchen sind. Das ist beileibe kein Pessimismus, denn die Behandlungsergebnisse konnten in den letzten Jahrzehnten wesentlich verbessert werden, und dies nicht nur bei einzelnen Krebsarten.

Ansatzpunkte für die nahe Zukunft

Es ist lohnend und interessant, sich einmal mit einigen neuen Tendenzen in der Krebsforschung zu befassen. Die eingangs skizzierten Gedanken zur Strategie deuten bereits an, welche interdisziplinäre Breite heute in der Krebsforschung und -bekämpfung gegeben ist. Daher ist eine Begrenzung in der Darstellung geboten – wir werden uns auf die Strahlentherapie beschränken.

Die Suche nach Methoden für einen selektiven Schutz gesunder Gewebe oder eine selektive Tumorzerstörung bei der Strahlentherapie stellt eine der grundlegenden Aufgaben der onkoradiologischen Forschung dar. Die Resul-



tate der bisherigen Veröffentlichungen zur Modifizierung der Strahlenempfindlichkeit menschlicher Krebsgeschwülste berechtigen zu der Hoffnung, daß, mittelfristig gesehen, mit einer weiteren Optimierung strahlentherapeutischer Verfahren durch biologische Ansatzpunkte zu rechnen ist. Dies betrifft den Einsatz der Radiosensitizer (Substanzen zur Steigerung der Strahlenempfindlichkeit) in der Strahlentherapie, die Thermoradiotherapie (Kombination von Wärme- und Strahlenanwendung), die Strahlentherapie unter Sauerstoffüberdruckbedingungen oder unter Sauerstoffmangelzuständen sowie bestimmte Aspekte der Radiochemotherapie (Kombination der chemischen Krebsbehandlung mit der Strahlentherapie), um die wesentlichen Schwerpunkte aufzuzählen, die gegenwärtig der internationalen Literatur zu entnehmen sind. Der Einsatz sogenannter chemischer Strahlenschutzstoffe scheint demgegenüber für die praktische Strahlentherapie zur Zeit nur begrenzt Nutzen erkennen zu lassen, da hierbei ein Schutz des Tumorgewebes nicht auszuschließen ist. Chemische Strahlenschutzstoffe sind Verbindungen, die – *vor* einer Strahlenbehandlung verabfolgt – in der Lage sind, den Körper in einem bestimmten Ausmaß vor den Strahlenwirkungen zu schützen. Dies ist heute in befriedigendem Umfange mit verschiedenen Substanzen möglich. Der Einsatz in der Strahlentherapie des Krebses erfolgt jedoch mit Zurückhaltung, da schwer zu beurteilen ist, ob, wie gesagt, möglicherweise nicht auch das Tumorgewebe vor den Strahlen geschützt wird. Neuere sowjetische Untersuchungen mit dem sehr wichtigen Strahlenschutzstoff Gammaphos zeigten allerdings erfreulicherweise in Tierversuchen, daß ein solcher Schutz nicht vorlag. Dies würde bedeuten, daß man bei einer Erhöhung der tumorvernich-

Elektronenbestrahlung einer Geschwulst mit dem Linearbeschleuniger, einem hochmodernen Gerät der Strahlentherapie

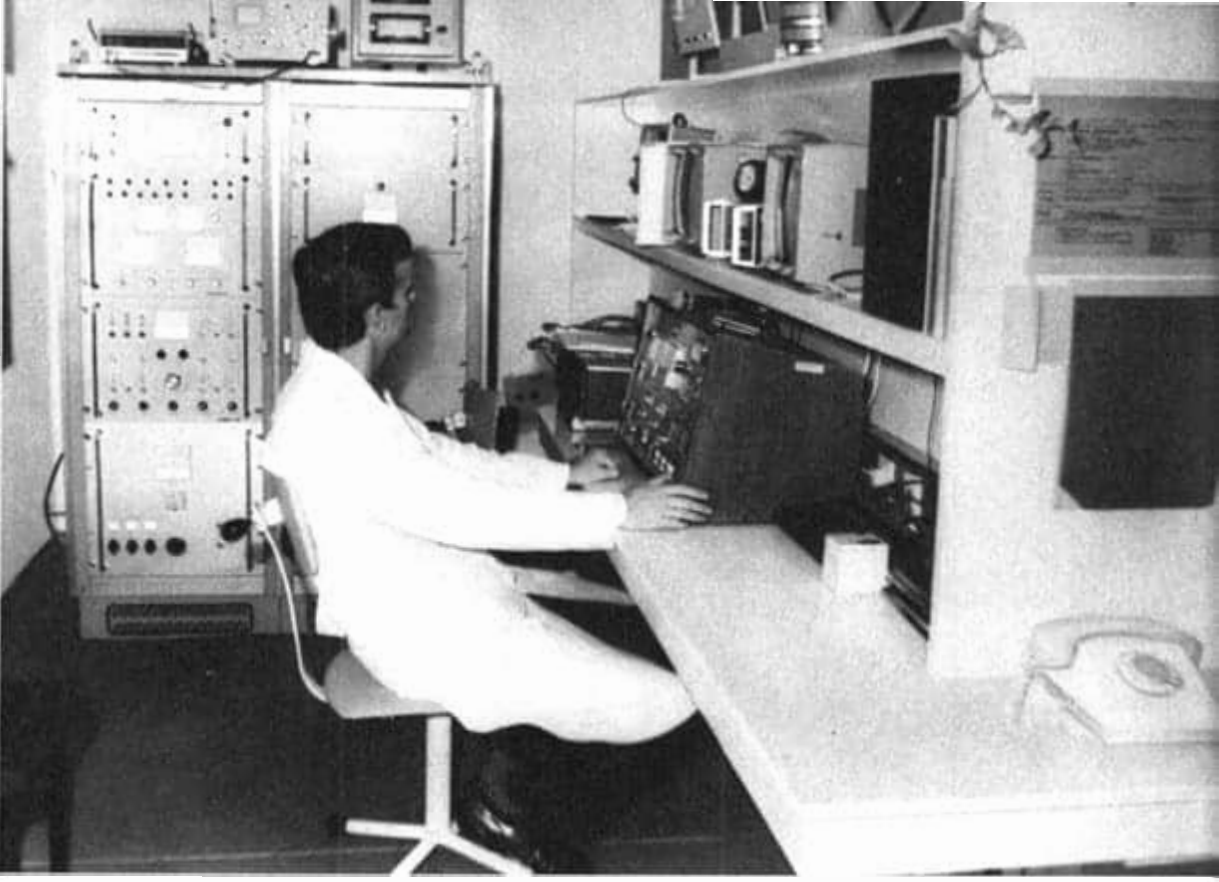
tenden Strahlendosis gezielt das gesunde Gewebe bei Gabe des Präparates schonen, das Krebsgewebe aber schädigen könnte. Weitere Versuche sind freilich nötig. Sehr interessant sind auch (im Augenblick allerdings noch vorwiegend theoretische) Überlegungen, chemische Strahlenschutzstoffe (mit dem Ziel eines Schutzes des gesunden Gewebes) mit Radiosensitizern (mit dem Ziel einer Steigerung der Strahlenempfindlichkeit der Krebsgeschwulst) zu kombinieren. Dazu bedarf es komplizierter Experimente.

Tabletten steigern Strahlenwirkung

Erfolgversprechender und sehr viel weiter fortgeschritten sind die Untersuchungen, auch die klinischen Studien, über den Nutzen der Radiosensitizer, also der strahlensensibilisierenden Substanzen. Es gibt eine ganze Reihe chemischer Verbindungen, denen eine solche Wirkungsweise nachgesagt wird. Die praktische Bedeutung konzentriert sich international jedoch auf eine bestimmte Gruppe. Gehen wir in eine radiologische Klinik. Das Verfahren könnte verblüffend einfach sein. »Nehmen Sie diese Tabletten zusätzlich dreimal am Tage«, erklärt der Arzt seinem Patienten. Die strahlensensibilisierende Substanz wird somit dem Körper zugeführt – die Strahlenbehandlung läuft. Ganz einfach? Natürlich sind bestimmte Voraussetzungen notwendig. Bei diesen Substanzen handelt es sich um Stoffe, die bevorzugt an sauerstoffarmen, normalerweise wenig strahlenempfindlichen Krebsabschnitten angreifen. Das wiederum hat seine Ursache in dem Tatbestand, daß die Strahlenwirkung wesentlich von der Gegenwart des Sauerstoffes im Gewebe abhängt. Krebsgeschwülste, die längere Zeit wachsen, sind wachstumsbedingt in einzelnen Abschnitten schlecht durchblutet und daher sauerstoffarm. Sie sind normalerweise ein Problem für die Strahlenbehandlung und können Ausgangspunkt für erneutes Krebswachstum nach der Therapie sein, weil sie nicht vollständig vernichtet wurden. Radiosensitizer mit diesem Angriffspunkt stellt die Gruppe der Nitroimidazole (Metronidazol und Misonidazol) dar. Sie wurden in der Medizin bisher ausschließlich gegen Trichomonaden-Infektionen verwendet. Sie reichern sich bevorzugt in den sauerstoffarmen Tumoranteilen an und verhindern durch Blockierung freier Radikale, die durch die Strahleneinwirkung entstehen, spätere Reparaturvorgänge.

Bewährung in der Klinik?

In den siebziger Jahren liefen intensive tierexperimentelle Untersuchungen, die die Wirksamkeit der genannten Verbindungen an tierischen Tumoren bewiesen. Seit kurzem sind auch die ersten klinischen Beobachtungen bekannt. Sie stimmen optimistisch: Die Wirksamkeit der Bestrahlung an der Krebsgeschwulst war verstärkt. Viele Probleme harren aber noch der Klärung, ehe ein routinemäßiger Einsatz denkbar ist. Hier nur einige dieser Fragen: Die Nitroimidazole haben Nebenwirkungen am Nervensystem, die beherrscht werden müssen; die optimale Dosis muß gefunden werden; bei welchen Krebsformen ist der Einsatz von Vorteil? Wie sieht die optimale Kombination der Substanzen mit der Strahlung aus? usw. Eine der interessanten Arbeitshypothesen lautet: Nitroimidazole werden am Anfang der Bestrahlungsserie gegeben, um die Hauptmasse der sauerstoffarmen Krebszellen gleich zu Beginn drastisch zu reduzieren und danach bei üblicher Bestrahlungsweise an die gut empfindlichen Tumorzellen schädigend heranzukommen. Am Ende der Serie wird der Radiosensitizer nochmals verabfolgt, um eventuell verbliebene sauerstoffarme Tumorabschnitte endgültig zu vernichten. Diese skizzierte Darstellung zeigt, welche Probleme noch in der experimentellen Forschung und bei der klinischen Untersuchung bestehen. Bewußt wurde das Für und Wider geschildert, um das Auf und Ab bei jeder wissenschaftlichen Arbeit deutlich zu machen, zugleich aber auch vor vorzeitigem Optimismus zu warnen.



Am elektronischen Schaltpult des Linearbeschleunigers »Neptun 10 p«

Wärme wirksamer?

Ein anderer Aspekt. Wärme steigert unter bestimmten Bedingungen die Strahlenwirkung, auch im Tumorgewebe. Seit mehreren Jahren geht man diesem Problem experimentell und klinisch nach. Ebenso wirkt sich intensive Überhitzung allein in bestimmtem Rahmen ungünstig auf eine Krebsgeschwulst aus. Bei Kombination von Bestrahlung und Wärme spricht man von einem überadditiven Verstärkungseffekt. Auch hierbei gilt offenbar, daß sauerstoffarme Krebszellen besonders empfindlich sind. Zwei Wege sind im Gespräch: die Überwärmung (Hyperthermie) des gesamten Körpers auf etwa 42 °C und die örtliche Hyperthermie auf die gleiche Temperatur, meist durch physikalische Verfahren versucht. Die Ganzkörperhyperthermie weist nach den vorliegenden Erfahrungen offenbar unangenehme Nebenwirkungen auf und soll auch ungünstige Auswirkungen auf die Tumorabwehr des Körpers haben. Bei der örtlichen Hyperthermie liegt das Problem darin, in der Körpertiefe gezielt im Tumorbereich eine Überwärmung zu erzeugen. Entsprechende technische Fortschritte zeichnen sich zwar ab, die Haltung der Krebs- und Strahlenforscher ist jedoch bislang noch abwartend.

Sauerstoff an der Schaltstelle

Folgen Sie uns in ein Versuchslabor. Auf dem Untersuchungstisch befindet sich eine schwerkranke Hündin mit einem ausgedehnten Brustkrebs. Dieser Tumor ist nicht mehr operabel. Normalerweise ist er wenig empfindlich gegenüber einer Strahlenbehandlung. Die Arbeitsgruppe setzt ein neues Verfahren ein: die Strahlentherapie im Zustand des Sauer-

stoffmangels. Warum? Mehrfach haben wir gelesen, daß Gewebe mit schlechter Sauerstoffversorgung wenig strahlenempfindlich sind. Es liegt nahe, sich zu überlegen, ob man diesen Tatbestand zum Schutze des gesunden Gewebes bei einer Strahlenbehandlung des Krebses ausnutzen könnte. Dies würde bedeuten, daß man die Verträglichkeit einer Intensivbehandlung vergrößern und gleichzeitig dem gesunden Gewebe eine Belastung mit höheren Strahlendosen zumuten könnte, die ihrerseits den Tumor intensiver schädigen würden. Nur Theorie? Nein. Versetzt man ein Versuchstier in schonendem Narkoseverfahren nach entsprechender medikamentöser Vorbereitung durch Beatmung mit verminderter Sauerstoffzufuhr in der Atemluft in einen Sauerstoffmangelzustand kurzer Dauer und bestrahlt man zu diesem Zeitpunkt, dann läßt sich in der Tat eine Schonung gesunden Gewebes nachweisen. Ein Tumor, der aufgrund seiner bereits oben beschriebenen Wachstumsbesonderheiten von Natur aus zum Sauerstoffmangel neigt, wird durch diesen zusätzlichen Sauerstoffmangel offenbar gar nicht oder kaum beeinflußt. Das ist ein wichtiger Ansatz für die praktische Strahlentherapie: Bestrahlung mit höheren Dosen als üblich, die vom gesunden Gewebe in der Umgebung des Krebsherdes gut vertragen werden und die dem Tumor vernichtende »Schläge« verabreichen können. Erfahrungen aus der Luftfahrt- und Höhenmedizin wurden herangezogen, um die Verträglichkeit des akuten Sauerstoffmangels zu testen. Erste klinische Untersuchungen in der UdSSR mit dem neuen Verfahren der Hypoxyradiotherapie, wie der Einsatz des Sauerstoffmangels in der Strahlentherapie bezeichnet wird, stimmen durchaus optimistisch. Aber auch hier gilt: Viele weitere Studien sind nötig, um das optimale Behandlungsregime unter diesen Bedingungen zu erarbeiten, und zwar gerade deshalb, weil der »Sauerstoffeffekt« in der Strahlentherapie sowieso zu den Parametern zählt, die seit vielen Jahren heftig diskutiert werden und für deren praktische Nutzanwendung es fast schon zu viele Arbeitshypothesen gibt.

Technische Ideale

Dennoch: Die Arbeiten gehen weiter. Es sind interessante, den Eingeweihten tagtäglich fesselnde Fakten, die zur Optimierung der Krebsbehandlung beitragen. Es sind Bausteine, von denen eingangs die Rede war. Vergessen werden darf dabei keinesfalls, daß wir auch auf physikalisch-technischem Gebiet bemerkenswerten Fortschritten in der Strahlentherapie entgegensehen. Nur Stichworte seien genannt, die häufig auch in der Tagespresse Erwähnung finden: der Einsatz der Linearbeschleuniger; die Hoffnungen, die sich mit der Neutronenstrahlentherapie verbinden, einem Gebiet, auf dessen Vorlaufforschung gerade die DDR international mit führend ist; oder – heute noch Zukunftsmusik – der Einsatz weiterer neuer Strahlenarten, der Ende der achtziger/Anfang der neunziger Jahre zu erwarten ist und dessen erste Studien heute erfolgen, nämlich der negativen Pi-Mesonen und der schweren Ionen. Mit diesen Strahlen, die auch biologische Vorteile zeigen, ist aufgrund ihrer physikalischen Besonderheiten wahrscheinlich die ideale Anpassung der Strahlungsverteilung an den Krebsherd möglich.

An den Beginn dieses Beitrages stellten wir die heutigen Überlegungen zur Strategie der Krebsbekämpfung. Der Blick in die nahe Zukunft sollte die Gedankengänge erweitern und über eine faszinierende Entwicklung informieren, ohne vorzeitig falschen Optimismus erzeugen zu wollen. Sachliche Beurteilung, Abwägung und Erprobung stehen am Anfang, ehe ein abschließendes Urteil gefällt werden kann.

Wenn die Kraniche ziehen

Karl-Heinz Trippmacher

Die Saison in den Ostseebädern ist vorüber, doch wir haben an diesen ersten Oktobertagen fast sommerliches Wetter. Der Wetterkarte des Fernsehens ist allerdings zu entnehmen, daß es in Skandinavien einen Kälteeinbruch gegeben hat, der bei den Kranichen wieder den Zugtrieb auslösen wird. Als wir über den Nordteil der Insel Rügen fahren, sehen wir schon die ersten Kranichtrupps stehen. Bald werden Tausende hier eintreffen!

Wohl kaum ein anderer Vogel spielt in den Sagen der Völker eine so bedeutende Rolle wie der Kranich. Alte Abbildungen belegen, daß er bereits vor 5000 Jahren in den Hochkulturen am Nil Symbolcharakter besaß. In Spanien gibt es bis zu 6000 alte Höhlenmalereien, die tanzende Kraniche darstellen, und in Japan gilt der Vogel als Glücksbringer, der seit Jahrhunderten als heiliger Vogel durch die Person des Kaisers streng geschützt wurde. Wir kennen dreizehn verschiedene Kranicharten in vier Gattungen, die in den meisten Gebieten der Erde vorkommen – mit Ausnahme der arktischen Regionen Südamerikas, Madagaskars, der Philippinen, der Sundainseln und Neuseelands.

Kraniche haben zwar durchaus feste, angeborene Verhaltensweisen, aber ihre individuellen Gewohnheiten wechseln stark. So reagieren sie empfindlich auf Veränderungen ihrer Umgebung durch den Menschen und durch Naturgewalten. Wichtige Lebensräume dieser bedrohten Vogelart gingen verloren, als Moore durch Dränagen trockengelegt wurden. Typische Rastplätze verlandeten, und auch die landwirtschaftliche Nutzung hat sich regional oft entscheidend verändert, wodurch den Kranichen manche lebenswichtigen Nahrungsflächen entzogen sind. In einigen Ländern werden sie sogar mit Kugeln und Schlingen gejagt, so daß sie sich immer mehr in unzugängliche Gebiete zurückziehen. Es gilt deshalb, dem Kranich und besonders seinem Brutgebiet, das er Jahr für Jahr aufsucht, besonderen Schutz zukommen zu lassen.

Der graue Kranich brütet auf der Skandinavischen Halbinsel, in Polen, Finnland, den baltischen Sowjetrepubliken und den beiden deutschen Staaten. In der BRD liegen die Brutgebiete in Niedersachsen und Schleswig-Holstein, wo ihre Anzahl 1974 noch auf höchstens zwanzig Paare geschätzt wurde. In der DDR nisten etwa 450 Paare, vor allem in den mecklenburgischen Bezirken Rostock, Schwerin und Neubrandenburg. In den Bezirken Frankfurt (Oder), Potsdam und Cottbus zählt man etwa 120 Paare, im Bezirk Magdeburg zwölf, in der Oberlausitz etwa zehn und im Bezirk Leipzig vier Paare. So mußte der Kranich auf die Liste der vom Aussterben bedrohten Vogelarten gesetzt werden und unterliegt strengsten Schutzbestimmungen. Beispielsweise ist das Fotografieren am Brutplatz verboten. Aber dem Naturfreund, Ornithologen und Tierfotografen bleibt die Gelegenheit, diesen Vogel an seinem Rastplatz während des Frühjahrs- und Herbstzuges zu beobachten, ohne ihn zu beunruhigen und mit dem Gesetz in Konflikt zu kommen.

Auf den Feldern treffen wir auch Tausende von durchziehenden Wildgänsen. Aus der Ferne mögen sie aufgrund ihrer grauen Färbung gleich erscheinen. Ornithologen und Jäger wissen aber genau zu unterscheiden: Es sind Saat- und Bleßgänse sowie Graugänse, die als einzige auch in unserer Republik brüten, und in den letzten Jahren tauchte verstärkt die durch ihre Färbung schon völlig abweichende Kanadagans auf. Helle Brust, schwarzer Hals und die weißen Wangen sind nicht zu übersehende Kennzeichen der Art. Das plötzliche Auftauchen dieses Überseevogels an unseren Küsten wird allgemein auf das Experiment des schwedischen Tierfotografen Bengt Berg zurückgeführt, der die Vögel in Schweden einbürgerte. Inzwischen sind sie traditionelle Zuggäste geworden, und neueste Beobachtungen ergaben, daß sie bei uns sogar übersommerten. Ein Brutnachweis ist bisher nicht erbracht. Ornithologen stehen allerdings der Einbürgerung der Kanadagans mit Skepsis gegenüber; denn sie ist ein streitsüchtiger Vogel. Es wäre durchaus möglich,

Vorangehende Seite: Fliegende Kraniche

daß die »schwedischen Kanadier« die Graugänse aus den angestammten Brutrevieren vertreiben.

Die Kraniche halten sich überwiegend im westlichen Teil der Insel Rügen auf. Von den hier gelegenen Äsungsflächen haben sie es kaum weiter als 10 bis 12 km bis zu den beiden größten Schlafplätzen. Der eine liegt in der Udarser Wiek, der andere auf den Sandbänken vor der zum Naturschutzgebiet erklärten Insel Bock. Im Oktober übernachten hier manchmal bis zu 12000 Kraniche. Sie schlafen im flachen Wasser stehend, weil sie sich dort vor Feinden sicher fühlen. Leider suchen sie das Wasser meist erst nach Sonnenuntergang auf und verlassen es morgens, ehe das Licht für gute Fotos ausreicht. Wir haben viele Abende an der Udarser Wiek gestanden und waren beeindruckt von den in der Dämmerung einfliegenden Tausenden von Kranichen. So hofften wir auch

Kranichfamilie bei der Futtersuche auf einem Stoppelacker bei Poggenhof

manchen Morgen, daß sich ihr Abflug einmal hinauszögerte, bis das Licht für die Fernobjekte stark genug war.

Mitte Oktober schien uns die Zeit geeignet zu sein. Schon am Abend hatten wir vom Schaproder Kirchturm aus beobachtet, daß der Schlafplatz der Kraniche diesmal günstig lag. Vom Dorf bis zum Schlafplatz sind es nicht mehr als 2 km Luftlinie. Um die Vögel allerdings morgens gut im Licht zu haben, müssen wir die Wiek umfahren, um uns auf dem Ostteil der Insel Ummanz zu plazieren – das sind 37 km Fahrstrecke. Der blinkende Sternenhimmel verspricht einen wolkenlosen Morgen. Wir verzichten auf die Nachtruhe und starten kurz vor zwei Uhr, um im Schutz der Dunkelheit in die Tarnung kriechen zu können. Es ist empfindlich kalt, als wir uns in das Schilf hocken.

Die Kraniche sind noch ruhig. Dagegen herrscht bereits bei den ebenfalls zu Tausenden hier übernachtenden Wildgänsen ständig Bewegung. Sie fliegen schon lange vor den Kranichen hinaus auf die Felder, kehren aber im Lauf des Tages mehrfach auf die Wasserfläche zurück. Schemenhaft sehen wir in der heraufziehenden Dämmerung die lange Reihe der Kraniche auf der fußtief unter Wasser liegenden Sandbank stehen. Im Fernglas erkennen wir, daß die ersten erwacht sind und flügelschlagend den Standort wechseln. Andere putzen ihr Gefieder oder schreiten, als wollten sie sich die Beine vertreten, hin und her. Mit dem ersten Schimmer am östlichen Horizont beginnen einige Vögel zu schreien, und als hätten die anderen nur darauf gewartet, stimmen alle trompetend in die Rufe ein. Es ist ein ohrenbetäubendes Schmettern aus Tausenden von Kranichkehlen.

Unsere Augen starren wie hypnotisiert auf den Zeiger des Belichtungsmessers, der sich langsam dem notwendigen Wert nähert . . . Die Unruhe der Kraniche hat sich gesteigert. Rötlicher Schein übergießt die im Wasser stehenden Vögel. Da fliegen die ersten Trupps flach über das Wasser ab. Sie reißen sich gegenseitig mit, und noch einmal schwillt das Trompeten an, bis die langen Ketten hinter dem Wald unseren Blicken entschwinden. In wenigen Minuten hat sich die Szene vor uns gewandelt, nur ein paar »Langschläfer« stehen noch unschlüssig im Wasser. Wir packen die Apparate zusammen, um den Kranichen auf die Äsungsplätze zu folgen. Am Feldrain eines Schlages, wo wir die letzten Tage immer wieder große Trupps äsender Kraniche sahen, stellen wir unsere Zeltverstecke auf. Wie uns die nachfolgenden Kontrollen bestätigen, interessieren sich die Vögel überhaupt nicht dafür. Sie picken in unmittelbarer Nähe ihre Nahrung ruhig aus dem Boden.

Drei Uhr morgens kriechen wir aus unseren Schlafsäcken; denn wir müssen vor den Kranichen am Feld sein, wenn die Kameraarbeit Erfolg haben soll. In einer Gebüschgruppe stellen wir das Auto ab und tragen die schweren Gerätetaschen die letzten 500 m über die Wiese. Das bereifte Gras knirscht unter den Stiefelsohlen, und der Wind streift eisig das Gesicht. Mit klammen Fingern ist es beschwerlich, die Verschlüsse des Versteckeinstiegs zu öffnen. Die Kameras werden montiert, die Taschen mit den Zusatzgeräten griffbereit am Gerüst aufgehängt. Dann können wir auf unsere Klappstühle sinken – und warten.

Allmählich kündet ein rötlicher Schimmer am östlichen Himmel den heraufziehenden Morgen an. Bald hören wir in der Ferne die ersten Kranichschreie, die sich vervielfachen, lauter und deutlicher werden. Die ersten Trupps ziehen vom Schlafplatz zum Äsen auf die Felder. Obwohl wir uns in den dicken Wattesachen ohnehin kaum bewegen können, erstarren wir regungslos vor Erwartung, ob sie auf unserem Feld niedergehen werden. In niedrigem Flug streicht ein Trupp über unsere Verstecke. Wir können sie nicht sehen, aber die lauten, schmetternden Rufe verraten uns ihre Nähe. Durch den Seitenschlitz sehen wir sie mit hängenden Ständern etwa 100 m neben uns niedergehen. Es sind nur acht Vögel, die sich wie Schemen aus dem Nebel abheben. Aber aus Erfahrung wissen wir, daß sich dort, wo Kraniche stehen,

Der graue Kranich (Grus grus)

meist noch andere hinzugesellen – oder sich diese von anderen Trupps wieder mitreißen lassen. Das Licht reicht noch lange nicht aus, um schon ein Foto zu wagen. Die Kraniche suchen ruhig nach Nahrung und blicken kaum zu unseren Verstecken herüber.

In den frühen Morgenstunden kann man die Kraniche oftmals auch unweit der menschlichen Gehöfte beobachten. Aber sobald die Bauern herauskommen und mit der Tagesarbeit beginnen, verziehen sich die Vögel meist auf die abgeernteten Felder. Sie wissen, daß sich dort, wo am Vortage Maschinen die Äcker bearbeiteten, eine günstige Futtergrundlage bietet. Mit schrillem Trompeten und quietschenden Pieptönen, die Hälse weit vorgestreckt, die Beine herabhängend, landen sie in torkelndem Flug. Aus verhältnismäßig geringer Entfernung haben wir Gelegenheit, die in diesem Jahr ausgebrüteten Jungen zu studieren; denn die Kraniche halten in Familien zusammen. Dem Gefieder der Jungvögel fehlen noch die Kontraste. Insgesamt erscheinen sie rostbraun und zart befiedert. Am Hinterkopf sind nackte Stellen zu sehen, und auch die rote Kopfplatte fehlt. Erst Ende des zweiten und dritten Lebensjahres tragen sie das endgültige Federkleid. Während die Jungen meist sofort mit dem Äsen beginnen, beobachten die Eltern mit erhobenem Kopf die Umgebung. Der Kranich ist ein scheuer Vogel – und sicherlich hat er auch mit den Menschen nicht die besten Erfahrungen gemacht!

Abends am Udarser Wiek. Wir sind ein letztes Mal für diesen Herbst zum Schlafplatz der Kraniche gefahren. Noch besiedeln wilde Schwäne, Enten, Taucher und Gänse die Wasserfläche. Nichts deutet auf das Ereignis hin, das sich von Mitte September bis Ende Oktober allabendlich wiederholt. Wir liegen versteckt am Boddenhang im Schutz der Bäume. In unserem Rücken hören wir das laute Trompeten der Kraniche, die sich gern auf einem abgeernteten Maisschlag hinter dem Wald sammeln. Langsam schiebt sich die Sonne in den Dunst des Horizonts. Die Wasserfläche glitzert, und immer mehr wird sie vom Rot überflutet. Plötzlich schwillt das Trompetengetöse an. Wir ahnen, daß sich der nach Tausenden zählende Trupp von dem Maisfeld erhoben hat. Minuten später fliegen sie niedrig über uns hinweg. Zwischen dem Fanfarenschrei der Altvögel hört man deutlich die Pieptöne der Jungen. Dann fallen sie mit hängenden Ständern und gerundeten Flügeln wie an Fallschirmen im Boddenwasser ein. In langer Kette stehen sie mitten im Bodden. Wir schätzen etwa 2000 Kraniche, aber noch ist kein Ende abzusehen. Aus allen Richtungen sehen wir in Keilen, Ketten, Bögen und Schleifen am abendlichen Himmel anfliegende Kraniche. Wir versuchen die Stärke des Trupps zu zählen – und geben es sofort wieder auf. Es ist ein Höllenlärm; denn die bereits am Schlafplatz stehenden Kraniche scheinen mit den anfliegenden in »Rufortung« zu stehen. Zwischendurch ziehen auch Tausende von Wildgänsen mit. Sie bilden ein eigenes Band vor der im Wasser wogenden Kranichwand. Mit den Flügeln schlagend, im seichten Wasser hin- und herschreitend, trompeten sie mit gestreckten Hälsen den Ankömmlingen entgegen... Eine halbe Stunde später ist das Schauspiel vorüber. Nur einige kleine Nachzüglertrupps fallen mit schrillen Rufen, die wie Gru-grirr, tatata-tatata, irr-irr klingen, am Schlafplatz ein. Längst ist das Rot des Himmels blasser geworden. Am kaltblauen Firmament steht die Scheibe des Mondes. Nun kehrt Ruhe in den Kranichreihen ein. Dicht bei dicht stehen die Vögel wie bleigraue Zinnsoldaten. Nur hin und wieder erhebt sich ein Trupp Bleßgänse mit gurgelnden Schreien in die Luft, um einige hundert Meter weiter zu wassern. Sie sind ewig ruhelos.

Im Schutze der Dunkelheit gehen wir zu unseren Autos zurück. Vereinzelt gellen Trompetenrufe durch den Abend. Nur kurze Zeit wird dieser Rhythmus noch währen. Wenn die kalten Nordostwinde Ende Oktober Regenschauer über die Insel peitschen, werden sie ihre Reise in die südlichen Winterquartiere antreten. Kehren sie dann im März zurück, werden auch wir wieder hier sein...

Beim Sonnenuntergang fliegen die Kraniche zu ihrem Schlafplatz in der Udarser Wiek · Die Graugans ist die einzige Gänseart, die auch bei uns brütet

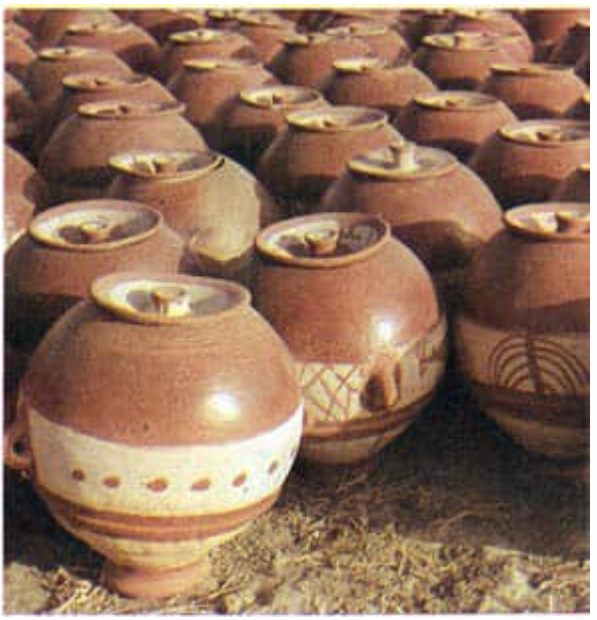
Besonders im Herbst wird die Familienbindung der Kraniche erkennbar. Die Jungvögel unterscheiden sich in der Färbung und durch den »nackten« Kopf von ihren Eltern · Bis zu 3000 Kraniche zählten wir

Truppweise wechseln die Kraniche täglich mehrfach ihre Einstandsgebiete · Als Schilfhaufen getarnt, haben wir unsere Fotoverstecke an der Udarser Wiek aufgestellt

Siegfried Oertel

Handwerk in Westafrika

Mit einfachsten Geräten zaubert der Gold- oder Silberschmied feinste Filigranringe, -ketten und -anhänger, Anstecknadeln oder Armreifen. Im Atelier nebenan – jeder kann auch hier die Arbeit verfolgen – werden Schuhe oder Brieftaschen aus Krokodil-, Leguan- oder Pythonleder gefertigt sowie Handtaschen aus Panther-, Antilopen- oder Löwenfell angeboten. Unter den geschickten Händen des



Zeugnisse handwerklichen Könnens in Westafrika: Geschnitztes Tamtam aus Oberguinea; Stoffhändler in den Straßen Bamakos; Töpfermarkt in Mopti (Mali) . . .

Schnitzers entstehen die begehrten Statuetten, Figuren und Masken aus rotem Kola- und schwarzem Ebenholz oder auch Objekte aus Elfenbein. Körbe, Taschen und Matten werden aus Bambus-, Raphia- oder Hirsestroh geflochten. In der Werkstatt des Webers kann der Käufer zuschauen, wie farbenfreudige Decken mit dem Trittwebstuhl hergestellt werden.

Das ist nur ein Ausschnitt aus der Vielfalt handwerklichen Könnens, das nicht nur gelegentlich in afrikanischen Ländern weilende Delegationen, sondern auch für längere Zeit dort tätige Spezialisten aus unserem Land immer wieder begeistert. Der Besuch des Marktes im allgemeinen wie auch des Handwerkerzentrums (genannt Artisanat oder Souk) afrikanischer Städte im besonderen gestaltet sich für jeden Europäer zu einem Erlebnis.

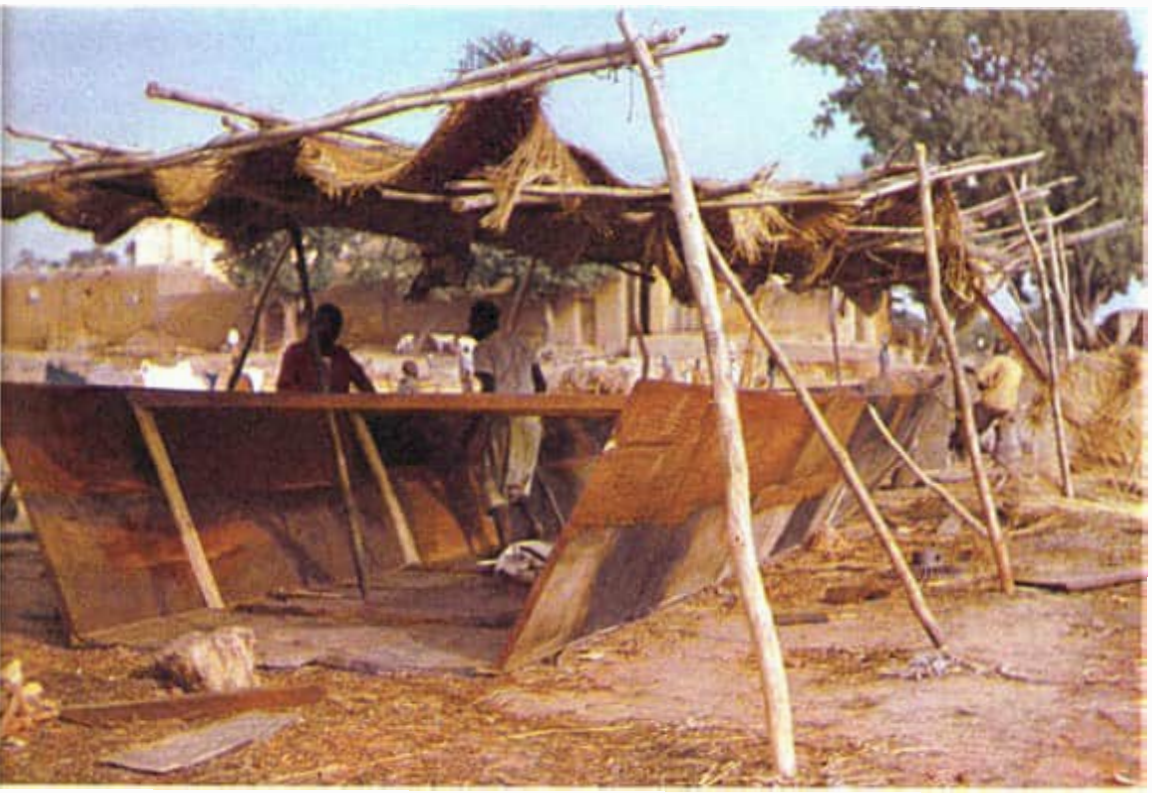
Trittwebstuhl in Segou (Mali); Weberfamilie aus dem Fouta Djalon (Guinea)

Das Handwerk hat auch in Tropisch-Afrika (südlich der Sahara) eine lange Tradition. Schon bald nach der ersten großen gesellschaftlichen Arbeitsteilung, der Herausbildung von Feldbau- und Viehhalterstämmen, trennte es sich vom Ackerbau ab. In Westafrika vollzog sich dieser Prozeß im alten Ghana-Reich (auf dem Territorium der heutigen Republik Mali) spätestens am Ende des 1. Jahrtausends u. Z. Voraussetzung dafür war die Seßhaftigkeit der Ackerbauern. Diese bearbeiteten den Boden der brandgerodeten Flächen vorwiegend extensiv mit der Hacke, die in den westafrikanischen Savannengebieten überall Daba genannt wird. Der Entwicklungsstand der Produktivkräfte war im subsaharischen Afrika durch das Fehlen des Pfluges gekennzeichnet. Das Rad als Teil des Transportmittels und die schnell rotierende Töpferscheibe waren ebenfalls unbekannt.

Töpferei, Metallbearbeitung, Schmuckherstellung, Holz- und Lederverarbeitung sowie Textilfertigung entwickelten sich zu spezialisierten Gewerben. Die Handwerker produzierten bald nicht mehr nur zur Deckung des lokalen Bedarfs, sondern darüber hinaus für den Markt. Das förderte einen überregionalen Handel. Auf diese Weise konnte man sich im Austausch gegen die in den Handwerksstätten hergestellten Artikel auch solche Produkte besorgen, die es in bestimmten Gebieten nicht gab. Der Handel mit dem Salz aus den nördlichen Saharaminen und den Kolanüssen der südlichen Waldgebiete nahm einen großen Aufschwung. Viele Städte (Timbuktu, Gao, Djenne, die Haussa-Städte) wurden zu blühenden

Im Handwerkerzentrum der Hauptstadt von Mali, Bamako

Noch vor einigen Jahrzehnten genutzter »Hochofen«
in der malinesischen Savanne



Aus dem Ufersand des Niger hergestellte luftgetrocknete Ziegel · Bootsbau in Dioro (Mali)

Handelszentren. Hier kam es auch zu einer weiteren Spezialisierung einzelner Handwerkszweige, wie z. B. der textilen Verarbeitung (Spinner, Weber, Färber, Sticker, Fertigmacher) und der Schmiedekunst (Gold-, Silber-, Kupfer- und Eisenschmiede).

Ein Zunftwesen im Stile der europäischen Städte des Mittelalters hat es wohl in Afrika nicht gegeben. Die Fertigkeiten wurden von Generation zu Generation weitervermittelt. Bei vielen ethnischen Gruppen bestand und besteht eine genau geregelte Arbeitsteilung zwischen den Geschlechtern. In den Savannengebieten sind die meisten Handwerker Ackerbauern geblieben. In der langen Trockenzeit, die keine landwirtschaftliche Betätigung ermöglicht, stellen sie die für ihre Feldarbeit notwendigen Geräte (außer denen aus Eisen) selbst her; sie flechten Körbe, bauen neue Unterkünfte, fertigen die Gewebe für ihre Kleidung oder schnitzen Masken und Figuren. Mit primitiv anmutenden Werkzeugen bringt der Savannenbauer und -handwerker in ebenso einfachen Werkstätten (Hütten) mit seinen geschickten Händen, mit Ruhe und Gelassenheit, Hingabe und Konzentration oft erstaunliche Werke hervor.

Wegen ihres handwerklichen Könnens nahmen und nehmen die Schmiede bei den seßhaften Ackerbauern eine geachtete Stellung mit mancherlei Privilegien ein. Aufgrund der mit dieser Tätigkeit verbundenen »Geheimnisse« und »Zauberkräfte« waren und sind sie oft gleichzeitig gefürchtet und gemieden. Das erklärt auch, weshalb die Schmiede mit ihren Familien im allgemeinen am Rande außerhalb der Siedlungen wohnen und arbeiten.

In vielen Überlieferungen und Volkssagen spielt der Schmied und Metallschmelzer eine Hauptrolle, er hat »der Natur das Geheimnis des Feuers abgerungen«, und er beherrscht die Metallbearbeitung. Unter einfachen Bedingungen fertigt er die Geräte an, mit denen der Mensch den Urwald besiegt hat und den Savannenboden bearbeiten kann. Die gesellschaftliche Autorität der Schmiede bei vielen Völkern Schwarzafrikas widerspiegelt die revolutionierende Rolle der Eisenmetallurgie für die gesellschaftliche Entwicklung südlich der Sahara. Nach Engels »schuf das Eisen den Feldbau auf größeren Flächen, die Urbarmachung ausgedehnter Waldstrecken, es gab dem Handwerker Werkzeug von einer Härte und Schneide, der keine Steine, kein anderes bekanntes Metall widerstand«. Die Völker, die die Eisenbearbeitung beherrschten, waren anderen überlegen. Es war kein Zufall, daß der Übergang eines Volkes zu Formen der Klassengesellschaft meist einherging mit dem Beginn des Metallzeitalters.

Auch die frühen Staatenbildungen im alten Westsudan (Ghana, Mali, Songhai) verdankten ihren Aufstieg der auf den Gebrauch von Eisen gegründeten Überlegenheit. Funde aus Kumbi-Saleh (der Hauptstadt des alten Ghana) beweisen das. Bei Ausgrabungen kamen zahlreiche Eisengegenstände (Speere, Messer, Pfeilspitzen, Nägel, landwirtschaftliche Geräte u. a.) zutage, die ein schon fortgeschrittenes Niveau der Eisenbearbeitung andeuten. El Zouhri berichtete einige Zeit vor 1150, daß die Herrscher von Ghana Nachbarvölker überfielen, »die das Eisen nicht kannten und mit Ebenholzkeulen kämpften«. Die Ghanaer »können sie besiegen, denn sie kämpfen mit Schwerten und Lanzen«. Das Eisen rüttelte somit an den urgesellschaftlichen Verhältnissen und leitete eine neue Epoche gesellschaftlicher Organisation ein. Dieser Prozeß früher Klassendifferenzierung verlief allerdings äußerst langsam.

Wissenschaftler verschiedener Arbeitsgebiete (Völkerkundler, Archäologen, Historiker, Linguisten) haben heute Anhaltspunkte dafür, daß die Afrikaner höchstwahrscheinlich selbständig zur Eisengewinnung gefunden und auf jeden Fall ihre eigenen Formen der Technologie entwickelt haben. Es kann angenommen werden, daß die Verhüttung von Eisenerz sowie die Verarbeitung von Eisen im subsaharischen Afrika seit den letzten Jahrhunderten v. u. Z. (in den westafrikanischen Savannen seit etwa 300 v. u. Z.) bekannt sind. Heute wissen wir,

daß – im Gegensatz zu anderen Regionen der Erde – im tropischen Afrika der »Eisenzeit« keine spezielle Kupfer- oder Bronzezeit vorausgegangen ist, obgleich sowohl Kupfer als auch Bronze in vielen Gebieten über längere Zeit im Gebrauch waren. Meist folgte die Verwendung von Eisen unmittelbar der Steinzeit. Allerdings wurden auf lange Sicht parallel auch weiterhin Steinwerkzeuge hergestellt und genutzt. – Als im 15. Jh. die ersten portugiesischen Eroberer und Reisenden in Afrika auftauchten, war fast allen afrikanischen Völkern die Eisenverhüttung seit langem bekannt. Ihre Methoden und Ausrüstungen im Westsudan übertrafen in jener Zeit zum Teil die damaligen europäischen Techniken.

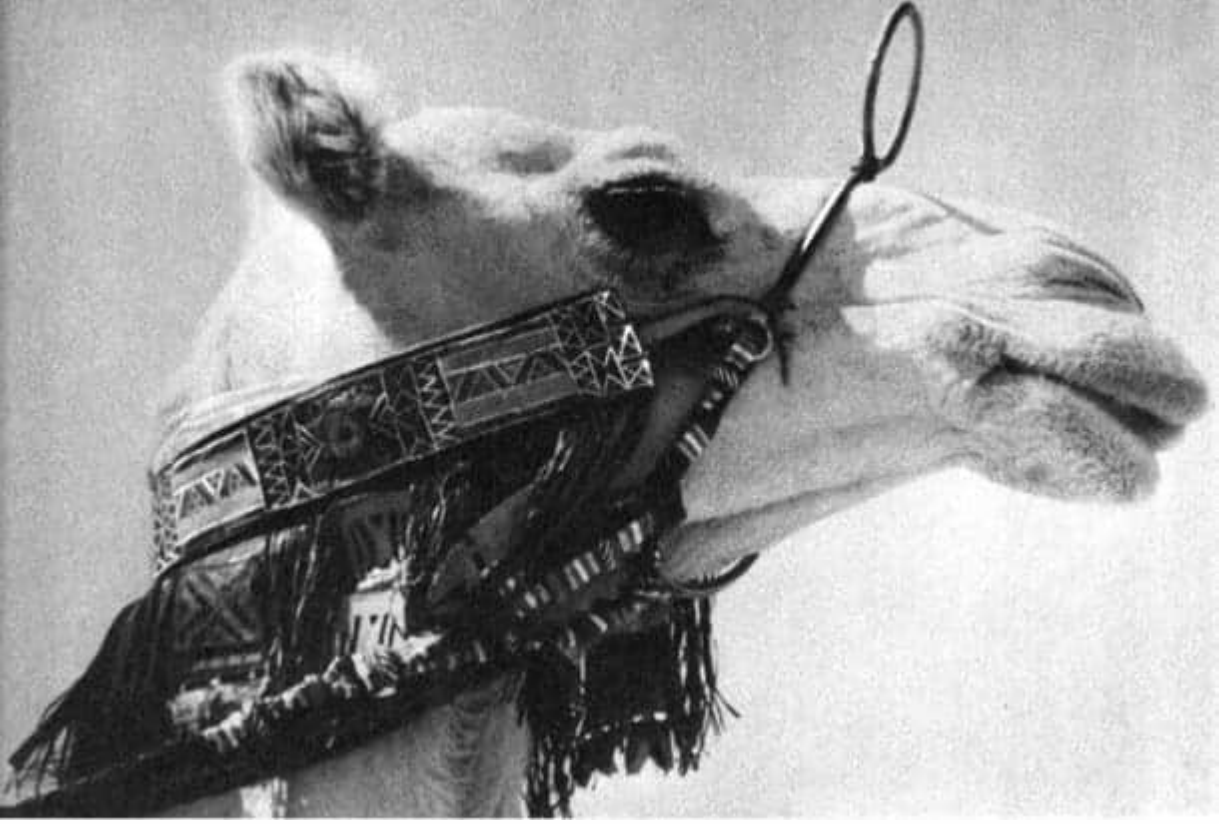
Die Metalle (nicht nur Gold, Silber und Kupfer) spielten bei der Herausbildung einer Geldwirtschaft auf den subsaharischen lokalen Märkten eine wichtige Rolle. In den Waldregionen Guineas war das Eisengeld der Kissi in Form von Eisenhaken und schraubenförmigen Stäbchen (wahrscheinlich aus Pfeil- und Speerspitzen entstanden) im Umlauf. Es wurde erst durch die Kolonialverwaltung abgeschafft.

Zentren der traditionellen Eisengewinnung in der westsudanischen Savannenzone waren Oberguinea, die Gebiete entlang des Niger, das Siedlungsgebiet der Senoufo (im Norden der Republik Elfenbeinküste), der Bobo und Mossi (Obervolta). In der Provinz Yatenga wurden 1904 etwa 1500 Schmelzöfen gezählt, die 538 t Eisen herstellten. Daraus wurden von den Schmieden 980000 Dabas, 803000 andere landwirtschaftliche Geräte, 460000 Messer, 75000 Säbel sowie 220000 sonstige Waffen produziert.

Der Rohstoff für die Eisengewinnung ist in

Schmiedehütte am Rande von Kouroussa (Guinea)

Senegalesischer Holzschnitzer



weiten Teilen Afrikas leicht zu beschaffen. Die eisenhaltigen Lateritbrocken brauchen nur eingesammelt zu werden. Der Schmied kann mit der Hand abschätzen, ob im Erz genügend Eisen vorhanden ist. In der Waldregion Guineas lagern Eisenerze mit einem außerordentlich hohen Eisengehalt (60 bis 68 %) direkt an der Oberfläche.

Die zur Eisenschmelze notwendige Holzkohle wird von der Familie des Schmiedes selbst hergestellt. Äste und Stämme werden in gegensätzlichen Richtungen übereinandergeschichtet, mit Gras und Erde bedeckt und entzündet. Damit das Holz nicht verbrennt, sondern verkohlt, muß der Haufen hin und wieder mit Wasser begossen werden. Die Holzkohlestücke werden in Körben eingesammelt.

Die Gewinnung des Roheisens erfolgt entweder (seltener, vor allem in den Waldgebieten) in offenen Herdfeuern (mit Lehm verschmierten Erdgruben) oder (häufiger, so in den offenen Savannen) in einfachen »Hochöfen«, das sind Schachtöfen verschiedener Höhe aus Lehm oder Ton. Allerdings entspricht die Technologie tatsächlich der der sogenannten Renn-Öfen, denn das Eisen wird in Wirklichkeit nicht geschmolzen, sondern in einem Reduktionsprozeß zu einer kohlenstoffarmen, schmiedbaren Luppe gesintert. Da Eisen erst bei etwa 1500 °C schmilzt, erhält man hier kein reines flüssiges Gußmetall, sondern eine teigartige, zähe, mit Schlacken gemischte Masse. Der Bau der »Hochöfen« stellt eine Weiterentwicklung der Schmelztechnik bei den Savannenvölkern dar, wobei ihnen der Umstand zugute kam, daß sie seit alters her Töpferei betrieben und den Umgang mit Lehm und Ton gelernt hatten.

Der Ofen wird schichtenweise mit zerkleinertem Erz und Holzkohle beschickt und die Öffnung zugemauert. Durch Löcher oder besondere Tonröhren wird mit Hilfe von Blasebälgen – die meist von Kindern betrieben werden – Luft ins Ofeninnere zugeführt. Nach dem »Schmelz«-

Kunstvoll mit Lederarbeiten geschmückter Kamelkopf bei den Tuareg

vorgang, der je nach Größe und Konstruktion des Ofens eine Dauer von einem Tag bis mehrere Wochen haben kann, werden entweder der ganze Ofen oder das vorher zugemauerte Ofentor zertrümmert, die Sintermasse mit Wasser abgeschreckt und die Luppenbrocken entnommen, die man sofort in kleine Stücke zerschlägt.

Die weitere Verarbeitung erfolgt in einer einfachen Dorfschmiede am Rande des Ortes mit einem kunstlosen Instrumentarium. In der Schmiedehütte findet man den mit Holzkohle betriebenen Herd, auf dem das Eisen erhitzt wird. Ein großer, einfacher Stein (oft teilweise in die Erde eingelassen) dient als Amboß, ein zweiter als Hammer. Blasebälge – aus Ziegenleder gefertigte Säcke – unterhalten das Feuer.

Die Eisenstücke, die aus der zertrümmerten Luppe herausgelesen wurden, lassen sich gut schmieden, da das Eisen bei der niedrigen Ofentemperatur nur wenig Kohlenstoff aufgenommen hat und so nicht zu hart und spröde geworden ist. Es wird zunächst zu einem Eisenbarren zusammengeschmolzen. Je nach Wunsch des Kunden aus den Reihen der Dorfbevölkerung werden daraus Hacken (Daba), Messer, Sicheln u. a. hergestellt. Dabei wird das Eisen immer in der glühenden Holzkohle erhitzt, wodurch der Kohlenstoffgehalt steigt und so sich das Eisen gewissermaßen in Stahl verwandelt. Das Metall wird mit eisernen, bis zu $^1/_2$ m langen Zangen vom Feuer genommen. Der von den Afrikanern entwickelte Schmiedeprozeß mit mehrmaliger Erhitzung ergibt eine bessere Härtung als bei anderen Völkern durch Eintauchen des glühenden Metalls in Wasser. So verwundert es nicht, daß vor Jahrhunderten Produkte aus afrikanischem Eisen auf arabischen und indischen Märkten wegen ihrer guten Qualität hoch im Kurs standen und den einheimischen Artikeln vorgezogen wurden.

Die Arbeit der Schmiede wird auch heute noch hier und da – besonders in weit abgelegenen Dörfern – von allerlei Opferszenen und anderen mystischen Handlungen begleitet. Der Schmied betätigt sich außerdem als Wahrsager und Medizinmann und führt die Beschneidung der Jungen durch. Die Frau des Schmiedes ist meist Töpferin und Hebamme zugleich. –

Viele fragen sich, welche Perspektiven das traditionelle afrikanische Handwerk in der Zukunft haben wird. Bilder und Berichte, wie sie vor ein, zwei oder mehreren Jahrzehnten entstanden, sind oft heute nicht mehr zu reproduzieren. Manche speziellen Tätigkeiten sind vom Aussterben bedroht bzw. schon verschwunden. Sicher werden die volkskünstlerischen und kunsthandwerklichen Genres überleben und mit der Förderung kultureller Traditionen in den national befreiten Ländern eine neue Blüte erleben. Die meisten der alten Handwerke jedoch werden verschwinden. Nostalgische Zeitgenossen mögen das bedauern. Warum aber sollte ausgerechnet den afrikanischen Völkern zugemutet werden, unter Verzicht auf ihre Weiterentwicklung als Museum veralteter Produktionsverhältnisse für den Rest der Menschheit zu dienen?

Nicht allein importierte Fertigerzeugnisse sorgen für die Beschleunigung dieses Prozesses. Auch auf dem afrikanischen Kontinent entwickeln sich die Produktivkräfte weiter. Der Trittwebstuhl wird in nicht allzu ferner Zeit auch in Afrika nur noch im Museum zu besichtigen sein.

Es entstehen Textilkombinate, Keramikfabriken, Bergbaubetriebe und andere moderne Produktionstätten. Sozialistische Staaten helfen nicht nur uneigennützig bei der Ausbildung junger Afrikaner zu qualifizierten Facharbeitern, sondern unterstützen direkt die Industrialisierung in jungen afrikanischen Nationalstaaten. Ein Beispiel dafür ist das in sowjetisch-nigerianischer Kooperation entstehende Stahlwerk von Ajaokuta am Unterlauf des Niger, das 1983 den ersten Stahl liefern und in der Endphase 5,6 Mill. t jährlich produzieren wird. Geologen beider Länder hatten gemeinsam erkundet, daß in den angrenzenden Gebieten ausreichende Eisenerz- und Kohlevorkommen vorhanden sind.

Vom Brillenglas zum Spiegelteleskop

Dr. Dieter B. Herrmann

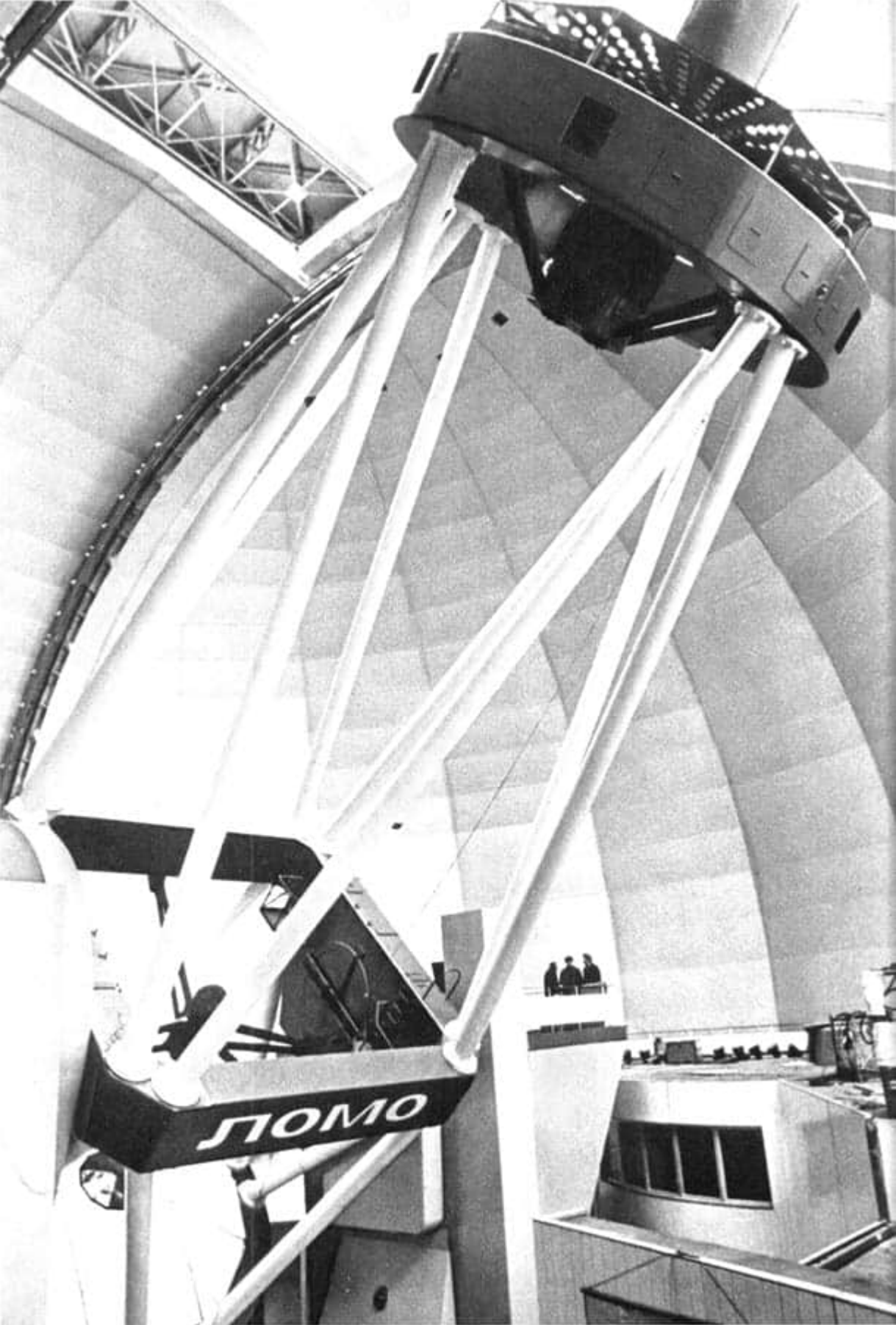
Mit einer Sternwarte verbindet man heute allgemein die Vorstellung von riesigen Kuppelbauten, unter denen mächtige Riesenfernrohre oder tonnenschwere Spiegelteleskope montiert sind; mit ihnen kann der sternbesäte Himmel bis in unvorstellbare Tiefen durchmustert werden. Doch dies war nicht immer so. Schon seit Jahrtausenden beobachteten und erforschten die Menschen die Geheimnisse des Weltalls, aber erst seit knapp vier Jahrhunderten verfügen sie über Fernrohre.

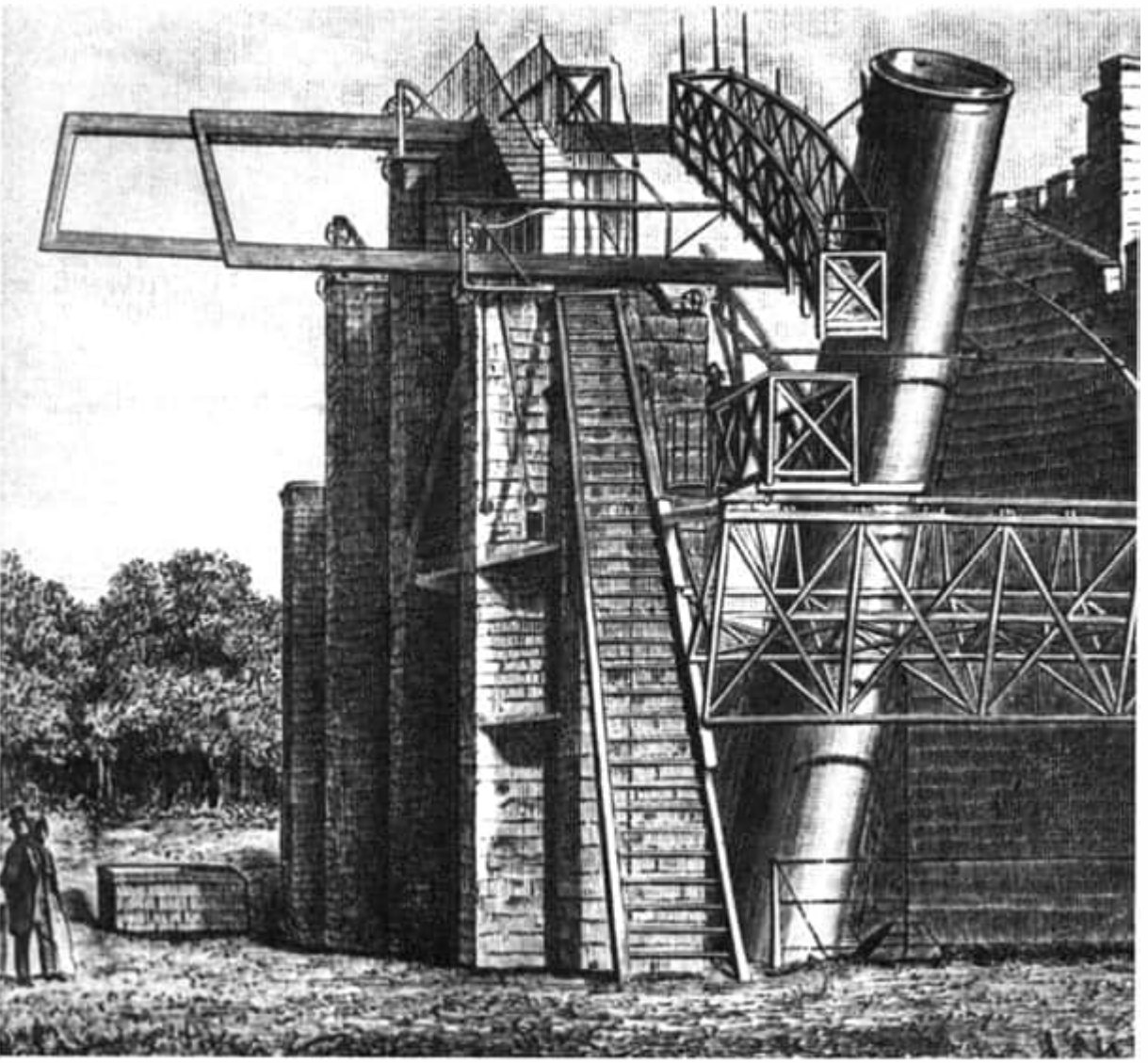
Die Ahnherrin des Linsenfernrohres ist die Brille. Ihre Erfindung datiert vom Ende des 13. Jh. Hätte man damals bereits über eine Theorie der optischen Abbildung verfügt, wäre die Herstellung von Fernrohren eine Kleinigkeit gewesen. Da dies jedoch nicht der Fall war, vergingen etwas mehr als 300 Jahre, bis es – vermutlich durch einen Zufall – zur Entdeckung der vergrößernden Wirkung von Linsenkombinationen kam. Möglicherweise waren es die mit Brillengläsern spielenden Kinder holländischer Linsenschleifer, die somit das Grundprinzip des Fernrohres zwischen 1590 und 1608 gefunden haben.

Älteste erhalten gebliebene Brille aus dem Jahre 1320

Das Fernrohr wurde binnen kurzer Zeit weltweit bekannt. Einer der ersten Gelehrten, der dieses neue Sehwerkzeug auf den gestirnten Himmel richtete, war der italienische Gelehrte Galileo Galilei (1564–1642). Innerhalb weniger Wochen gelangen ihm unter Anwendung des Fernrohres Entdeckungen, mit denen er in die dramatischen Auseinandersetzungen um das astronomische Weltbild seiner Zeit eingriff. Galilei fand die Berge und Täler des Mondes, der nach der geheiligten Lehrmeinung des Aristoteles eine vollkommene Kugel sein sollte. Er entdeckte die vier hellsten Monde des Planeten Jupiter, die es nach der alten Auffassung über die Welt gar nicht geben durfte, weil sich ja alle Himmelskörper um die Erde bewegen sollten. Kurzum: Das Fernrohr hatte ein Konzert neuer Erkenntnisse mit einem gewaltigen Paukenschlag eröffnet. Zwar geriet Galilei in einen tiefen Konflikt mit der herrschenden römisch-katholischen Kirche, die ihn schließlich zum Widerruf seiner Überzeugung zwang, aber die Richtung der Erkenntnis war vorgezeichnet, und der Fortschritt brach sich gegen alle Widerstände auf diesem Wege Bahn.

Das sowjetische 6-m-Spiegelteleskop bei Selentschukskaja


ЛОМО

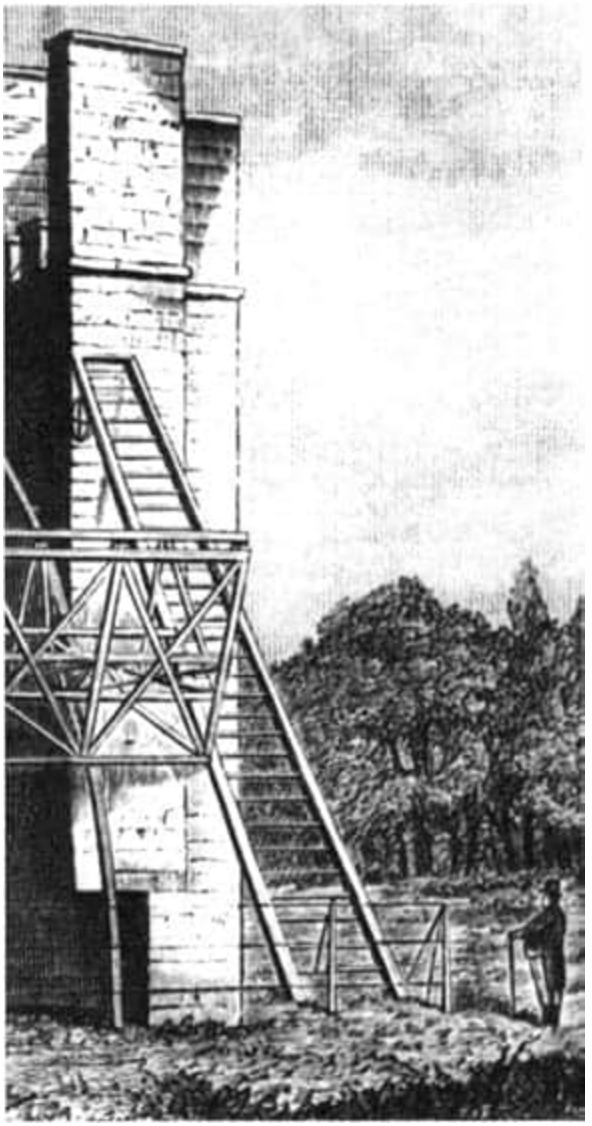


Fortan waren Fernrohre die ständigen Begleiter der Astronomen.

Schon um die Zeit der Erfindung des Linsenfernrohres wurde auch die Möglichkeit der optischen Abbildung mit Hilfe von Hohlspiegeln erkannt. Die Strahlen des abzubildenden Objektes treffen hierbei nicht auf eine bikonvexe Linse (Objektiv), sondern auf einen konkaven Hohlspiegel. Während die Linse die Strahlen durch Brechung (Refraktion) in den Brennpunkt lenkt, geschieht dies beim Spiegel durch Reflexion. Die Betrachtung des Bildes erfolgt in beiden Fällen durch kurzbrennweitige Linsen (Okulare).

Während die von Linsen entworfenen Bilder stets merkliche Farbsäume und somit Unschärfen aufweisen, die durch die unterschiedlich starke Brechung der verschiedenen Farben des

Der Riesenspiegel des irischen Adligen und Astronomen Lord Ross mit einem Spiegeldurchmesser von 1,8 m (Mitte des 19. Jh.)



Lichtes entstehen, tritt dieser Abbildungsfehler (chromatische Aberration) beim Spiegel nicht auf. Bei Linsenfernrohren kann er weitgehend vermieden werden, wenn man sehr große Brennweiten verwendet. Deshalb entwickelte man im 17. Jh. riesige Fernrohre, die allerdings mechanisch so instabil waren, daß dadurch die Beobachtungsqualität sehr stark eingeschränkt wurde. Legendäre Berühmtheit erlangten die Riesenteleskope des holländischen Physikers Christian Huygens und die des Danziger Astronomen Johann Hevelius. Eines der von Hevelius aufgerichteten Teleskopmonstren wies eine Länge von 45 m auf und schwankte bei jedem Lufthauch wie ein Halm im Winde.

Um diese Mißstände auszuschalten, bemühten sich verschiedene Gelehrte um die Entwicklung von Spiegelteleskopen. Zu ihnen zählte auch der berühmte englische Physiker Isaac Newton (1643–1727). Doch Spiegelteleskope hatten einen anderen Makel: Die Hohlspiegel bestanden aus Metall, und die polierten Oberflächen »erblindeten« rasch. Deshalb wandten sich andere Optiker der Frage zu, wie man die Farbfehler der Linsenfernrohre beseitigen könne. Dies gelang in der Tat durch eine verblüffende Erfindung des Londoner Optikers John Dollond (1706–1761). Dollond schuf kombinierte Linsen aus zwei verschiedenen Glassorten, dem sogenannten Kronglas und dem sogenannten Flintglas. Auf diese Weise wurden farbfehlerfreie Abbildungen möglich, und überall in der Welt, wo man Himmelsforschung betrieb, beherrschten Dollonds achromatische Objektive die Szene. Doch die Konkurrenz zwischen Linse und Spiegel ging weiter. Es gelang wegen des damaligen Entwicklungsstandes der Glastechnik noch nicht, größere farbfehlerfreie Linsen herzustellen.

Anders bei den Spiegeln: Der aus Deutschland stammende und in England wirkende berühmte Astronom Wilhelm Herschel (1738 bis 1822) überraschte die Fachwelt gegen Ende des 18. Jh. mit imponierenden Spiegelteleskopen. Der Hauptspiegel seines größten Instruments wies einen Durchmesser von 122 cm auf und besaß damit eine erheblich größere Reichweite als die besten Linsenfernrohre, die nur etwa $^1/_{10}$ dieses Durchmessers aufwiesen. Den Spiegelteleskopen war somit ein weitaus größeres Volumen des Weltalls zugänglich als den Refraktoren. Die Entwicklung einer leistungsfähigen Glasindustrie und die Ausarbeitung wissenschaftlicher Methoden der Glasherstellung erwiesen sich als die entscheiden-

Blick ins Innere der Glashütte von Benediktbeuren, aus der Fraunhofer seine Gläser bezog

den Voraussetzungen für eine durchgreifende Verbesserung auf diesem Gebiet.

Zu den erfolgreichsten Technikern, die sich der Lösung dieser Probleme zuwandten, zählt der vielseitige Joseph Fraunhofer (1787–1826). Er entwickelte neuartige Technologien zum Erschmelzen von optischem Glas, verbesserte die Meß- und Berechnungsmethoden für die Qualität des Glases und war wesentlich daran beteiligt, daß man noch im ersten Drittel des 19. Jh. hochleistungsfähige Linsenfernrohre mit Öffnungen bis zu etwa 20 cm herstellen konnte.

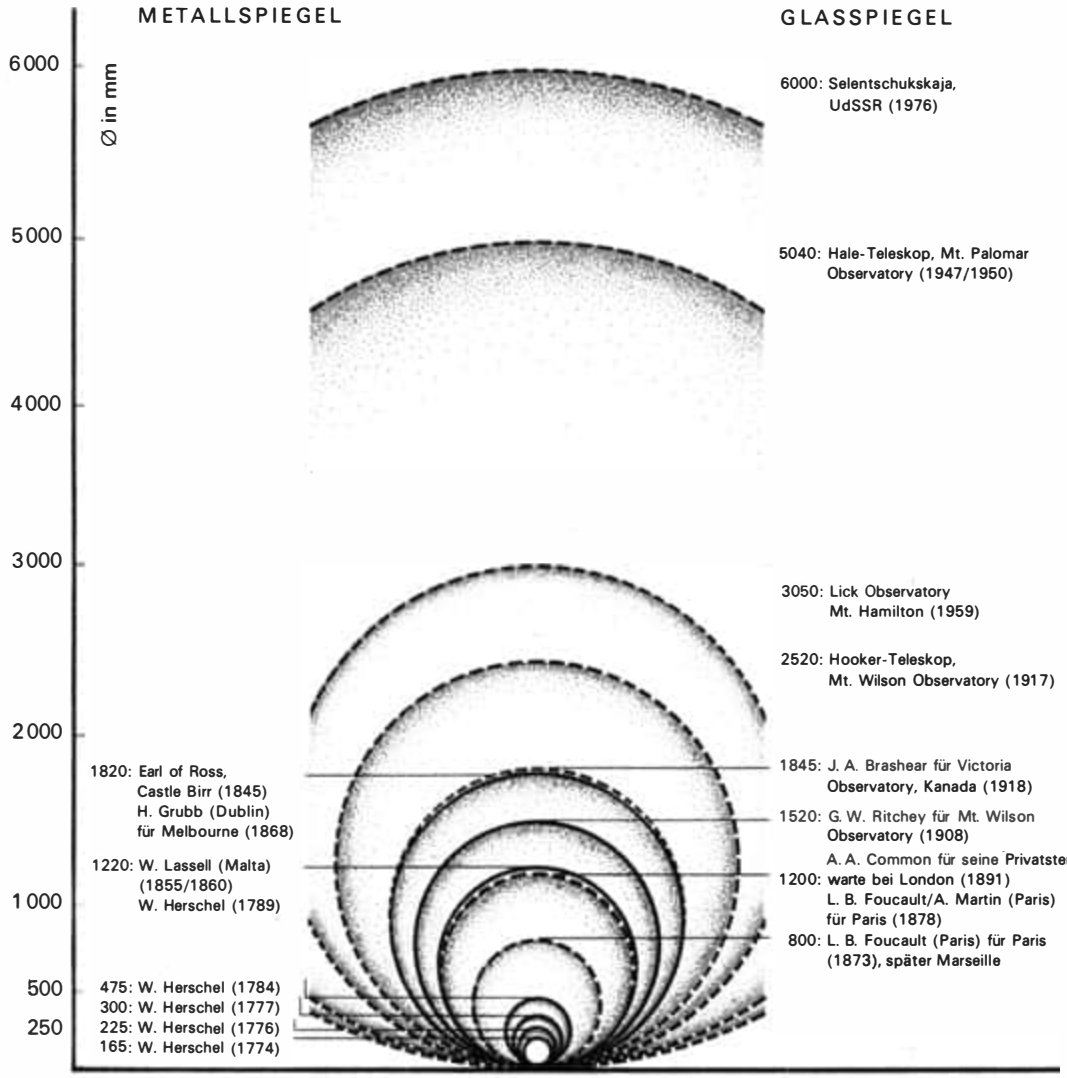
Der Entwicklung der »Glaswissenschaft«, der Glasindustrie und der findigen Tätigkeit einfallsreicher Techniker ist es schließlich zu verdanken, daß gegen Ende des vorigen Jahrhunderts qualitativ hochwertige Linsen mit Durchmessern bis zu 100 cm hergestellt werden konnten. Die größte jemals geschliffene Linse ist das Objektiv des Yerkes-Refraktors mit 102 cm Durchmesser. Doch damit war eine nicht mehr überschreitbare Grenze erreicht; denn Linsen können nur am Rande mechanisch festgehalten werden, so daß es angesichts der erheblichen Glasmasse zu Durchbiegungen kommt, die die Qualität der Abbildung beeinträchtigen. Das Objektiv des 1896 erbauten großen Refraktors der Archenhold-Sternwarte in Berlin-Treptow mit 68 cm Durchmesser verfügt immerhin über eine Masse von rund 150 kg.

Damit war erneut ein Problem aufgetreten, das man bei Spiegelteleskopen nicht kennt. Da das Licht von einem Spiegel lediglich reflektiert wird, kann dieser von hinten mechanisch stabilisiert werden. Als sich nun noch eine neue Erfindung auf dem Gebiet der Spiegelherstellung hinzugesellte, war der jahrhundertelange Kampf zwischen Linsenfernrohren und Spiegelteleskopen in gewisser Hinsicht endgültig zugunsten der letzteren entschieden. Hatte man nämlich bis Mitte des 19. Jh. noch immer mit Metallspiegeln und deren naturbedingten Nachteilen vorliebnehmen müssen, so war damit nun Schluß: Um das Jahr 1831 erhitzte der Chemiker Justus von Liebig (1803 bis 1873) ein Gemisch aus Silberoxid und anderen Stoffen in einem Glasgefäß. Zu seiner Überraschung bemerkte er, daß sich das Silber in Form eines hauchdünnen Films an der Wandung des Gefäßes absetzte und diese in eine ausgezeichnet spiegelnde Fläche verwandelte. Liebig arbeitete an der Zufallsentdeckung systematisch weiter und schuf später – gemeinsam mit C. A. Steinheil und L. Foucault – eine zuverlässige Methode zur Oberflächenversilberung von Glas. Nun konnte man dazu übergehen, hervorragend reflektierende Teleskopspiegel zu bauen, die einmal im Vergleich zur optischen Abbildung durch Linsen nicht mehr die unangenehmen Nachteile besaßen, zum anderen diese hinsichtlich ihrer Dimension und damit ihrer Reichweite erheblich in den Schatten stellten. Die Epoche der Riesenspiegel brach an. Das darf natürlich nicht so verstanden werden, als ob die Linsenfernrohre fortan in

der astronomischen Forschung keine Rolle mehr gespielt hätten. Sie besitzen für zahlreiche Aufgaben bis heute eine Bedeutung. Jedoch verwendet man bei der Erkundung der tiefsten Weiten des Universums nun hauptsächlich Spiegelteleskope.

Die Treptower Sternwarte um die Jahrhundertwende. Über den Holzbau ragt das größte bewegliche Linsenfernrohr der Welt in den Himmel; es wird gegenwärtig rekonstruiert

Ähnlich wie seinerzeit die Einführung des Fernrohres qualitativ neuartige Erkenntnisse ermöglichte, führte auch der Einsatz der ersten Riesenspiegel zu Entdeckungen von großer Tragweite. So gelang es z. B. im Jahre 1923 unter Einsatz des soeben erst in Betrieb ge-



Zeitliche Entwicklung der Durchmesser der Glas- und Metallspiegel

nommenen Hooker-Spiegels in den USA (Öffnung 2,5 m), die Randpartien des Andromedanebels in Einzelsterne aufzulösen. Daraus folgte, daß es sich hierbei um eine gewaltige Ansammlung von Sternen handelt. Die seit Jahrhunderten offene Frage nach der Natur des Andromedanebels war damit geklärt. Mehr noch; durch Untersuchungen spezieller Objekte in diesem »Nebel« gelang es auch, dessen Entfernung festzustellen. Dabei zeigte sich, daß der Andromedanebel weit jenseits der Grenzen unseres eigenen Sternsystems liegt, zu dem auch unsere Sonne mit ihren Planeten gehört. Somit war bewiesen, daß es in bis dahin unvorstellbaren Tiefen des Weltraumes riesige Sternsysteme gibt, gleichsam die Riesenbausteine des Universums.

In den USA wurden vor allem finanzkräftige Industrielle von den Wissenschaftlern dazu bewegt, den Bau großer Instrumente zu unterstützen. So verstand es z. B. der bekannte Sonnenforscher G. E. Hale, mehrfach beträcht-

Das größte Spiegelteleskop unserer Republik: der 2-m-Zeiss-Spiegel von Tautenburg (Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR)

liche Summen für den Bau von Großteleskopen zu erhalten. Von ihm ging auch die Initiative zum Bau des 5-m-Spiegels aus, für den er eine erste Teilsumme von der Rockefeller-Stiftung beschaffte. In insgesamt rund zwanzigjähriger Arbeit entstand somit das damals größte Spiegelteleskop der Welt, das auf dem Mt. Palomar aufgestellt wurde.

Nur wenige Jahre später begannen Konstrukteure in der Sowjetunion mit einem noch gewaltigeren Vorhaben: Sie entwarfen ein Teleskop mit einem Hauptspiegel von 6,1 m Durchmesser. Um ein solches Unternehmen zum Erfolg zu führen, war es erforderlich, Höchstleistungen auf mehreren wissenschaftlichen und technischen Gebieten zu vollbringen, von der elektronischen Datenverarbeitung bis zur Feinmechanik und zum Schwermaschinenbau. Der Spiegelrohling enthielt 70000 kg Glas. Von anfangs 1600 °C wurde die Schmelze allmählich in 736 Tagen auf die Umgangstemperatur gekühlt. Allein für den Schliff des Spiegels benötigte man 3000 g Diamanten. Die gesamte Konstruktion des Teleskops verfügt über eine Masse von 860 t. Mit dem sowjetischen Riesenspiegel vom Kaukasus – das Instrument wurde in 2000 m Höhe in Selentschukskaja aufgestellt – ist die Entwicklung optischer Großteleskope an einem vorläufigen Höhepunkt angekommen. Man kann davon ausgehen, daß auch in Zukunft kaum noch größere Spiegel in dieser Bauweise hergestellt werden.

Die Astronomen orientieren sich daher bereits auf neuartige Teleskope, die aus mehreren Einzelspiegeln bestehen und deren Kombination dann eine Wirkung hervorbringen kann wie ein herkömmlicher Spiegel größeren Durchmessers. Daneben wird man mit großen Erfolgen beim Einsatz astronomischer Instrumente in der Erdumlaufbahn rechnen dürfen. Entsprechende Projekte liegen bereits vor.

Die Entwicklung der astronomischen Beobachtungsinstrumente, von denen wir hier nur die optischen Teleskope behandelt haben, ist die Voraussetzung, aber auch der Garant für neue Erkenntnisse in der astronomischen Forschung der Zukunft.

Schule auf hoher See

Fregattenkapitän Robert Rosentreter

Jede Schiffsklasse ist durch bestimmte, unverwechselbare Merkmale gekennzeichnet. Je nach dem Einsatzzweck der Schiffe ergeben sich, dem aktuellen Stand der Schiffbau- und Waffentechnik entsprechend, Konstruktionen, die in wesentlichen Punkten übereinstimmen und so den Schiffen jeder Klasse gemeinsame Züge, eine arteigene »Architektur« sowie Übereinstimmung in der Größenordnung, in der Bewaffnung und in der taktisch-technischen Charakteristik, verleihen. Innerhalb einer Schiffsklasse gibt es freilich verschiedene Schiffstypen, die sich durch ihre technischen Parameter, durch spezielle schiffbauliche Lösungen und ihre konkrete Armierung auszeichnen.

Die Flugzeugträger z. B., die größten Kampfschiffe überhaupt, sind durch das gewaltige Flugdeck und die inselartige Konzentration weniger Aufbauten an einer Schiffsseite eindeutig zu erkennen. U-Boote aller Art haben einen zylinderförmigen Körper und lediglich einen Aufbau, den Turm, etwa in der Schiffsmitte. Torpedoschnellboote wiederum sind kleine, wendige Kampffahrzeuge, die eine sehr hohe Geschwindigkeit entwickeln können und in der Regel mit zwei oder vier Torpedorohren bewaffnet sind. Kreuzer schließlich sind große, schnelle Kampfschiffe mit einer für sie charakteristischen pyramidenartigen Silhouette und einer starken Artilleriebewaffnung – zwei bis vier Zwillings- oder Drillingstürmen auf dem Vor- und Achterschiff, ergänzt durch eine Anzahl Geschütze mittlerer und kleiner Kaliber an den Bordseiten.

Unter den Schulschiffen gibt es nur eine Übereinstimmung bezüglich ihrer Verwendung, nämlich die, daß sie alle der praktischen Bordausbildung junger Seeleute, vor allem der des Offiziersnachwuchses, dienen. Doch im Äußeren, von der Größe bis zur Bewaffnung, sind die Unterschiede enorm. Man kann deshalb auch nicht von einer einheitlichen Klasse der Schulschiffe sprechen.

Jede Flotte schafft sich die Schulschiffe, die sie braucht und die sie sich leisten kann. Das hängt von verschiedenen Faktoren ab, so von der Größe der Flotte und dem daraus resultierenden Kaderbedarf sowie von den ökonomischen Möglichkeiten. Mit bestimmend ist auch der militärpolitische Auftrag, den die Seestreitkräfte eines Landes haben: ob sie als Seemacht, die dem Fortschritt dient, oder als Aggressionsinstrument eines imperialistischen Regimes eingesetzt werden. Die geographische Lage eines Staates spielt ebenfalls eine Rolle.

Eine besondere Stellung nehmen die Segelschulschiffe ein. Sie verkörpern nicht nur gute Seefahrtstraditionen, sondern sind wie keine andere Schiffsart für die Ausbildung in der Seemannschaft geeignet, also dafür, den angehenden Seemann mit Wind und Wogen ver-

Navigationsausbildung auf der »Wilhelm Pieck«. Offiziersschüler bei der Arbeit mit dem Sextanten

traut zu machen. Darüber hinaus erzieht Segelschiffsausbildung zu Mut und Härte, zu fester Kameradschaft. Hinzu kommt, daß sich Segler wegen ihrer Schönheit auch besonders zur Repräsentation eignen. In diesem Beitrag wollen wir auf eine ausführliche Darstellung der Segelschulschiffe verzichten; eine kleine Aufstellung mit den wichtigsten Daten der in den Kriegsflotten gegenwärtig unterhaltenen Schiffe dieser Art mag als Übersicht genügen (s. Tabelle S. 222). – Es sei auch noch darauf hingewiesen, daß Schulschiffe nicht nur von den Seestreitkräften aller Länder, sondern auch von Handels- und Fischereiflotten unterhalten werden. Das sind z. T. ebenfalls Segelschulschiffe, wie etwa die Viermastbark »Krusenstern«, das Schulschiff des sowjetischen Ministeriums der Hochseefischerei, oder das Segelschulschiff »Dar Pomorza« der Handelsmarine Polens, dessen Nachfolgerin »Dar Mlodezy« bereits im Bau ist.

Man könnte die Schulschiffe grob in speziell für diesen Zweck gebaute Schiffe, in Mehrzweckschiffe (sie dienen vorwiegend der praktischen Bordausbildung von Schülern, aber auch noch anderen Zwecken) und in alte, für Schulzwecke umgebaute bzw. dafür genutzte Schiffe unterteilen. Betrachten wir zunächst die letztgenannten.

Als Schulschiffe eignen sich die meisten Schiffstypen. Vorbedingung ist lediglich, daß man an Bord eine genügende Anzahl von Unterkunftsplätzen für Schüler- und Lehrpersonal schaffen kann, und zwar zusätzlich zur Stammbesatzung. Diese hat die Aufgabe, das Schiff zu unterhalten und zu fahren; sie wird im Interesse der Schülerkapazität so gering wie möglich gehalten. Teilweise nimmt das Stammpersonal an der praktischen Unterweisung und an der Betreuung der Schüler teil. Schüler und Ausbildungsoffiziere sind Gäste an Bord. Wünschenswert ist natürlich, daß auf dem Schiff zusätzliche Geräte und Anlagen vorhanden sind, an denen praktisch geübt werden kann. Grundsätzlich werden Schüler zur Seewache und zu allen Arbeiten mit herangezogen.

Bei Schulschiffen dieser Kategorie handelt es sich um Objekte, die zwar schiffbaulich noch voll und ganz in Ordnung, militärtechnisch aber bereits überholt sind. Solche oft seetüchtigen und bestens bewährten Fahrzeuge können für Ausbildungszwecke zumeist

Das polnische Schulschiff »Wodnik« läuft aus dem Stadthafen Rostock aus

noch viele Jahre verwendet werden, denn die nicht mehr ausreichende Kampfkraft fällt bei Schulschiffen ja nicht ins Gewicht. Selbstverständlich ist es einerseits durchaus erstrebenswert, Schüler mit modernster Technik vertraut zu machen. Andererseits genügt ältere Technik zum Üben und Probieren mitunter vollauf. Außerdem ist es unter Umständen durchaus möglich, auf älteren Schiffen auch einige moderne Waffen oder Geräte bzw. Modelle für die Ausbildung zu installieren.

Viele berühmte Schiffe sind später als Schulschiffe im Dienst geblieben. Das bekannteste ist wohl die »Aurora«. Der legendäre rote Kreuzer, das Flaggschiff der Oktoberrevolution, war das erste von der Sowjetflotte nach den Wirren des Bürgerkrieges und der Intervention wieder in Dienst gestellte Schiff; es fungierte zunächst als Flaggschiff der jungen Arbeiter-und-Bauern-Flotte und zur gleichen Zeit als Schulkreuzer, später dann, bis zum Großen Vaterländischen Krieg der Sowjetunion, nur als Schulschiff. Auch heute noch dient die »Aurora« zu einem Teil – allerdings lediglich als stationäres Schulschiff – der Nachimow-Seekadettenschule, die sich unmittelbar an jenem Pier befindet, wo der Kreuzer seinen ständigen Liegeplatz erhalten hat. Weitere Heldenschiffe der sowjetischen Seestreitkräfte, wie der Kreuzer »Kirow« oder das Schlachtschiff »Oktjabrskaja Revoluzija«, ja, eigentlich alle Großkampfschiffe, die sich 1945 noch im Bestand der Flotte befanden, wurden mehrere Jahre als Schulschiffe verwendet.

Auch die Volksmarine der DDR hat in der ersten Zeit ihres Bestehens ein altes Schiff als Flagg- und Schulschiff unterhalten. Es war die »Ernst Thälmann«. Ursprünglich für die dänische Marine als Fischereischutzschiff unter dem Namen »Hvidbjörnen« gebaut, war sie 1940 von der faschistischen Kriegsmarine erbeutet worden und in den letzten Kriegsmonaten in der Wismarer Bucht gesunken. Mit tatkräftiger Hilfe der sowjetischen Freunde gelang es, das Schiff zu heben und wieder instand zu setzen. Die »Ernst Thälmann« mit ihren 1 050 ts Deplacement, einer Länge von 65,63 m, einer Breite von 9,82 m und einem Tiefgang von 5,40 m war ein Dampfer. Anderthalb Jahrzehnte lang bewährte sie sich, wobei vielen der heutigen Kommandeure, Stabsoffiziere und Admirale der Volksmarine an Bord

Das Schulschiff »Wilhelm Pieck« der Volksmarine der DDR

dieses Schiffes »die Seebeine wuchsen«. Die »Thälmann« – sie wurde 1961 im Zusammenhang mit der Verleihung des Namens Ernst Thälmann an ein Küstenschutzschiff in »Albin Köbis« umbenannt – unternahm mehrere Reisen mit Offiziersschülern der Seestreitkräfte der NVA an Bord nach Leningrad, Riga und Gdynia. Sie war das erste Schiff unserer jungen Flotte, das 1959 in einem sowjetischen Hafen zu einer Visite festmachte.

Schulschiffe können ein sehr langes Leben haben. So blieb der ehemalige deutsche Schlachtkreuzer »Goeben«, den die kaiserliche Marine an die türkische Flotte übergeben hatte, bis Ende der sechziger Jahre dort als Schulschiff im Dienst. Auch der US-Flugzeugträger »Lexington« ist schon fast ein Methusalem. In den Jahren 1941 bis 1944 gebaut, ist er als Kampfschiff total veraltet, aber als Schulträger immer noch zu gebrauchen. – Es ist übrigens kein Zufall, daß die US-Navy den einzigen Schulträger unterhält. Die Flugzeugträger bilden neben den Angriffs-Atom-U-Booten die Hauptkraft der USA-Flotte. Für diese schwimmenden Festungen braucht man besonders viele Spezialisten, darunter vor allem Piloten der Trägerluftwaffe und Personal der fliegertechnischen Dienste. Die »Lexington« – 41 900 ts Deplacement (voll beladen) – kann 70 bis 80 Flugzeuge an Bord nehmen; zu Schulzwecken werden natürlich weit weniger mitgeführt. Es ist selbstredend auch möglich, Übungshubschrauber zu stationieren.

Interessanter als die oft für ihre neuen Zwecke umgebauten Veteranen sind die bereits auf den Reißbrettern als schwimmende Lehrbasen konzipierten Schiffe. Sicher muß einschränkend gesagt werden, daß eine andersartige Verwendung von Schulschiffen immer möglich ist, z. B. als Truppentransporter, als Lazarettschiff, als Mutterschiff für Kleinbootseinheiten oder als Führungsschiff. Doch eine »entfremdete« Verwendung ist bei den hier vorzustellenden Schiffen nicht von vornherein bestimmend gewesen.

Die Sowjetflotte verfügt gegenwärtig unter anderem über die Schulschiffe »Gangut« und »Borodino«, die mit einem Deplacement von rund 7000 ts zu den größten Schulschiffen zählen, die es derzeit überhaupt gibt. Diese Schiffe sind mit verschiedenen Waffen mittlerer und kleiner Kaliber bestückt. Sie haben ein großes Navigationsdeck mit Arbeitsplätzen für Offiziersschüler, die hier alle Geräte für die Schiffsführung vorfinden. Die Beiboote sind nicht etwa für Rettungszwecke oder als Kurierfahrzeuge, sondern für die seemännische Ausbildung gedacht und entsprechend ausgelegt. Als Rettungsmittel sind wie überall Flöße vorhanden. Ein meteorologisches Kabinett, ein Kabinett für die Seemannschaft, Seminarräume, eine große Bibliothek und andere Einrichtungen gestatten eine intensive praktische und in gewissem Umfange auch theoretische Ausbildung auf langen Fahrten.

Fast gleich groß sind die beiden Schul-

Auch das gehört zur Schulschiffausbildung der Offiziersschüler: Reinschiff an Oberdeck . . .

. . . und Messingputzen · Der Koch – wichtiger Mann auf Großer Fahrt · Offiziersschüler, Wachingenieur und Stammpersonal bei der Wache im Maschinenleitstand der »Wilhelm Pieck«

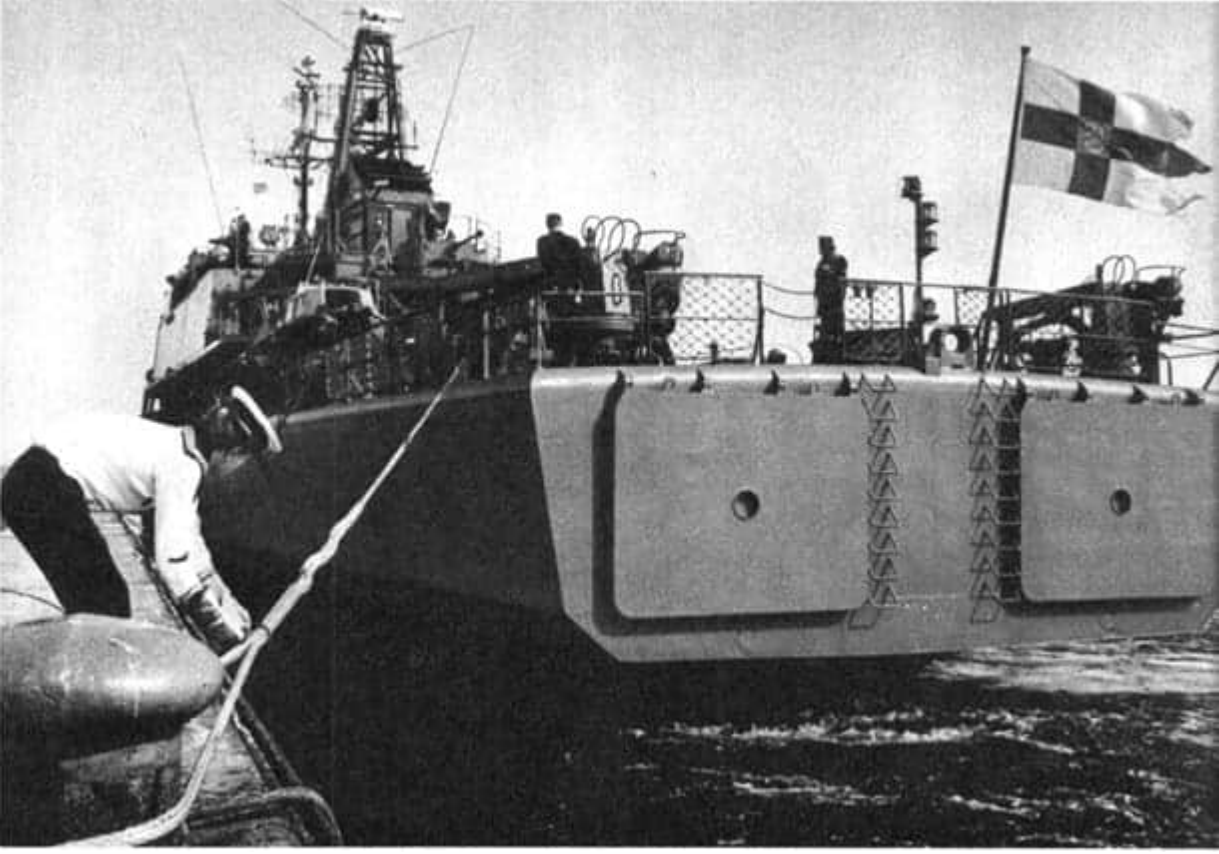
schiffe »Perekop« und »Smolny«, Varianten einer Serie von U-Boot-Mutterschiffen bzw. Depotschiffen. Sie haben eine vielseitige Bewaffnung mit Geschützen der in der Sowjetflotte gebräuchlichsten Kaliber, dazu U-Boot-Abwehrwaffen. Entsprechende Ortungs- und Feuerleitgeräte sind selbstverständlich ebenfalls vorhanden. So bieten die Schiffe nicht nur künftigen Nautikern, sondern auch Waffenspezialisten gute Ausbildungsbedingungen. Auch diese beiden Schiffe gehen regelmäßig auf Große Fahrt. – Es leuchtet ein, daß die Sowjetmarine mit ihren vier Hochseeflotten und dem großen Kaderbedarf hierfür auch ausreichende Kapazitäten für die Bordpraktika der Offiziersschüler schaffen muß. Die genannten Schulschiffe entsprechen voll und ganz diesen Bedürfnissen.

Spezielle Schulschiffe bauten auch die BRD und Japan. Bei der Konzipierung der »Deutschland« legte die Bonner Marine Wert darauf, ein Schiff zu bekommen, das genügend Plätze für die Bordausbildung künftiger Offiziere aller Laufbahnen hat, weite Fahrten unternehmen kann und möglichst wie ein echtes Kampfschiff aussieht. Nimmt man den Namen dazu, der ein ganzes Programm offenbart, dann wird hier der vordergründige politische Aspekt des Schulschiffbaues und der Verwendung des Schiffes klar. Mit fast 5000 ts Deplacement ist die »Deutschland« das bis heute größte Kriegsschiff der BRD. Größe und Silhouette entsprechen einer Art Zwischending von Kreuzer und Zerstörer. Die Bewaffnung gleicht etwa der eines Großzerstörers: vier 100-mm-Geschütze, sechs 40-mm-Waffen in Einzel- und Doppellafetten, Wasserbombensalvenwerfer, Torpedorohre und Minen. Im Namen des Schiffes vereinen sich reaktionäre Marinetraditionen (»Deutschland« hießen ein kaiserliches Linienschiff und ein Nazi-Panzerschiff, der berüchtigte Panzerkreuzer »A«), gesamtdeutsche Anmaßung und Revanchismus. In diesem Sinne wurden auch die Großen Fahrten durchgeführt, vor allem eine »Weltreise«, die, mit enormem Propagandaaufwand begleitet, zu einer Reklamefahrt für den BRD-Imperialismus wurde.

Lehroffizier und Offiziersschüler beim Unterricht im Navigationsdeck der »Wilhelm Pieck«

Japan stellte 1969 die in Tokio gebaute »Katori« in Dienst, die mit 3350 ts Wasserverdrängung und einer Bewaffnung von vier 76-mm-Geschützen, zwei Drillingsrohrsätzen für UAW-Torpedos sowie Wasserbombensalvenwerfern und einem Landedeck für Hubschrauber ebenfalls viele Ähnlichkeiten mit einem Zerstörer hat. Eine große Lehrbrücke mittschiffs, das sogenannte Auditorium, ist das schulschifftypische Merkmal. Hier befinden sich die mit allen modernen Navigationsgeräten bestückten Ausbildungsplätze der Offiziersschüler. Natürlich ist die »Katori« genauso wie die »Deutschland« auch als Führungsschiff von Flottenverbänden verwendbar.

Speziell als Schulschiffe sind die »Wilhelm Pieck«, die »Wodnik« und die »Gryf« gebaut worden. Diese Schwesterschiffe unserer Volksmarine und der Polnischen Seekriegsflotte stammen aus der Nordwerft Gdańsk. Die bewährte polnische Werftindustrie hat hier eine sehr günstige Lösung gefunden, indem – aufbauend auf einer Grundkonzeption – drei Schiffstypen entstanden, und zwar Bergungs- und Taucherschiffe, Schulschiffe sowie Forschungs- und



Vermessungsschiffe. Alle haben gleiche Abmessungen des Schiffskörpers und gleiche Antriebsanlagen, aber natürlich unterschiedliche Aufbauten und Einrichtungen entsprechend dem Verwendungszweck. Die Schulschiffe sind zwar relativ klein – ihre Kapazität entspricht dem Nachwuchsbedarf der Seestreikräfte unserer beiden Länder –, aber sie sind für alle Meere zugelassen und damit für die Ausbildbildung auch auf längeren Reisen geeignet. Die weiteste Fahrt, die die »Wilhelm Pieck« bisher unternahm, führte ins Schwarze Meer und zurück über 10 000 Seemeilen. Die Schiffe sind wirtschaftlich und sehr seetüchtig. Die Raumaufteilung ist äußerst rationell. Es gibt ein Navigationsdeck mit den nötigen Anlagen und Geräten, ein meteorologisches Kabinett, eine Bordbibliothek, eine Krankenstation, die Unterkunftskammern und Wohndecks sowie Messen.

Von den Schiffen schließlich, die von vornherein als Mehrzweckschiffe gebaut wurden, seien drei vorgestellt. Sehr interessant ist die finnische »Pohjanmaa«. Sie wurde als Minenleger und Schulschiff gebaut. Die Marine Finnlands betrachtet die Minenwaffe als ein sehr wirksames Verteidigungsmittel, vor allem zur Sicherung der Schärenküste. Diese Schiffe benötigen einen großen Laderaum für die Minen. Um in den Schären operieren zu können, darf ihr Tiefgang nicht zu groß sein. Sie müssen aber auch Eisbrechereigenschaften haben, um in den Wintermonaten ebenfalls einsetzbar zu sein. Ein Schulschiff soll überdies in entfernte Seegebiete fahren können und deshalb seetüchtig sein, was unter anderem von genügend großem Tiefgang abhängt. Schließlich benötigt es zahlreiche Räume für Schülerunterkünfte und für Lehrzwecke. All diesen z. T. gegensätzlichen Forderungen konnten die Konstrukteure der »Pohjanmaa« gerecht werden, wobei sie überzeugende Kompromisse fanden. So kon-

Das finnische Schulschiff, der Minenleger »Pohjanmaa«, in Warnemünde; die großen Klappen achtern, durch die die Minen abgeworfen werden, nehmen auch die Wohncontainer auf

struierten sie Wohncontainer, die im Minendeck untergebracht werden. Zur Ausrüstung für die Ausbildung gehört sogar ein internes Fernsehen. Die »Pohjanmaa« hat eine Wasserverdrängung von 1100 ts und verfügt über ein 120-mm-Universalgeschütz, zwei 40-mm- und vier 23-mm-Flakgeschütze, Wasserbombensalvenwerfer sowie ein automatisches Abwurfsystem für Minen.

Die Marine Australiens schaffte sich ein Schulschiff an, das gleichzeitig als Transporter genutzt wird. Dazu wurde ein ehemaliges Roll-on-roll-off-Schiff umgebaut. Die »Jervis Bay« erhielt eine Lehrbrücke für die Navigationsausbildung, Wohndecks für Schüler und zusätzlich einen großen Klassenraum. Die Vorteile des Ro-Ro-Schiffes blieben erhalten, so daß Panzer und andere Technik der Marineinfanterie sowie Truppen jederzeit rasch verladen bzw. entladen werden können.

Überaus interessant ist schließlich die »José Martí«, das Schulschiff Kubas. Es dient der Ausbildung von Offizieren der Handelsflotte wie der Revolutionären Kriegsmarine. Die »José Martí« ist wohl das modernste Frachtschulschiff der Welt. Es wurde auf der Werft Helsingör in Dänemark gebaut. Der Frachtraum ist für die Aufnahme von 200 Containern bzw. den Transport von 10000 t Stück- oder Schüttgut vorgesehen. Die Tragfähigkeit des Schiffes beträgt 13000 tdw. Für die Ausbildung von 200 Kadetten sind 12 Räume vorhanden, darunter ein Sprachkabinett, ein Funkkabinett, ein elektronisches, ein maschinentechnisches und ein Navigationskabinett. Der hohe Automatisierungsgrad erlaubt einen 24stündigen wachfreien Maschinenbetrieb. Besonders zu erwähnen sind auch eine japanische Satellitennavigationsanlage, die selbst bei ungünstiger Witterung auf dem Atlantik alle 7 Minuten den genauen Schiffsstandort liefert, und eine mit Warnsystem gekoppelte Echolotanlage, die das Erreichen einer bestimmten Mindestwassertiefe anzeigt.

Alle unsere Beispiele zeigen, daß die meisten Flotten bestrebt sind, Schulschiffe nicht schlechthin als schwimmende Lehrbasen zu unterhalten. Gewöhnung der künftigen Offiziere an den Dienst bei Seegang und Wetter auf längeren Fahrten, das Kennenlernen anderer Länder und nicht zuletzt auch die Repräsentation des eigenen Landes sind mit bestimmend für den Bau und den Einsatz von Schulschiffen.

Land	Name	Seglertyp	Baujahr	Wasserverdr. ts	Länge m	Breite m	Tiefgang m	Segelfläche m²	Besatzung
Argentinien	LIBERTAD		1960	3760	103,00	13,80	6,50	2643	351
BRD	GORCH FOCK	Bark	1958	1760	89,30	12,05	5,00	1952	269
Frankreich	LA BELLE POULE L'ETOILE	2-Mast-Topsegelschoner	1932	250	37,50	7,20	3,60	424	50
Indonesien	DEWARUTJI	Barkentine	1953		58,27	9,50	4,05	1100	110
Italien	AMERIGO VESPUCCI	Vollschiff	1930	3550	101,00	15,50	6,50	2100	453
Italien	PALINURO	Barkentine	1934	1041	68,35	10,05	4,00	899	111
Kolumbien	GLORIA	Bark	1968	1300	76,00	10,60	4,50	1250	145
Portugal	SAGRES	Bark	1937	1869	89,48	12,02	5,30	1796	250
Rumänien	MIRCEA	Bark	1938	1760	82,10	12,00	5,20	1748	210
Schweden	FALKEN	2-Mast-Gaffelschoner	1946						
	GLADAN		1947	220	39,30	7,20	4,20	519	53
Spanien	JUAN SEBASTIAN DE ELCANO	4-Mast-Topsegelschoner	1927	3750	106,80	13,10	6,90	2467	333
USA (Küstenwache)	EAGLE	Bark	1936	1816	89,70	11,90	5,20	1983	245

Segelschulschiffe der Seekriegsflotten (Auswahl)
Die Besatzungsstärke bezieht sich auf Stammbesatzung mit Kadetten bzw. Schülern. Das Baujahr kann auch das Jahr der Indienststellung sein

Manfred Otto

DIE WEICHSEL

Projekt des Jahrhunderts

Zwei winzige Bergbäche, die an den Hängen der westlichen Beskiden entspringen – Biała Wisełka und Czarna Wisełka –, bilden den Anfang eines großen, 1047 km langen Flusses mit einem Stromgebiet von fast 200000 km². In mächtigen Bögen durchschneidet er das Karpatenvorland, wälzt sich breit durch die Sandflächen Masowiens und die fruchtbaren Felder Kujawiens, um sich schließlich nach Norden hin in drei Armen durch die Weichselniederung in das Meer zu ergießen.

Die Weichsel (Wisła) führt in ihrem Flußlauf mehr Wasser als Elbe und Oder zusammen, dennoch sind nur etwa hundert Kilometer für den normalen Warentransport schiffbar (von kleineren Lastkähnen auf einzelnen Flußabschnitten abgesehen). Weitgehend unbehelligt fließt der größte polnische Strom bisher in seinem Bett, manchmal katastrophale Hochwasser verursachend, ein andermal fast völlig ausgetrocknet. Es gab Jahre, da betrugen die direkten Hochwasserschäden an der Weichsel, ihren Nebenflüssen und in den Einzugsgebieten fast zwei Milliarden Złoty. Nicht mit gerechnet sind dabei die zusätzlichen Schäden durch die Behinderung der Schiffahrt, geringere Ernten und dadurch verursachte Ausfälle in der Viehzucht. Auch bei normaler Wasserführung fließen Milliardenwerte ungenutzt ins Meer.

Werfen wir einen kurzen Blick zurück in die Geschichte Polens, um die Frage zu beantworten, warum das so ist. Nach den langjährigen Kämpfen mit dem Deutschen Orden und dem Abschluß des Thorner Friedens im Jahre 1466 entwickelte sich die Weichsel zu einem wichtigen Handelsweg aus dem polnischen Hinterland zur Ostsee. Agrar- und Forstprodukte, Rohstoffe für den Flottenbau, wie Holz, Leinen, Flachs und Pech, nahmen ihren Weg über die Weichsel in die bevölkerungsreichen Städte der Niederlande und Englands. Andere Waren, wie Metalle, Salz, Tuche, Wein und Fische, wurden stromaufwärts ins Landesinnere befördert. Nach dem Einfall der Schweden in der Mitte des 17. Jh. begann der wirtschaftliche Verfall Polens.

Vorangehende Seite: Im Quellgebiet der Weichsel

Mit der politischen Unterdrückung und den Teilungen Polens durch Preußen, Rußland und Österreich im 18. Jh. verfiel die Weichsel als Wasserweg völlig, denn auch sie war dreigeteilt. Ihr Oberlauf von der Quelle bis nach Sandomierz bildete fast auf seiner ganzen Länge die österreichisch-russische Grenze und blieb daher ohne jede wirtschaftliche Bedeutung. Der Mittellauf von Sandomierz bis zur preußischen

Blick über die Weichsel auf die Warschauer Altstadt

Grenze bei Toruń war ein unregulierter, sich selbst überlassener Fluß, der immer mehr versandete. Nur der Unterlauf, vor allem das Weichseldelta, wurde noch für den Warentransport genutzt.

Als nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution in Rußland und der Annulierung aller Verträge der zaristischen Regierung über die Teilung Polens durch Lenin der polnische Staat neu erstand, floß die Weichsel wieder in den Grenzen des eigenen Landes. In der bürgerlichen Republik wurden allerdings nur erste Versuche unternommen, die polnische Wasserstraße zu regulieren und wirtschaftlich zu nutzen. Der Überfall Hitlerdeutschlands und die faschistische Okkupation machten aber auch diese bescheidenen Anfänge zunichte. Erst die Errichtung der Volksmacht in Polen

schuf die Voraussetzung zur Bewältigung dieses umfassenden Problems.

Beim sozialistischen Aufbau in der Volksrepublik Polen entstand eine ganze »Weichselachse« der Industrie, die von entscheidender Bedeutung für die sozialökonomische Entwicklung des ganzen Landes ist. Dazu gehören vor allem solche Großbetriebe, die einen enormen Wasserverbrauch haben, wie die Chemischen Werke in Oświęcim, das Kraftwerk und die Aluminiumhütte in Skawina, die Leninhütte in Nowa Huta, der Schwermaschinenbau in Stalowa Wola, die Schwefelgruben und -verarbeitungswerke in Tarnobrzeg, das Stickstoffwerk in Puławy, die Betriebe des Warschauer Ballungsgebietes, das Petrolchemische Kombinat in Płock, das Stickstoffwerk von Włocławek, die Kraftwerke Kozienice und Polaniec, die Erdölraffinerie von Gdańsk und viele andere Betriebe. Da der Ausbau und die Nutzung der Weichsel als Transportweg mit dieser industriellen Entwicklung nicht Schritt hielten, entstanden Disproportionen, und das Transportwesen des Landes wurde immer größeren Belastungen ausgesetzt.

Schon jetzt werden 60 % des Wasserbedarfs in Polen aus der Weichsel und ihren Nebenflüssen gedeckt. Und der Bedarf an sauberem Wasser für die Bevölkerung besonders in den Ballungsgebieten, für die Landwirtschaft und Industrie wächst ständig. Durch eine sinnvolle Verteilung des kostbaren Nasses muß eine stabile Wasserversorgung über das ganze Jahr hinweg gewährleistet sein, müssen Dürreperioden und Überschwemmungen vermieden werden. So deutet sich also der Komplex der Probleme an, die mit der Weichsel verbunden sind.

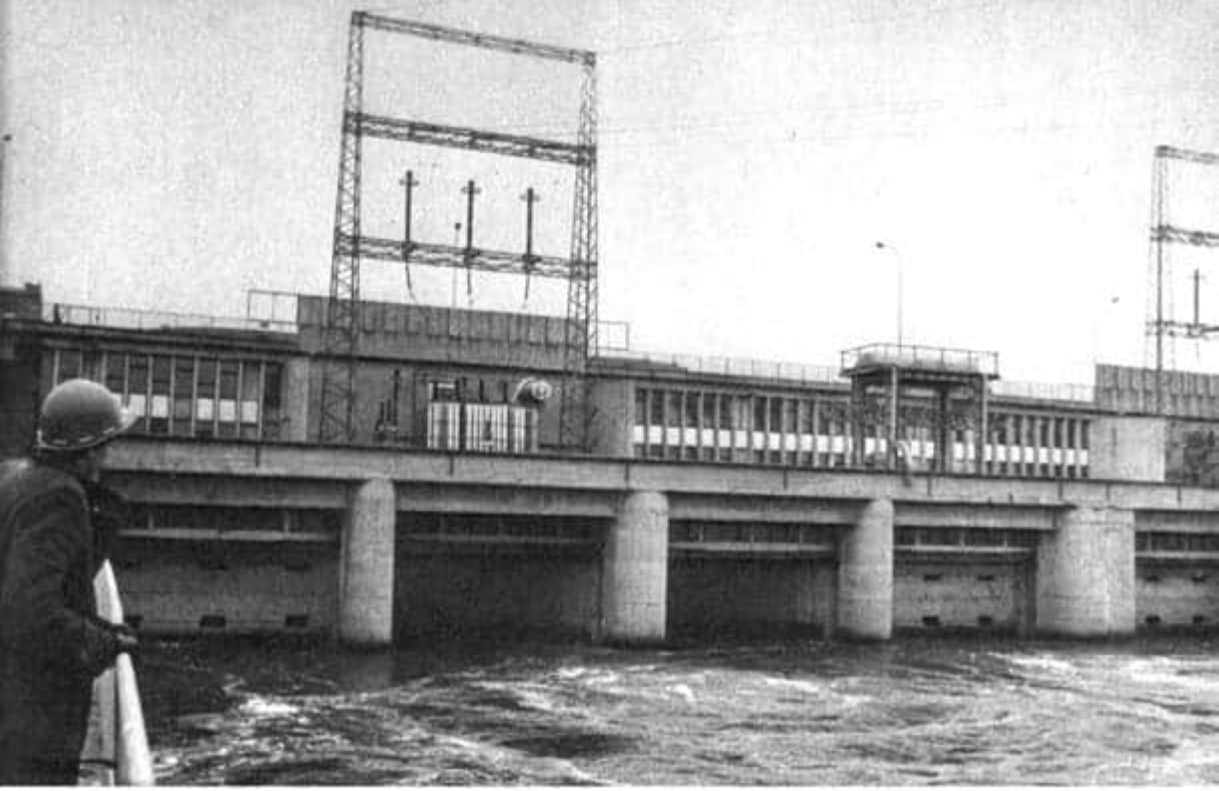
Wie dringend die rationelle Wasserwirtschaft ist, läßt sich noch daran verdeutlichen, daß Polen unter 28 europäischen Ländern den 26. Platz bei den durchschnittlichen jährlichen Niederschlägen einnimmt. Das bedeutet nichts anderes, als daß die natürlichen Wasservorräte nur ungenügend ergänzt werden, obwohl zu manchen Jahreszeiten große Überschwemmungen auftreten.

Die skizzierten Probleme beschäftigen Wissenschaftler und Fachleute aus Industrie und Landwirtschaft, des Verkehrswesens, des Umweltschutzes und der Energiewirtschaft schon seit vielen Jahren. Bereits im Jahre 1957 fand in der Polnischen Akademie der Wissenschaften eine Konferenz zu diesem Thema statt. Gegenwärtig arbeiten 2000 Wissenschaftler der verschiedensten Fachdisziplinen in Forschungszentren, Hochschulen, Instituten und Projektierungsbüros an der weiteren Vorbereitung und Verwirklichung des »Projektes Weichsel«, das bis zum Jahre 2000 realisiert werden soll. Einzelne Teile wurden schon im vergangenen Fünfjahrplan von 1975 bis 1980 in Angriff genommen.

Dem gewaltigen Vorhaben, das die Arbeit einer ganzen Generation beinhaltet, liegen folgende Gesichtspunkte zugrunde: Die Weichsel soll als leistungs- und durchlaßfähige Wasserstraße für den rationellen Gütertransport, der von gegenwärtig etwa zehn Millionen Tonnen jährlich auf zwanzig Millionen Tonnen im Jahre 1990 und auf hundert Millionen Tonnen im Jahre 2000 steigen wird, genutzt werden. Am dringendsten ist zu Beginn der Ausbau des Oberlaufs der Weichsel auf einer Strecke von 280 km vom zentralen Flughafen Nowe Tychy im Śląsker Industriegebiet über Kraków bis zur Mündung des San bei Sandomierz für den Verkehr von Lastkähnen bis zu 3500 t. In erster Linie sollen sie für den Transport von Massengütern, wie Kohle und weiteren Bergbauerzeugnissen, Kies, Sand und anderen Baustoffen, benutzt werden. Das macht mehr als die Hälfte des Transportbedarfs im Einzugsbereich aus. Diese Lösung wurde auch deshalb akzeptiert, weil der Investitionsaufwand für den Ausbau und den Bau neuer Eisenbahnstrecken, von Verladebahnhöfen, Verschiebestationen und Entladeeinrichtungen wesentlich höher liegen würde. Außerdem bleiben dadurch beträchtliche Landflächen der landwirtschaftlichen und anderen Nutzung erhalten.

Nicht minder wichtig ist die Regulierung der Weichsel durch ein System von Staustufen

Arbeiten zur Regulierung des Flusses und zur Untersuchung der Sauberkeit des Weichselwassers



und Kanälen für die Effektivität der Landwirtschaft und damit für eine stabile Versorgung der Bevölkerung mit Lebensmitteln. Durch ein Bewässerungssystem und den Hochwasserschutz können 500000 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche völlig neu erschlossen werden. Auf weiteren 3,5 Millionen Hektar kann die Produktion modernisiert und stabilisiert werden. In den Gebieten die Weichsel entlang entstehen durch intensiven Gemüseanbau, Plantagenwirtschaft und Viehzucht mit ausgedehnter Weidewirtschaft die Grundlagen für bessere Erträge auf den Feldern sowie die Erhöhung der Milch- und Fleischproduktion. Die Regulierungsmaßnahmen werden es außerdem gestatten, etwa 14000 Dörfer an die zentralen öffentlichen Wasserversorgungsanlagen anzuschließen. Alles zusammen trägt also wesentlich dazu bei, die Arbeits- und Lebensbedingungen der Landbevölkerung erheblich zu verbessern.

Eine ausreichende Energieversorgung ist für die Weiterentwicklung des Landes und die Bewältigung der schwierigen ökonomischen Probleme von ausschlaggebender Bedeutung. Angesichts der ungeheuren Verteuerung und Verknappung von Rohstoffen für die Energieerzeugung auf dem Weltmarkt hat dieser Aspekt des Weichsel-Projekts in den letzten Jahren noch an Bedeutung gewonnen. So ist der Bau von größeren und kleinen Staustufen mit insgesamt 23 Wasserkraftwerken vorgesehen, die zusammen 2000 MW Elektroenergie erzeugen werden. Die erste große Staustufe dieser Art mit dem dazugehörigen Kraftwerk am Unterlauf des Flusses entstand bei Włocławek, die zweite bei Ciechocinek ist im Bau. Auch am Oberlauf der Weichsel sind die hydrotechnischen Arbeiten schon im Gange. Außer den drei bereits bestehenden Staustufen Łaczny, Dabie und Przetwóz sind drei weitere in Dwory, Smolice und Kraków im Bau. Hand in Hand mit der Regulierung gehen Arbeiten mit dem Ziel, trotz zunehmender Industrialisierung bessere Umweltbedingungen zu schaffen. Das Problem der Reinhaltung des Wassers ist gerade wegen des

Staustufe bei Włocławek

Flußwerft in Płock

steigenden Bedarfs eine vordringliche Aufgabe. Die sparsamere und umweltfreundlichere Verwendung und Rückführung des Weichselwassers durch die Betriebe sind deshalb ein wichtiger Schritt dazu. Darüber hinaus werden den Fluß entlang insgesamt 170 neue Kläranlagen gebaut, die für die mechanische und biologische Reinigung des Wassers gedacht sind. Über die Hälfte der bestehenden Kläranlagen in Städten, Gemeinden und Betrieben muß modernisiert werden.

Die Forschungsarbeiten für das Programm zur komplexen Erschließung der Weichsel wurden von Spezialorganisationen der UNESCO unterstützt. Doch das Weichsel-Projekt ist auch ein Beispiel für die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit zwischen der Sowjetunion und der Volksrepublik Polen. Schon in der Anfangsphase seiner Ausarbeitung fanden mehrfach Konsultationen mit sowjetischen Spezialisten statt, die schließlich in konkrete Vereinbarungen mündeten, wie sowjetische Erfahrungen bei der Projektierung des Regulierungssystems genutzt werden können. Außerdem ist die Lieferung von Ausrüstungen und Anlagen aus der Sowjetunion für den Bau der zahlreichen Großkraftwerke an der Weichsel vorgesehen.

Auch mit der Zusammenarbeit der sozialistischen Bruderländer im Interkosmos-Programm bei der Erkundung der Erde aus dem Weltall wurde ein Beitrag für die Verwirklichung des Weichsel-Projekts geleistet. Einen großen Nutzen erbrachten die vom polnischen Kosmonauten Mirosław Hermaszewski und der sowjetischen Besatzung der Orbitalstation Salut 6 mit der Multispektralkamera MKF 6 aus dem VEB Carl Zeiss Jena gemachten Aufnahmen. Auf ihnen wurde der Ober- und Mittellauf der Weichsel mit ihren Nebenflüssen und dem gesamten Einzugsgebiet festgehalten. Die Bilder geben Aufschluß über die geologische Beschaffenheit der Stromtäler in diesem Teil der Weichselregion und vermittelten den polnischen

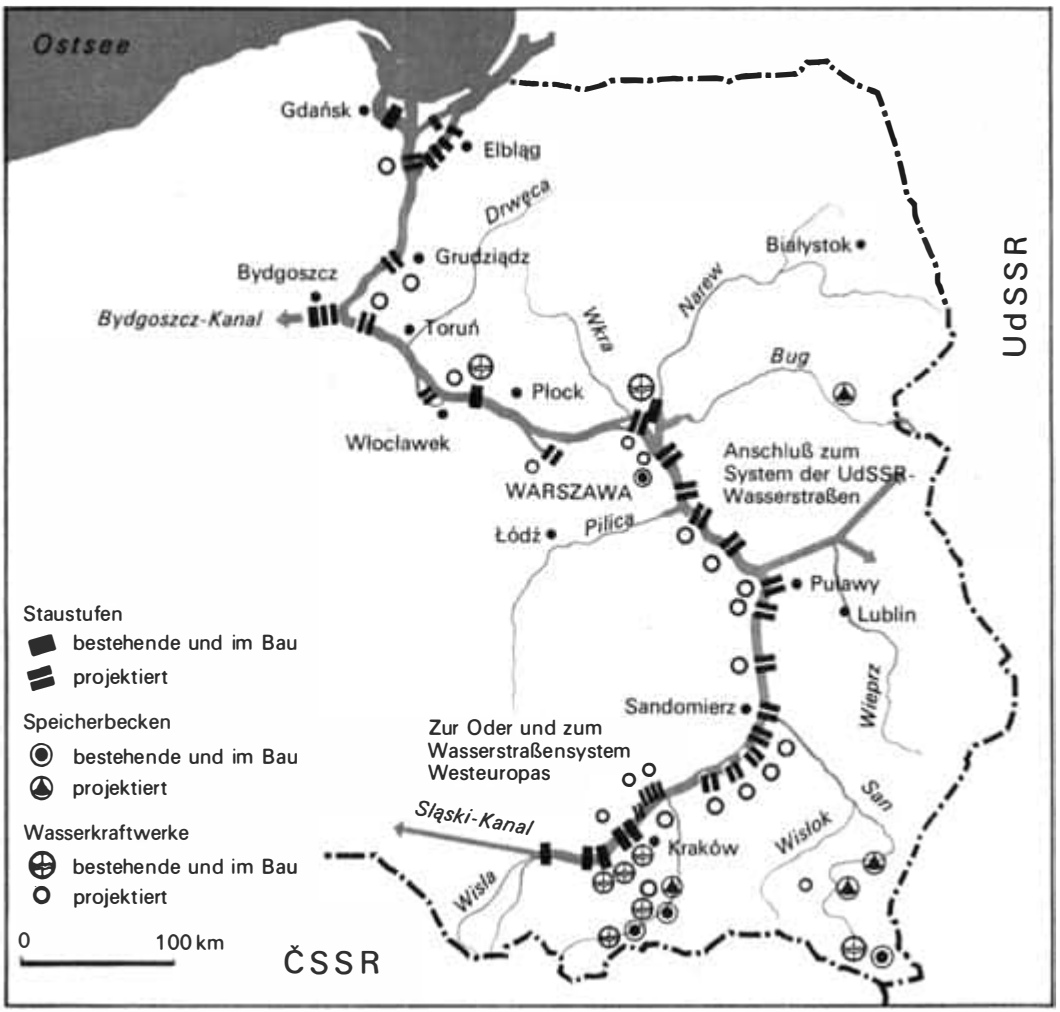
Die Weichsel in Toruń

Schwimmbecken an der Weichsel in Warschau

Wissenschaftlern und Technikern wertvolle Erkenntnisse für die weiteren Projektierungsarbeiten und die Standortverteilung der hydrotechnischen Anlagen. Nach der Auswertung der Fotos wurde eine spezielle Karte der Bodennutzung in diesem Gebiet angefertigt.

Besondere Aufmerksamkeit bei der Verwirklichung des Weichsel-Projekts verdienen der Schutz und die Erhaltung von historischen Gebäuden und Anlagen den Fluß entlang, die für die Geschichte und Kultur des Landes von hohem Wert sind. Es gibt ganze Städtekomplexe an der Weichsel, die unter Denkmalsschutz stehen und von der UNESCO der besonderen Pflege empfohlen wurden. Dazu gehören beispielsweise die Altstädte von Kraków, Sandomierz, Warschau, Toruń und Gdańsk. Für den Wiederaufbau, die Erhaltung und Restaurierung solcher kulturhistorischer Bauten wurden schon seit der Existenz der Volksrepublik Polen erhebliche Mittel aufgewendet. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen werden von polnischen Restauratoren übrigens auch bei der Erhaltung und Pflege alter Stadtkerne mit Denkmalscharakter in der Deutschen Demokratischen Republik angewandt.

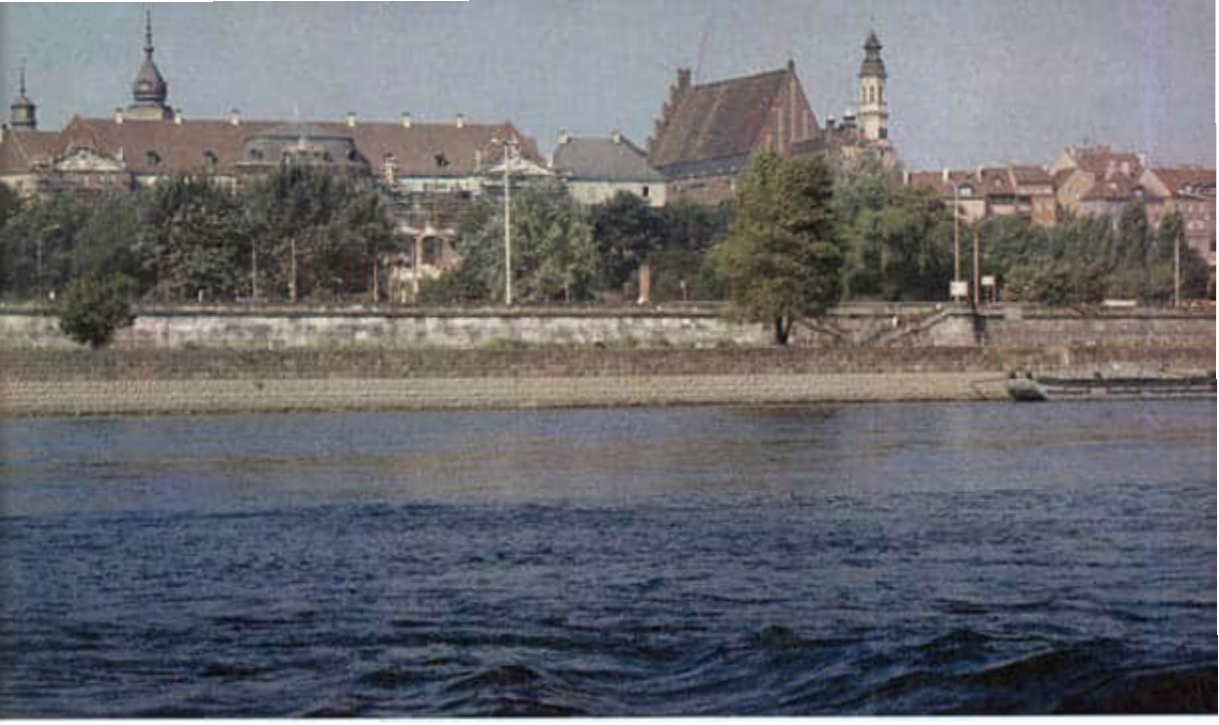
Nicht zuletzt wird sich die Bedeutung der Weichsel und des gesamten Einzugsgebietes für die sinnvolle Gestaltung der Freizeit, für Urlaub und Erholung erhöhen. Am Oberlauf des Flusses sind die Kurorte Wisła, Jaszowiec und Ustroń sowie der Stausee von Goszalkowice das Urlaubsziel der Bergarbeiter und Stahlwerker aus dem Śląsker Industrierevier, aber auch von Werktätigen aus dem ganzen Land. Ebenso werden andere Abschnitte des Weichsel-



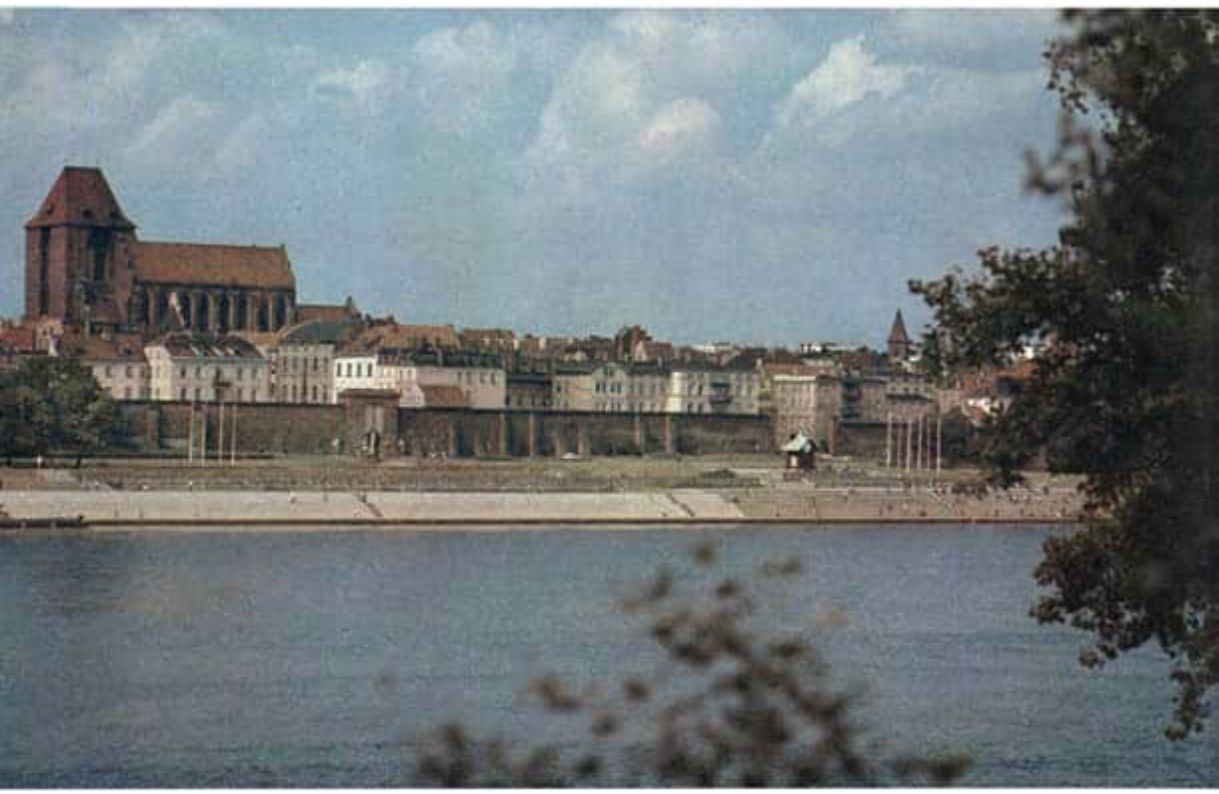
gebietes für Freizeit und Erholung genutzt. In vielen Gegenden ist dies aber infolge der industriellen Verschmutzung nicht möglich. So liegen z. B. in der Hauptstadt Warschau zwar mehrere Strandbäder am Flußufer, aber baden kann man dort aus hygienischen Gründen nicht. Die künstlich angelegten Schwimmbecken werden aus dem öffentlichen Wasserleitungsnetz gespeist. Doch mit der schrittweisen Verwirklichung des Weichsel-Projekts soll sich das ändern.

Auch in der Zukunft werden weiterhin Milliarden Liter Weichselwasser ins Meer fließen, doch vorher werden sie den Einwohnern Polens einen vielfachen Tribut zollen – als Lebensader für viele Bereiche der Volkswirtschaft unseres Nachbarlandes.

In der gegenwärtigen komplizierten Situation des Landes ist es fraglich, ob der Zeitplan für das Weichsel-Programm eingehalten werden kann. Auf der anderen Seite trägt aber gerade die Verwirklichung dieses anspruchsvollen Projekts zur Überwindung von ökonomischen Schwierigkeiten auf einigen Gebieten bei.



Blick auf Warschau von der Weichsel her · Weichsellandschaft mit dem Kraftwerk Kozienice im Hintergrund



Weichsellandschaft in der weiten Ebene Masowiens
Die Altstadt von Toruń

Manfred Schröder

Macheten und Kombines

Auf Kubas Straßen kann man zur Saison zwei Arten von Zuckerrohr-LKW-Ladungen unterscheiden – und gleich weiß man Bescheid. Die einen transportieren mehr als eineinhalb Meter lange, dicke Stengel, hochaufgepackt, die anderen unterarmlanges Zuckerrohrschüttgut. Das eine sind die Arbeitsergebnisse der Macheteros mit ihren Handhaumessern, das andere die der Maschinisten auf den kräftigen Vollerntemaschinen KTP 1.

Wie ein nimmersattes Raupenungetüm frißt sich vor uns diese Maschine in den dichten, hellgrünen Rohrdschungel. Pedro Patterson, der Kombinefahrer, steuert Runde um Runde. In genauem Zeitabstand rollen die LKW heran, passen sich dem Gang der Maschine an, und die Zuckerrohrknüppel poltern auf die Ladefläche. Wagen auf Wagen rollt sofort zur Zuckerfabrik, eine dichte Fahne rotbraunen Feldstaubes nach sich ziehend. Die Sonne sticht mit reichlich 35 Grad vom Märzhimmel.

Die Kubaner empfinden es noch als angenehm kühl, ihre Kombinefahrer legen im Wettbewerb Tempo vor; denn was erst im Mai und Juni zu ernten ist, geht schwerer, schafft weniger – allein schon wegen der zunehmenden Hitze und der Vorboten der kommenden Regenzeit.

Die Provinz Holguin – sie grenzt an die Berge der Sierra Maestra – ist ein Hauptanbaugebiet des kubanischen Zuckerrohrs. Kuba und Zuckerrohr – Zucker und Kuba, das ist so gut wie ein Symbol: Kuba ohne Zuckerrohr ist undenkbar. Früher, unter den einheimischen und mehr noch den amerikanischen Latifundistas und Zuckermonopolen, war es Inbegriff für unmenschliche, kaum beschreibbare Ausbeutung der wandernden Heere der Macheteros, für Hunger und Armut – und für hohen Profit der Plantagen- und Fabrikbesitzer, der Börsenspekulanten, der politischen Erpresser. Die sozialistische Revolution machte auch dem ein Ende, für immer. Kubas Zucker gehört heute Kuba, und damit natürlich auch die Freude und die Sorgen – für mehr Zucker, noch größere Ernten, noch leichtere Zuckerrohrarbeit . . .

Landschaft im Holguiner Gebiet; die Ausläufer der Sierra Maestra deuten sich an

Die Zuckerrohr-Vollerntemaschine auf den Feldern des Spezialbetriebes »Rafael Freyre«

Straßenbegegnung – Macheteros reiten abends nach Hause

Große Mengen von Zuckerrohr, teils mit der Hand geschlagen, werden auf herkömmliche Weise verladen

Ein Zuckerrohrspezialbetrieb

Im Kreis »Rafael Freyre«, benannt nach einem kubanischen Revolutionär, begrüßt uns im Empresa Canera, dem landwirtschaftlichen Zuckerbetrieb, Genosse Luis Guerro, der Direktor, ein untersetzter, fülliger Mann mit eingedrücktem Sombrero. An seinem breiten Ledergurt baumeln wohl zwei Dutzend Schlüssel aller Größen. Knapp ist die Vorrede – Zucker wird nicht im Büro gemacht –, und schon sitzen wir dichtgedrängt im Jeep, der Direktor am Steuer. Alle Erklärungen folgen unterwegs. Empresa Canera ist wie alle großen Zuckerrohrspezialbetriebe in Kuba staatlich. Kubas Hauptexportschlager – so der Direktor, ein Bauernsohn und Rebellenführer – ist bereits vom Anbau des Rohstoffes an fest in der Hand des sozialistischen Staates. Dieser Betrieb umfaßt rund 17000 Hektar Fläche, verstreut sich in der Ebene über viele Orte des Kreises. Auf guten 13000 Hektar steht alljährlich Zuckerrohr. 2200 Arbeitskräfte sind für die landwirtschaftlichen Arbeiten eingesetzt, darunter allein 900 Macheteros, also Männer, die vom Dezember bis Juni Rohr schlagen. Doch das reicht nicht. Noch sind alljährlich an die tausend weitere Saisonarbeiter nötig, die von den Betrieben in der Stadt, den Volksräten, den Organisationen zeitweilig aufs Land delegiert werden. Ja, noch immer, betont der Direktor, ist Zuckerrohrarbeit kräftezehrende, gegen Durst und Ermüdung, gegen Staub und Mücken ankämpfende Selbstüberwindung Tausender. Zuckerrohr machen, das ist ein hartes Brot. Und erst der Sozialismus ist angetreten, auch hier eine Wende zu erzwingen.

In einer schattigen Schneise – der grüne Wald ringsum hat eine Höhe von über drei Metern – stehen Tank- und Werkstattwagen und vor allem ein großes Faß mit frischem Trinkwasser. »Unsere Braut« nennen die Mechanisatoren liebevoll diesen Zufluchtsort bei zu großer Mittagsglut. Pedro Patterson klettert von seiner Maschine, im Erntewettbewerb des Betriebes steht er gegenwärtig vorn. Man erkennt an ihm nicht genau, was auf Gesicht und Schultern nun Staub und Öl oder Mulattenbraun ist. Vom frühen Morgen fünf Uhr bis oft in die Nacht hinein fahren diese Männer. Zehn solcher Maschinen kann der Betrieb bereits einsetzen, mit zwei von ihnen begann er vor vier Jahren. 35 % der Flächen werden mechanisiert geerntet. »Schon eins von drei Feldern«, unterstreicht Genosse Guerro, »und so ist es fast in ganz Kuba«, fügt er hinzu, »ein Riesenfortschritt.« Und er singt ein Hohelied auf die Zuckerrohr-Vollerntemaschine, dieses Gemeinschaftswerk Kubas und der Sowjetunion, das im nahen Holguiner Werk vom Fließband rollt.

Ein voller Krug frischen Wassers ist unerläßlich bei schwerer Arbeit

KTP 1 – Symbol des neuen Kuba

Als die Revolution siegte, versprach die Regierung Castro den Macheteros, daß ihre Arbeit leichter werde. Doch zur damaligen Zeit baute niemand auf der Welt Zuckerrohr-Vollerntemaschinen, und selbst wenn es Ansätze dazu gab, verhinderte das USA-Embargo die Überlassung jedes technischen Fortschritts aus der Welt des Kapitals. Ein bekannter BRD-Konzern stieg anfangs ein, entwickelte, erprobte – und verschwand unter Mitnahme von Entwicklungsergebnissen, auch von Gedankengut kubanischer Techniker. Da nahm sich die Sowjetunion der Sache an, die bekanntlich in ihrem Land kein Zuckerrohr anbaut. Die ersten Maschinen, die inzwischen gründlich verbessert worden sind, wurden in der Sowjetunion entwickelt und montiert, bis in Holguin das neue, leistungsstarke Kombinat gebaut werden konnte; es ist heute eines der modernsten in Mittelamerika.

Eins von drei Feldern bereits ohne Machete – welch ein Sieg! Der neue Fünfjahrplan sieht vor, ihn planmäßig auszubauen. Und solche Männer wie Pedro Patterson werden Zug um Zug die eigentlichen, die neuen Matadore auf Kubas Zuckerrohrfeldern.

Genosse Guerro sieht die Sache so: Die zehn Holguiner KTP-1-Maschinen sparen bereits heute die jährliche Arbeit von rund 2000

Macheteros ein. Sie brauchen nicht mehr aus der Stadt zu kommen, sie stehen voll der Industrialisierung, dem Wohnungsbau, allen anderen Zweigen zur Verfügung. Die zunehmende Mechanisierung des Zuckerrohranbaus auf dem Lande kann die volkswirtschaftliche Arbeitskräftebilanz weiter verbessern.

»Arbeit gibt es genug«

Halt bei einer Macheterobrigade. Schwarzer Staub liegt über dem Feld. Das Rohr konnte in der vorigen Regenzeit nicht mehr geschlagen werden, nun ist es schier undurchdringlich. Um die Arbeit zu erleichtern, wurde das Blattzeug abgebrannt. Ein Geisterwald, Schwerstarbeit für die Macheteros. Meter um Meter arbeiten sich die Haumesser auf breiter Front voran. Die Gesichter der Männer sind gezeichnet.

Wir erbitten eine Pause. Aus dicken Tonkrügen rinnt kühles Wasser in durstige Kehlen. 15, 20, 25 Jahre sind sie im Rohr, Sie ziehen nicht mehr von Betrieb zu Betrieb, wie noch die Ältesten unter ihnen, sind seßhaft, erhalten gutes Geld, volle soziale Sicherstellung, Gesundheitsbetreuung. Und die Maschine, wollen wir wissen, wird sie den Machetero verdrängen? Sie erkennen den Sinn der Fragerei. Nein, Angst um Lohn und Brot hat hier keiner. »Arbeit gibt es genug, auch ohne Machete«, meinen sie. Und sie verweisen auf die vielen Möglichkeiten auch der Intensivierung der Landwirtschaft, im Feldbau, in der Viehwirtschaft, in der Ausnutzung aller naturbedingten Reserven, über die Kuba verfügt. »Jede Hand von uns wird gebraucht, da sind wir völlig sicher«, sagen sie, »das garantiert uns die Revolution.«

»Werdet Ihr alles mechanisieren können eines Tages?« wenden wir uns an den Direktor. Er überlegt – nein, nicht alles. Oftmals zieht sich das Rohr im Holguiner Land bis weit in die mittleren Berghänge, auch bis ins Vorfeld der

Sierra Maestra. Da können die Maschinen nicht mithalten. Den Anbau zu verringern ist kaum möglich, Zuckerrohr bleibt hier die Frucht Nr. 1. 70 % seien mechanisierbar, meint er und fügt hinzu: »Die Machete, die Kraft der Arme, sie wird immer nötig sein, in bestimmtem Maße.«

Technik und Anbau

Juan Dominguez, ein hünenhafter Mann mit Zigarre und Sombrero, ist technischer Leiter von Empresa Canera »Rafael Freyre«. Wir fragen ihn, was besser, anders mit dem Zuckerrohr Kubas gemacht werde als zu Zeiten der Latifundistas.

»Wir machen schon vieles intensiver, soweit unsere Kraft bisher reicht. Die Kapitalisten ließen nur so viel jährlich ernten, daß die Menge Zucker an den Börsen ausreichte, daß die Profite auf dem Weltmarkt möglichst hoch blieben. Bei ihnen stand das Rohr oft zwanzig bis dreißig Jahre, ehe die Plantagen neu gesetzt wurden. Der Boden wurde wenig kultiviert, der Unkrautbewuchs war hoch, Herbizideinsatz so gut wie unbekannt. Vieles verwilderte, lag oft brach, verwuchs mit Buschwerk. Technik gab es nicht, und das Los der Macheteros – Du kennst es ja.«

»Und Ihr, was macht Ihr?«

Juan (in Kuba spricht man sich mit dem Vornamen an, wenn man gut Freund ist): »Wir streben an, vom jeweiligen Zuckerrohrfeld in sieben Jahren fünf Ernten zu machen, oder anders gesagt, alljährlich brechen wir 15 % unserer Felder um und bepflanzen sie neu. Wir streben das an, und wir haben das in den letzten Jahren einhalten können. Das ist für uns Teil des revolutionären Kampfes. Dazu ist viel nötig: hohes Erntetempo, um die Felder frei zu machen, um nicht mit hohen Beständen in die Regenzeit zu kommen. Dann genügend Traktoren, und die gibt es noch zu wenig. Aber auch viel Pflanzgut, vor allem neuer Sorten. Da haben wir unsere Probleme, holen jedoch auf. Steht das Feld mehr als zehn Jahre, geht

Sie helfen bei den Feldarbeiten im Staatsgut – Schülerinnen der neunten Klasse einer Landoberschule

es mit den Erträgen rapide abwärts. Die Bestände verjüngen, das ist für uns Intensivierung.«

»Und bewässerter Zuckerrohranbau, ist er hier möglich?«

Juan: »Möglich, aber schwer zu machen. Bei uns gibt es nur die cana de secano, die Trockenfelder. Nur auf einem Zehntel der Flächen können wir bewässern, aber hier ernten wir sofort das Doppelte! Ja, es gibt Pläne, hier im Holguiner Gebiet eine große Talsperre anzulegen. In Kuba ist Wasser für die Landwirtschaft überall knapp. Da können wir hier nicht so schnell mit Talsperren, Pumpstationen, Bewässerung rechnen. Vielleicht um das Jahr 2000? Wir tun heute das, was möglich, real ist – und schon das fordert härteste Arbeit.«

Der Zuckerrohrgarten Eden

»Zuckerrohrsamenbank! Betreten verboten!« warnt ein Schild. Gräben ringsum, eine kleine Pumpstation. Wir müssen über eine Seuchenmatte, sind im Zuckerrohrgarten des Betriebes. Sieben Sorten werden vermehrt. Sie sind leistungsfähiger als die alten, und sie sollen vor allem der Roya-Krankheit, einem gefürchteten Zuckerrohrpilz, der gegenwärtig im gesamten

Genosse Luis Guerro, Bauernsohn, Partisan, Rebellenführer – heute Direktor von Empresa Canera »Rafael Freyre«, Gebiet Holguin

karibischen Raum wütet, besseren Widerstand bieten. Die Sorte Barbadus, so sagen uns die Fachleute, die bisherige Hauptsorte der Region, soll völlig ausgemerzt und durch andere Sorten ersetzt werden. Eine Riesenarbeit für die Zuckerrohrwissenschaft, der sich Kuba mit großem Ernst widmet. Bei der Pilzkrankheit wächst das Rohr vier bis fünf Monate nicht von der Stelle, der Zuckergehalt sinkt um 30 bis 40 %.

Die Holguiner Zuckerrohrspezialisten wissen um die Bedeutung dieser Sache, sorgen sich wie Staatsmänner um eine schnelle Lösung. Direktor Guerro: »Wir hatten mehr als die Hälfte Barbadus-Rohr, jetzt haben wir nur noch 10 % davon. Alle Bekämpfungsmaßnahmen schlugen nicht recht an, nun aber stehen neue Sorten bereit, die wir selbst vermehren. Und ab 1981 werden wir in unserem Betrieb nur noch hoffentlich recht lange stabile Sorten haben. Die eigene Samenbank liefert zur Pflanzzeit täglich von ihren fünfzig Hektar viele tausend Zuckerrohrstückchen. Jedes muß drei Knoten haben. Auf frisch umgebrochenen und geglätteten Feldern werden sie längs in 40 bis 50 Zentimetern Abstand in den Boden gelegt, angedrückt und dann von einem Traktor leicht behäufelt. Schon nach Tagen treiben die ersten neuen Sprosse aus, zumal wenn es ab und an regnet.«

Bei der Zafra – Mitglieder der Brigade »1. Mai« aus Songo la Maya helfen den Macheteros

Schaukelstuhlzeit

Der heiße Mittag ist Schaukelstuhlzeit. Fast jedes Haus besitzt unter schattenspendendem Vordach diese bequemen Sitzmöbel. Der Betriebskoch bot uns Reis und schwarze Bohnen, Hammelfleisch und Kochbananen an. Gelegen-

heit für ein paar Gespräche. Ja, der Betrieb macht vor allem Zuckerrohr, baut aber auch Gemüse an, Bohnen, Feldfrüchte aller Art, Obst – nur keine Einseitigkeit! Vieh wird hier staatlich nicht gehalten, das ist Aufgabe des ebenfalls staatlichen Viehwirtschaftsbetriebes.

Vieles wird getan, um die natürliche Fruchtbarkeit der Felder zu halten, zu mehren. Die Anbaukonzentration für das Rohr ist hoch, denn die Zuckerrohrfabrik des Kreises gibt den Ton an, muß in der Saison mit großen Mengen gefüttert werden. Stillstand kann es hier nicht geben. Bei der Ernte bleibt viel an biologischer Masse auf den Feldern – der Haupthumuslieferant. Dazu kommt Dünger in wachsendem Maße. Die Schläge werden nach dem Ernten des Rohres zwischen den Reihen mechanisch tief gelockert, Dünger und Blattgut kommen so in den Boden. »Eine gute Blattlage auf den Feldern«, meint der junge Wissenschaftler Viktor Peres, der als Betriebsökonom die Leitung unterstützt, »verhindert für Wochen den Unkrautbewuchs, und Herbizide sind knapp.« »Monokultur?« Wir werfen dieses Stichwort fragend in die Debatte. Ein kleiner Streit entbrennt. Ja, man wisse um die Probleme. Aber Kuba kann nicht weniger Rohr anbauen. Die Erschließung neuer Felder ist begrenzt. Steigen die Erträge, können bessere Fruchtfolgen eingeführt werden, gewiß. So aber gedeiht eben seit Jahrzehnten oft auf den gleichen großen Schlägen Rohr – und bei den neuen Wegen der Intensivierung, der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, bei neuen Sorten, Bewässerung, mehr Dünger steigt der Ertrag. Dinge, die in Kuba in der Praxis erprobt, von der Wissenschaft immer tiefgründiger erforscht werden. Vieles ist im Fluß, mit Pauschalurteilen ist nicht gedient. Auch die Länder des RGW helfen hier tatkräftig. Tausende junger Kubaner studieren die Probleme im Ausland, Dutzende Fachleute vieler RGW-Länder, auch aus der DDR, leben für Jahre mit den kubanischen Genossen Seite an Seite. Das alles hilft weiter voran. Und wir finden hier wie überall auf unserer Reise bestätigt, daß diese sozialistische Hilfe, die ja auch in den Staatsverträgen zwischen Kuba und der DDR fest verankert ist, hoch geschätzt und im ganzen Land anerkannt wird. –

Wir machen uns bekannt mit dem Kreis »Rafael Freyre« im Holguiner Land. Die neue Zeit hinterläßt deutlich ihre Spuren. Ein 300-Betten-Krankenhaus wurde gebaut, eine Schule der Werktätigen errichtet, die sowohl Zuckerfabrikfacharbeiter als auch Fachleute für den Zuckerrohranbau ausbildet. Neue Wohnzentren erhielten elektrisches Licht. Ehemalige Einzelbauern, die nicht mehr in der Abgeschiedenheit der Berge leben wollten, übergaben ihr Land den Staatsbetrieben oder sind dabei, einige Genossenschaften zu bilden. Jeder Betriebsteil von Empresa Canera – sein Wirkungsgebiet ist in fünf Zonen aufgeteilt – erhielt ein Sozialgebäude, das nicht nur den eigenen Beschäftigten zur Verfügung steht. In ihm ist eine Bücherei zu Hause, ein Platz für das beliebte Dominospiel zu finden und auf einer überdachten Freifläche eine Ecke für den Fernsehempfang. Wer sich ein Steinhaus errichten will, erhält vom Betrieb einen Kredit und andere materielle Hilfe. Über die Gewerkschaft, die im Wettbewerb, beim Lernen, beim Studium betrieblicher Erfahrungen eine große Rolle spielt, erhalten die Wettbewerbssieger Berechtigungsscheine für den Erwerb von Kühlschränken, Motorrädern, Ferienreisen. Und es ließe sich noch vieles nennen.

Die Sonne sinkt schnell, Kühle erfüllt die Ebene, die flachen Täler im Vorfeld der Berge. Die hohen Königspalmen erscheinen noch schlanker in der nahenden Dämmerung. Auf Lastwagen, die in die Stadt eilen, stehen Kopf an Kopf die Macheteros auf Zeit, andere reiten, die Haumesser an der Seite, auf ihren Pferdchen in die Dörfer. Noch nutzen die Kombinefahrer das Tageslicht zur Arbeit. Auf dem Hof der Zuckerfabrik drängen sich die Fahrzeuge. Hier muß Stunde um Stunde – ob Tag oder Nacht – der dunkle Schlund der Zerkleinerungsaggregate gestopft werden, Tonne um Tonne Zuckerrohr. Fünf bis sechs Monate im Jahr ist in Kuba harte Zuckerzeit.

Prof. Dr. sc. Wolfgang Schwarz

KLEINER ALS EIN PFENNIG

Aus der Makrowelt der Mikrorechner

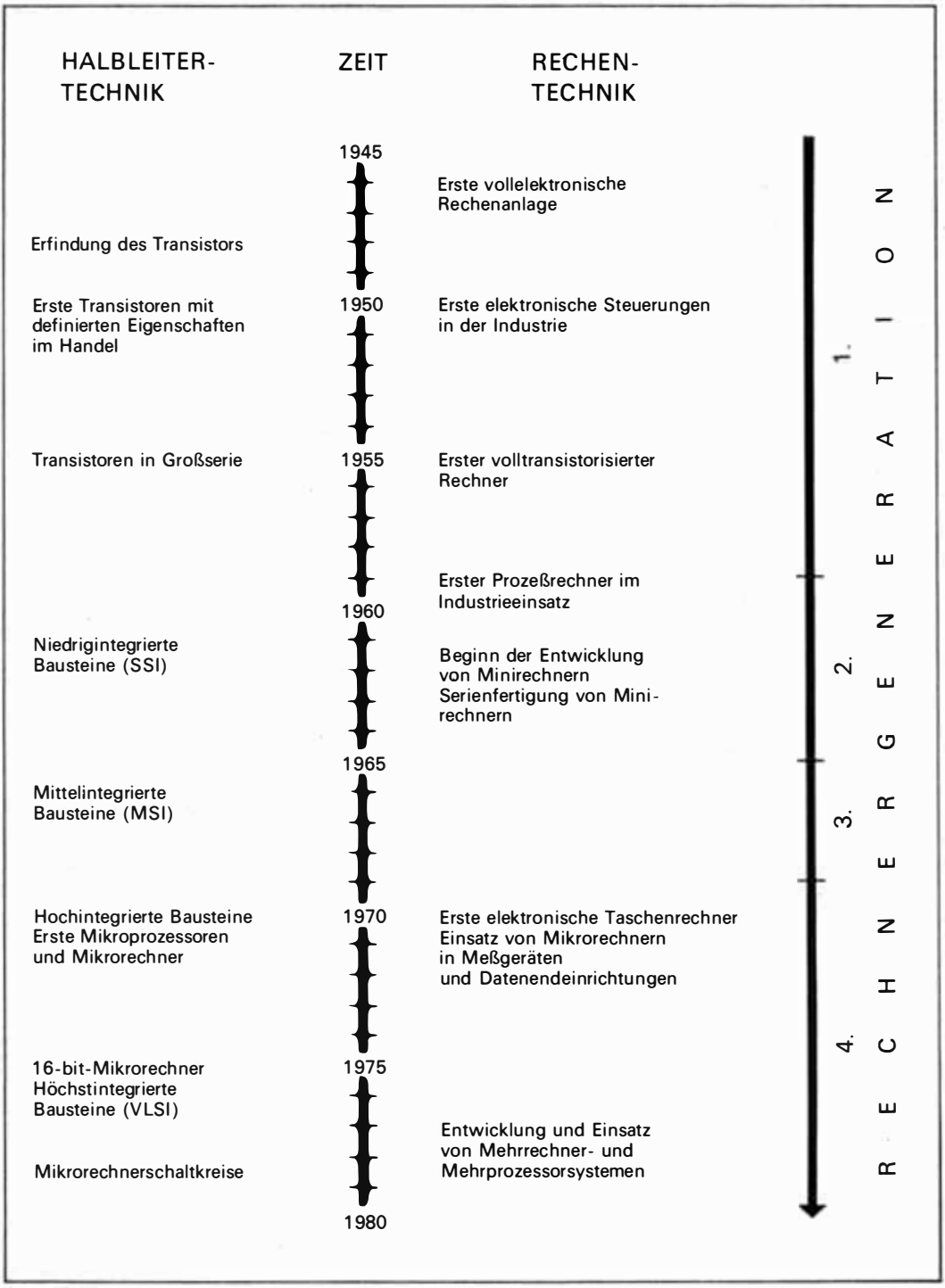
Im Jahre 1908 gelang dem Österreicher von Lieben eine epochemachende Erfindung: die Elektronenröhre. Damit war es erstmals möglich, die Stärke eines elektrischen Stroms ohne Umwege durch eine elektrische Größe direkt zu steuern. Das Zeitalter der Elektronik brach mit einer stürmischen Entwicklung der Nachrichten- und Radiotechnik an. Es dauerte jedoch immerhin fast vierzig Jahre, bis man den ersten Rechner auf vollelektronischer Basis realisieren konnte (s. Tabelle S. 248). Röhrenrechner zählen heute zur ersten einer Reihe von Generationen. In die fünfziger Jahre fiel mit der Entwicklung des Transistors der Beginn der Halbleiterelektronik, die schon bald die Elektronenröhre zu verdrängen begann. Elektronenrechner auf Transistorbasis übertrafen die Röhrenrechner um ein Vielfaches an Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit und hatten einen geringeren Energiebedarf. Sie bildeten die zweite Rechnergeneration.

Einen Wendepunkt in der Entwicklung der Halbleitertechnik brachte die Idee, nicht nur einen einzelnen Transistor, sondern mehrere einschließlich der Verbindungen zwischen ihnen auf einem Halbleiterplättchen (Chip) und in einem Gehäuse unterzubringen. Damit war der Grundstein für die Mikroelektronik gelegt. In der Folgezeit konnten infolge des raschen Fortschritts der Halbleitertechnologie immer mehr Einzelelemente (vorwiegend Transistoren) auf einem Chip untergebracht werden, und ein einziges Bauelement war damit in der Lage, Aufgaben zu erfüllen, die vorher ganze Baugruppen oder sogar komplette Geräte erfordert hatten.

Zur Illustration dieser stürmischen Entwicklung sollen zwei Erzeugnisse der Rechnerentwicklung miteinander verglichen werden. Die erste vollelektronische Rechenanlage ENIAC wurde 1946 in Betrieb genommen. Sie enthielt 17 500 Elektronenröhren sowie 1 500 Relais und benötigte 175 kW elektrischer Leistung bei einer Masse von 30 t. Ihre Verarbeitungsleistung kann heute – 35 Jahre später – bequem in einem Mikrorechner untergebracht werden, der in einer Aktentasche Platz hat, einige hundert Gramm wiegt und wenige Watt an Versorgungsleistung aufnimmt. In absehbarer Zeit wird die gleiche Rechnerleistung in einem einzigen Bauelement realisiert werden können.

Gegenwärtig hat der Integrationsgrad – das ist die Anzahl der Einzelelemente (vorwiegend Transistoreinheiten) auf einem Halbleiterchip – die Größenordnung 10^5 erreicht und wird auch in Zukunft noch weiter steigen (s. Abb. S. 249). Die gewaltige Größe dieser Zahl kann man etwa ermessen, wenn man bedenkt, daß man schon mit zwei Transistoren einen funktionsfähigen Radioempfänger aufbauen kann und

Präzisionsarbeit ist oberstes Gebot: In einem staubarmen Raum wird die Qualität der Materialien für Mikrobauelemente ständig kontrolliert



Die Zeittafel zeigt, wie eng Halbleitertechnik und Rechentechnik in der Entwicklung miteinander verbunden sind

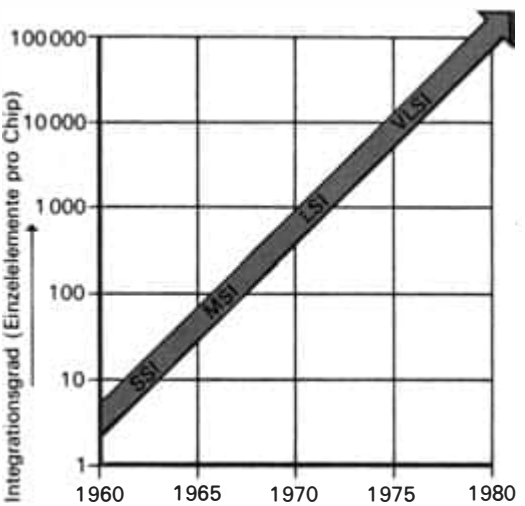
daß handelsübliche Rundfunk-, Tonband- oder Fernsehgeräte etwa zwanzig bis hundert Transistoren enthalten.

Dabei ergibt sich ein wesentliches Problem: Ein technisches System ist immer auf einen bestimmten Anwendungsbereich ausgerichtet, und je komplizierter das System ist, desto spezieller ist in der Regel auch seine Anwendung. Ein Kugelschreiber z. B. ist ein einfaches Gerät, mit dem man recht gut Gedanken schriftlich festhalten, Skizzen anfertigen oder seine tägliche Korrespondenz erledigen kann. Der kompliziertere und auch teurere Tuschefüller ist vornehmlich zur Herstellung technischer Zeichnungen geeignet, und nicht jeder wird sich wohl ein solches Zeichengerät anschaffen. Ganz ähnlich ist es mit den elektronischen Baugruppen. Ein speziell für die Steuerung von Waschmaschinen entwickelter Schaltkreis ist zunächst nur für diesen Anwendungszweck verwendbar, und kein Hersteller von Fernsehgeräten, Uhren oder Meßgeräten wird sich dafür näher interessieren.

Nun erfordern aber der Entwurf eines Schaltkreises und seine Einführung in die Produktion einen beachtlichen Aufwand. Für hochintegrierte Schaltungen ergeben sich dafür immerhin fünf- bis sechsstellige Kostengrößen. Die Produktion und der Einsatz werden also nur dann rentabel und effektiv, wenn große Stückzahlen hergestellt und eingesetzt werden. Deshalb ist es besonders wichtig, Schaltungsstrukturen zu finden, die so flexibel sind, daß sie die verschiedensten Anwenderbedürfnisse befriedigen oder ihnen entsprechend angepaßt werden können. Die derzeit einzige bekannte Struktur mit universeller Anwendungsbreite und Anpassungsmöglichkeit ist die Rechnerstruktur. Wird sie mit Hilfe von integrierten Schaltkreisen verwirklicht, so spricht man von einem Mikrorechner. Für den Aufbau eines Mikrorechners steht in der Regel eine Familie aus relativ wenigen Bauelementen zur Verfügung, die sich entsprechend den zu lösenden Aufgaben in unterschiedlicher Anzahl zusammenschalten lassen, so daß ein mehr oder weniger aufwendiges Gesamtsystem entsteht. Der Fachmann spricht hier von der Konfigurierbarkeit eines Mikrorechnersystems. Die Gesamtheit der Bauelemente und die Möglichkeiten ihrer Zusammenschaltung nennt man die Hardware des Mikrorechners. Dieses aus dem Englischen entlehnte Wort kann etwa mit Schaltungstechnik oder Gerätetechnik übersetzt werden.

Sind die Bauelemente zusammengeschaltet, ist die Hardware also konfiguriert, so bekommt der Rechner seine eigentliche Funktion durch ein Programm, das in seinen Arbeitsspeicher eingeschrieben wird. Mikrorechner sind damit programmierbare Systeme. Die Gesamtheit aller Programme heißt die Software (etwa soviel wie Programmtechnik) des Rechners. Konfigurierbarkeit und Programmierbarkeit sind also die entscheidenden Eigenschaften, die die vielseitige Anwendbarkeit der Mikrorechner begründen.

Die Grundstruktur der entstehenden Systeme ist dabei prinzipiell immer die gleiche (s. Abb. S. 250). Sie besteht aus einer zentralen Verarbeitungseinheit (ZVE), die in integrierter Form Mikroprozessor heißt, und einem Spei-



SSI (Small Scale Integration): Niedrigintegrierte Bauelemente
MSI (Medium Scale Integration): Mittelintegrierte Bauelemente
LSI (Large Scale Integration): Hochintegrierte Bauelemente
VLSI (Very Large Scale Integration): Höchstintegrierte Bauelemente

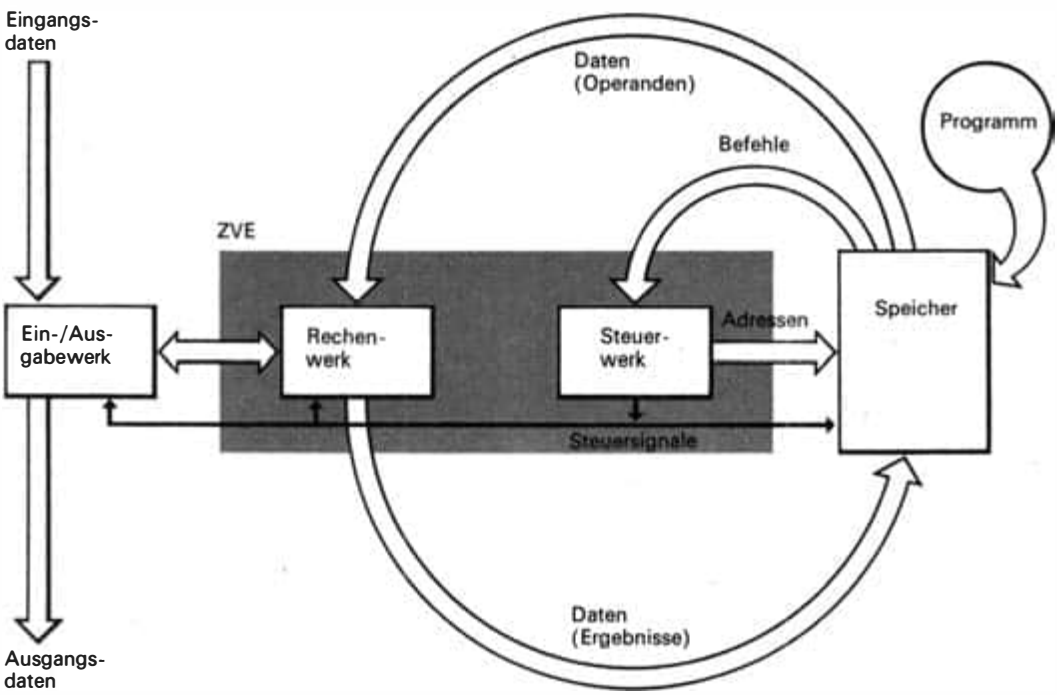
Die Anzahl der Einzelelemente auf einem Halbleiterchip ist in den letzten Jahrzehnten nahezu exponentiell angestiegen

cher, der das Arbeitsprogramm und die benötigten Daten enthält. Das Programm besteht aus Befehlen, die in der Reihenfolge ihrer Ausführung im Speicher aufgelistet sind. Es wird Befehl auf Befehl abgearbeitet (s. Abb. S. 251).

Dabei wird jeder Befehl erst in das Steuerwerk der ZVE eingelesen und dort entschlüsselt. Werden Daten für die Ausführung eines Befehls benötigt, so gelangen sie in das Rechenwerk, wo ihre Verknüpfung bzw. Verrechnung bei der Ausführung des Befehls erfolgt. Ein Eingabe-/Ausgabewerk gewährleistet den Datenaustausch des Rechners mit seiner Umwelt. Das Steuerwerk überwacht und koordiniert die auszuführenden Aktionen sowie ihre zeitliche Reihenfolge. Ein moderner Ein-Chip-Mikroprozessor braucht zur Absolvierung eines Befehlszyklus entsprechend unserer Abbildung etwa ein bis zwei Mikrosekunden (Befehlszykluszeit). Er kann also in einer Sekunde bis zu einer Million Befehle ausführen!

Für die Zusammenschaltung der einzelnen Bauelemente eines Rechners gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zwei davon sind in der Abbildung auf S. 252 dargestellt. Es erscheint zunächst naheliegend, die ZVE mit den anderen Bausteinen durch getrennte Leitungen zu verbinden. Dies hat jedoch den Nachteil, daß die Zahl der Anschlüsse am Mikroprozessor sehr hoch wird und die Grenze der technischen Möglichkeiten überschreiten kann. Außerdem ist die Anzahl der anschließbaren Einheiten von vornherein begrenzt und eine Erweiterung des Systems kaum möglich.

Zur Gewährleistung einer besseren Konfigurierbarkeit wird deshalb bei Mikrorechnern eine Busstruktur bevorzugt (in unserer Abbildung unten). Ein einheitliches System von Datensammelleitungen (Bussen) verbindet alle Baugruppen des Mikrorechners. Dabei gibt die ZVE auf dem Adreßbus eine Kennzahl (Adresse) aus, die festlegt, welches Bauelement oder auch welcher spezielle Teil davon gerade angesprochen werden soll. Der Transport von Daten erfolgt dann über den Datenbus, während der Steuerbus die nötigen Steuersignale an alle



Die gerätetechnische Grundstruktur eines (Mikro-) Rechners zeigt die Hauptelemente Zentrale Verarbeitungseinheit (ZVE) und Arbeitsspeicher. Ein Eingabe-/Ausgabewerk stellt die Verbindung mit der Umwelt her. Seine endgültige Funktion erhält das System durch das Programm im Arbeitsspeicher

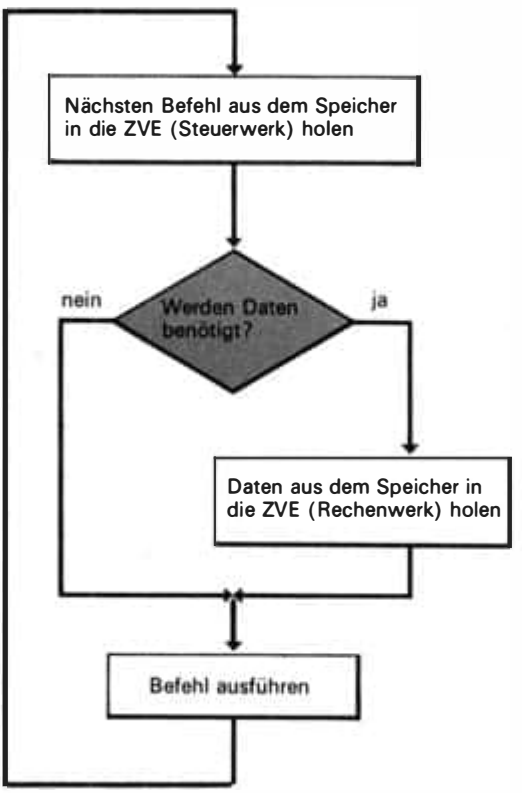
Systemkomponenten heranführt und so die zeitlichen Abläufe im System sicherstellt.

An dieser Stelle noch ein Wort zu den Mikrorechnerbauformen. Man muß sich dabei generell von der Vorstellung lösen, ein Rechner sei ein selbständiges Gerät mit einem eigenen kompakten Gehäuse und einer Bedieneinheit. Typisch für Mikrorechner ist vielmehr ihr Einsatz als Baueinheit, Baugruppe oder Bauelement in einem größeren elektronischen oder auch mechanischen System, dem man von außen gar nicht ansehen muß, daß es einen Rechner enthält. Besteht der Mikrorechner aus einer Anzahl von Kartenbaugruppen (gedruckte Leiterplatten mit entsprechenden Bauelementen), die in einem Steckrahmen zusammengefaßt sind, spricht man von einem Rechnereinschub. Finden alle Rechnerelemente auf einer einzigen Leiterplatte Platz, so nennt man dies Einplatinenrechner. Werden schließlich alle Teile der Rechnerstruktur in einem einzigen Halbleiterbaustein integriert, so erhält man einen Ein-Chip-Mikrorechner.

Die Anwendungsbreite der Mikrorechentechnik ist schon heute sehr groß. Sie reicht von industriellen Steuerungen für Werkzeugmaschinen, Industrieroboter und ganze Produktionslinien bis hin zu Kraftfahrzeugen, Haushaltgeräten und Erzeugnissen der Unterhaltungselektronik. Im folgenden soll an ausgewählten Beispielen die Signalverarbeitung mit Hilfe von Mikrorechnern etwas genauer betrachtet werden.

Als erstes wollen wir an einem konstruierten Beispiel – Verstärkung von Signalen – der herkömmlichen Technik eine Rechnerlösung gegenüberstellen (s. Abb. S. 254). Ein einfacher Signalverstärker kann mit einem Transistor sowie verschiedenen Widerständen und Kondensatoren aufgebaut werden (in unserer Abbildung links). Bei dieser, wie es heißt, festverdrahteten Lösung bestimmt die Art und Weise der Zusammenschaltung der einzelnen Bauelemente, also die Struktur der Schaltung, die Funktion. Bei geeigneter Bemessung der Schaltelemente werden wir am Ausgang eine Spannung u_a erhalten, die sich aus der Eingangsspannung u_e durch Vervielfachung mit einem Verstärkungsfaktor ergibt. Da hier alle Signalverläufe durch sich in gleicher Weise ändernde physikalische Größen (in unserem Beispiel sind es elektrische Spannungen bzw. Ströme) dargestellt werden, spricht man von analoger Signalverarbeitung. Diese Schaltung hat folgende Nachteile:

- Sie ist speziell auf die Verstärkung von Signalen mit einem bestimmten Verstärkungsfaktor zugeschnitten. Soll sie für andere Zwecke verwendet oder soll nur die Verstärkung geändert werden, so sind schaltungstechnische Änderungen (Austausch oder Hinzufügen von Bauelementen) erforderlich.
- Änderungen der Betriebsbedingungen, z. B. der Versorgungsspannung oder der Umgebungstemperatur, wirken sich relativ stark auf die Systemeigenschaften (in unserem Beispiel vor-



Ein Mikrorechner arbeitet sein Programm Befehl für Befehl ab. Der aus dem Speicher in die ZVE geholte Befehl wird dort entschlüsselt und dann ausgeführt, nachdem u. U. benötigte Daten eingelesen wurden

wiegend auf den Verstärkungsfaktor) aus und beeinträchtigen die Präzision der Arbeitsweise. Dies ist besonders von Bedeutung, wenn Aufgaben der Meßtechnik gelöst werden sollen.

Bei der Lösung des Verstärkungsproblems mit einem Mikrorechner muß man zunächst berücksichtigen, daß ein Rechner nur digitale Größen (im einfachsten Falle Zahlenwerte) verarbeiten kann. Deshalb müssen am Eingang und am Ausgang spezielle Wandler vorgesehen werden. In unserer Abbildung rechts sind das ein Analog-Digital-Wandler, der die Eingangsspannung in ein entsprechendes digitales Eingangssignal, sowie ein Digital-Analog-Wandler, der die digitalen Ausgangswerte des Rechners wieder in Spannungsgrößen umwandelt. Beides sind elektronische Baugruppen, die heute gleich mit auf dem Rechnerchip untergebracht werden können.

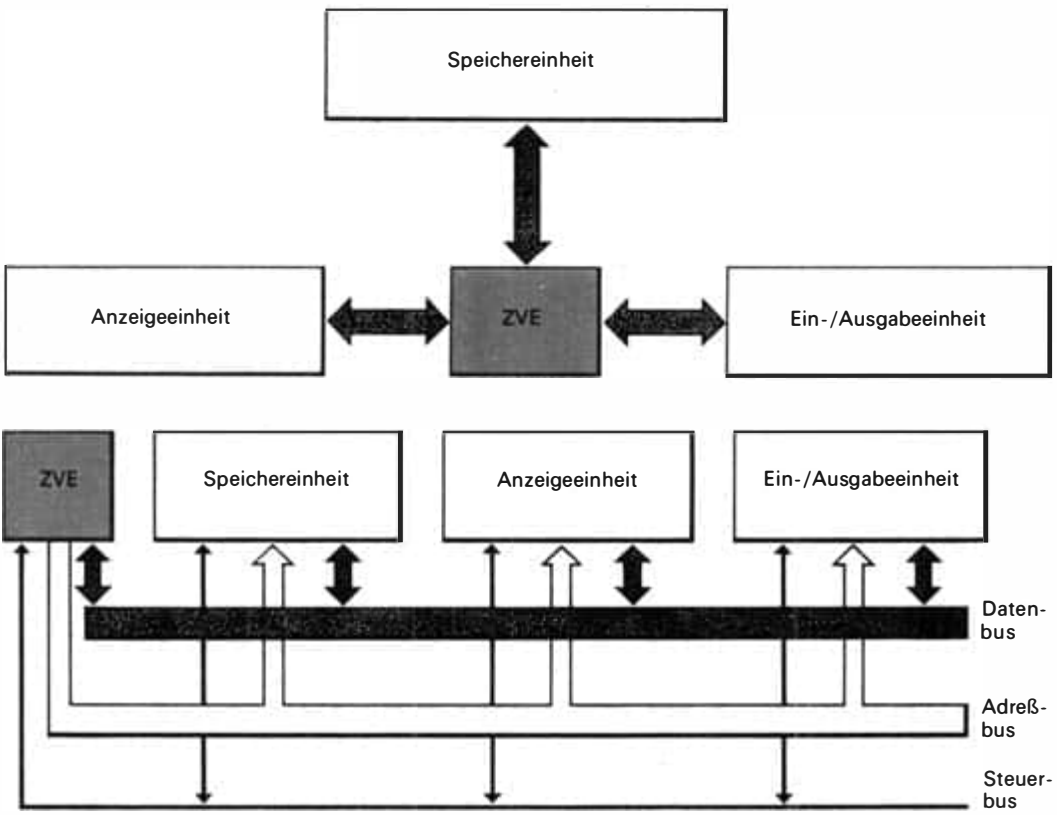
Für die Aufstellung des Arbeitsprogramms muß man sich genau überlegen, was es bedeutet, ein Signal zu verstärken. Man kann die Aufgabe etwa auf die Formel bringen: Lies das Eingangssignal ein, multipliziere es mit einem konstanten Faktor, der Verstärkung, und führe das Multiplikationsergebnis dem Ausgang zu. Eine solche Arbeitsvorschrift heißt Algorithmus. Er muß bei einer Rechnerlösung in ein Programm umgesetzt werden. Dies würde in unserem Beispiel etwa wie folgt aussehen:

Befehl 1: Löse den Umsetzvorgang im Analog-Digital-Wandler aus.

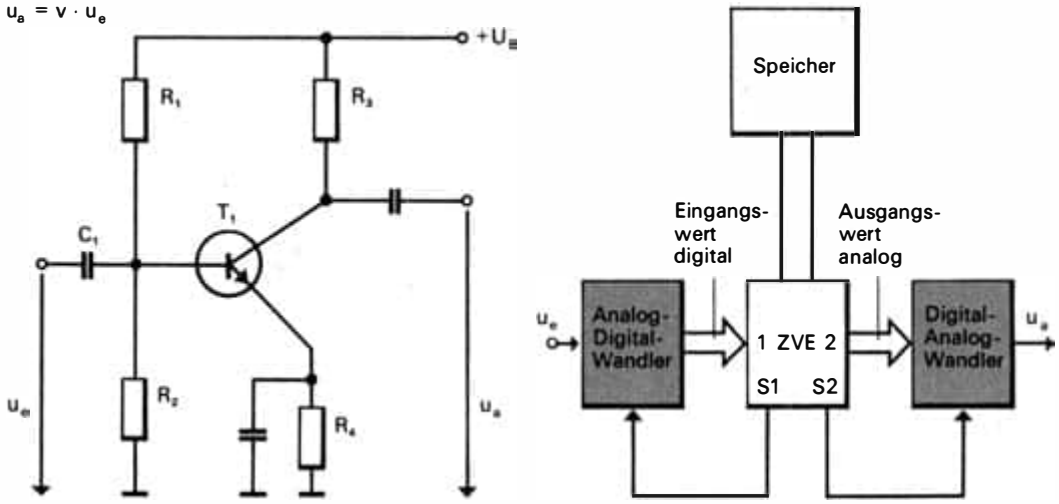
Befehl 2: Lies den digitalen Eingangswert in die ZVE ein.

Befehl 3: Multipliziere den Eingangswert mit dem Verstärkungsfaktor.

Befehl 4: Gib das Ergebnis an den Digital-Analog-Wandler am Ausgang aus.



Verschiedene Verbindungsstrukturen von Rechnerkomponenten: Bei der Sternstruktur (oben) sind alle Baugruppen mit der ZVE durch separate Leitungen verbunden; die Anzahl der Verbindungsleitungen wächst mit der Anzahl der anzuschließenden Einheiten. Die Busstruktur (unten) zeichnet sich durch ein einheitliches System von Sammelleitungen aus, an das weitere Einheiten angeschlossen werden können



Zwei Möglichkeiten zur Verstärkung von Signalen: Bei dem festverdrahteten Verstärker (links) bestimmen die Bauelemente und die Art ihrer Zusammenschaltung die Funktion der Baugruppe. Die Rechnerlösung (rechts) erhält ihre Funktion erst durch das Programm im Speicher des Rechners

Befehl 5: Löse den Umsetzvorgang im Digital-Analog-Wandler aus.
Befehl 6: Springe zurück zu Befehl 1.
Dieses Programm wird in rascher zeitlicher Folge immer wieder durchlaufen.

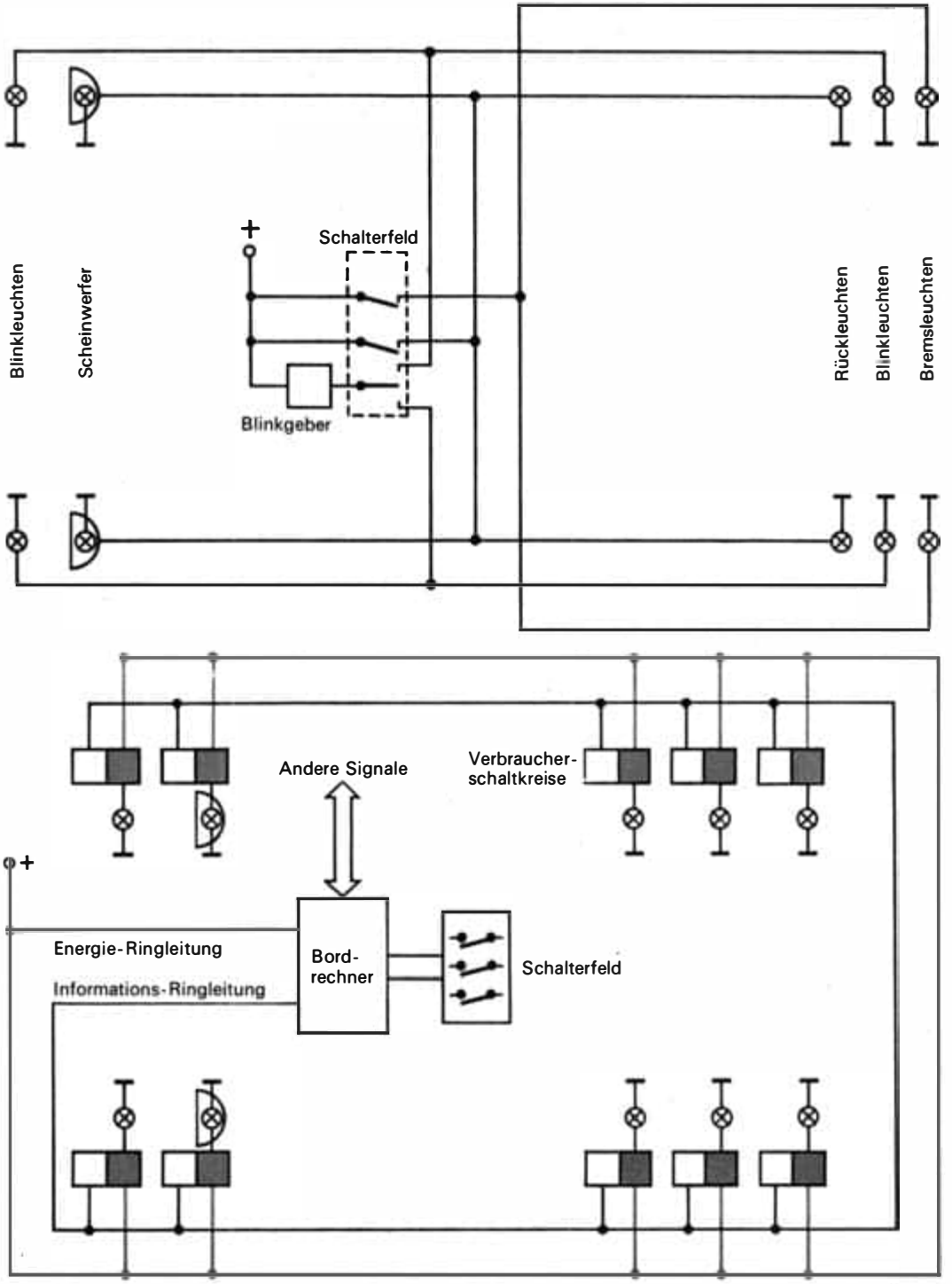
Bringt man das Programm und alle dazugehörigen Baugruppen in einem Schaltkreis unter, entsteht ein Bauelement, das sich, von außen gesehen, wie ein ganz gewöhnlicher Verstärker verhält. Der Anwender wird in vielen Fällen gar nicht merken, daß er eigentlich einen kleinen Rechner benutzt.

Diese Rechnerlösung hat im Vergleich zu der zuvor erwähnten festverdrahteten Variante folgende Vorteile:

- Eine Änderung der Betriebsdaten ist leicht möglich. Soll z. B. eine andere Verstärkung eingestellt werden, so ist nur die Zahl, mit der im Befehl 3 multipliziert wird, auszutauschen. Ebenso läßt sich das System auf ein Filter umprogrammieren, ohne daß dabei an der Zusammenschaltung irgend etwas geändert werden muß.
- Aufgrund der internen digitalen Signalverarbeitung ist das System gegen sich verändernde Umweltbedingungen weitgehend unempfindlich. Seine Funktion, die Eingangssignale mit dem Verstärkungsfaktor 68 zu multiplizieren, wird es auch bei Änderungen der Versorgungsspannung und der Umgebungstemperatur in weiten Grenzen sicher erfüllen.

Ein zweites Beispiel soll noch andere Effekte der Einführung mikroelektronischer Schaltkreise im allgemeinen und der Mikrorechentechnik im besonderen zeigen.

Jeder kennt wohl die elektrische Anlage eines Kraftfahrzeuges, von der die Abbildung auf S. 255 einen Ausschnitt zeigt. Die elektrische Energie wird in der Lichtmaschine erzeugt, im Akkumulator gespeichert und einem zentralen Schalterfeld am Armaturenbrett zugeführt. Von hier gehen Leitungen zu den verschiedenen Verbrauchern; sie bilden insgesamt einen dicken Kabelbaum, der ziemlich aufwendig herzustellen ist, eine Menge wertvollen Kupferdrahtes verschlingt und am fertigen Fahrzeug bei Auftreten eines Defektes nur schwierig repariert werden kann. Mit elektronischen Mitteln kann hier eine günstigere Lösung gefunden werden (in unserer Abbildung unten). Jeder Verbraucher ist über einen Schaltkreis an einen dicken Draht, die Energie-Ringleitung, und an einen dünneren Draht, die Informations-Ringleitung, angeschlossen. Außer diesen beiden Ringleitungen ist im Fahrzeug keine weitere Verkabelung erforderlich. Eine zentrale Elektronik, z. B. ein Mikrorechner, wertet den Zustand des Schalterfeldes aus und gibt ein entspre-



Vereinfachtes Schema der elektrischen Anlage eines Kraftfahrzeuges: oben mit konventioneller Verdrahtung vom zentralen Schalterfeld zu jedem Verbraucher, unten mit einer zentralen Elektronik (Bordrechner) und einem speziellen Schaltkreis für jeden Verbraucher; hierdurch wird der Verkabelungsaufwand erheblich reduziert

chendes Signal auf die Informations-Ringleitung. Dieses Signal besteht aus einer für jeden Verbraucher charakteristischen Gruppe von Impulsen in bestimmter Reihenfolge und wird den Verbraucherschaltkreisen zugeführt. Der anzusprechende Schaltkreis erkennt (dekodiert) das Signal und schaltet über sein Leistungsteil (in unserer Abbildung jeweils grau markiert) den Verbraucher ein. Die zentrale Elektronik oder der Bordrechner übernimmt dabei außerdem die Funktion des Blinkgebers und anderer Steuereinheiten. Auf diese Weise kann die bisherige Funktion ohne aufwendigen Verkabelungswirrwarr gesichert werden. Der Fahrer wird von außen nicht einmal einen Unterschied feststellen. Er profitiert von der neuen Lösung unter anderem dann, wenn ein Defekt auftritt; denn ein Verbraucherschaltkreis kann schnell ausgewechselt werden und ist aufgrund der hohen Stückzahlen in der Kraftfahrzeugindustrie recht billig herzustellen.

Damit haben wir den ersten wesentlichen Effekt bei der Einführung der Mikrorechentechnik bzw. Mikroelektronik charakterisiert: die Ablösung herkömmlicher Verfahren durch neue, aufwand- und kostensparende Methoden bei voller Wahrung der Gebrauchswerteigenschaften der entsprechenden Erzeugnisse.

Ein zweiter Effekt ergibt sich aus der hohen Verarbeitungsleistung der Mikrorechnersysteme. Die Zeitdauer der Vorgänge in der Anlage unserer Abbildung auf S. 255 liegt etwa in der Größenordnung von 0,1 bis 1 Sekunde. In der Zwischenzeit kann der Bordrechner weitere Aufgaben lösen. Er kann z. B. den Ladezustand der Batterie kontrollieren und den genauen Zündzeitpunkt in Abhängigkeit von der Gaspedalstellung, der Drehzahl und dem abzugebenden Drehmoment berechnen. Dadurch wird es möglich, eine optimale Arbeitsweise des Motors einzustellen, seinen Wirkungsgrad zu verbessern und somit den Kraftstoffverbrauch zu verringern. Man hat auch erfolgreiche Versuche unternommen, den mechanischen Zündverteiler und die Nockenwelle bei Viertaktmotoren durch mikroelektronische Lösungen zu ersetzen. Der zweite wesentliche Gesichtspunkt bei der Einführung der Mikrorechentechnik sind demnach die erweiterte Leistungsfähigkeit und die verbesserten Gebrauchswerteigenschaften bestehender Steuerungssysteme bei vergleichsweise geringem Mehraufwand.

Der dritte Aspekt ist die Schaffung völlig neuer, bisher nicht bekannter Systeme. Zwei Zahlen sollen die zu erwartende Entwicklung charakterisieren. Experten haben eingeschätzt, daß Mikrorechner in insgesamt 30 000 verschiedenen Erzeugnissen Anwendung finden werden, über die heute zum großen Teil gar keine oder nur spekulative Vorstellungen vorhanden sind. Gegenwärtig besteht Klarheit über den Mikrorechnereinsatz in etwa 5000 Erzeugnissen. Hier eröffnet sich ein interessantes, zukunftsträchtiges und volkswirtschaftlich außerordentlich bedeutungsvolles Betätigungsfeld für Wissenschaftler und Techniker elektrotechnisch-elektronischer Bereiche wie auch anderer Disziplinen. Sie bilden in der Tat eine gewaltige, eine Makrowelt – die kleinen Mikrorechner –, und an uns ist es, sie weiterzuentwickeln und verantwortungsbewußt zum Nutzen des gesellschaftlichen Fortschritts anzuwenden.

Der Aufstand des Túpac Amaru

Dr. Ursula Thiemer-Sachse

Vor nunmehr 200 Jahren – am 18. Mai 1781 – wurde der Führer des großen peruanischen Indianeraufstandes José Gabriel Condorcanqui, der sich nach seinem mütterlichen Ahnen, dem letzten Inka, Túpac Amaru nannte, mit seiner Frau und den getreuesten Gefolgsleuten auf dem zentralen Platz der ehemaligen Inka-Hauptstadt Cuzco hingerichtet. Mit seinem Tode glaubte die spanische Kolonialmacht den Funken der Rebellion endgültig ausgetreten zu haben. Doch die Volksbewegung konnte dadurch nicht erstickt werden.

Das Feuer des Widerstands hatte sich mit Windeseile ausgebreitet, hatte die arbeitenden indianischen Massen in weiten Teilen der Andenländer erfaßt. Ursache für die bewaffneten Auseinandersetzungen waren die unmenschlichen Bedingungen, unter denen die peruanischen Indianer bereits über 200 Jahre seit der spanischen Eroberung auf den Plantagen und Haciendas und in den Silberminen arbeiten mußten.

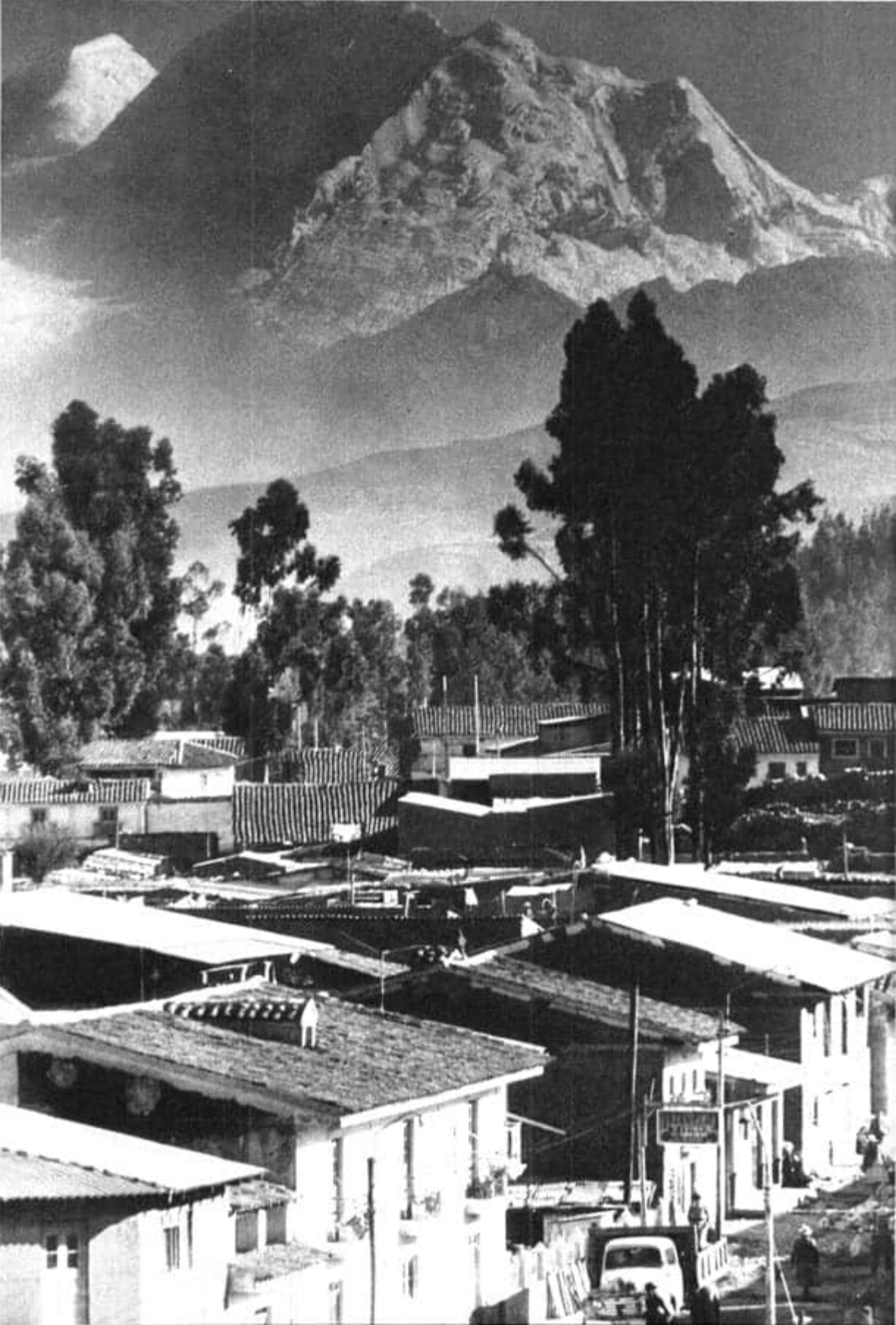
Schon in vorspanischer Zeit war die ländliche Bevölkerung vom Inka-Adel ausgebeutet worden. Die Dorfgemeinden wurden gezwungen, Teile des Bodens für den Herrscher und zugunsten der Tempel zu bebauen. Die Männer zog man zum Bau und zur Erhaltung der Tausende Kilometer langen Straßen des Inkareiches heran, sie hatten Kriegsdienst in den Eroberungsheeren zu leisten und waren zeitweilig zur Arbeit in den Bergwerken verpflichtet. Dazu mußten sie ihre heimatlichen Dörfer verlassen und lebten lange Zeit von ihren Familien getrennt. Während dieser Einsätze wurden sie aus den Vorratsspeichern des Inka versorgt.

Als die Spanier ins Land kamen, das indianische Riesenreich unterwarfen und die alte Herrschaft durch eine weitaus brutalere ersetzten, verschärfte sich mit dem wachsenden Druck der Ausbeutung die Not der indianischen Massen. Hinzu kam die nackte Gewalt: Die Indianer waren allen Arten der Mißhandlung wehrlos ausgesetzt und hatten sich überdies den Missionaren, eifernden Verfechtern der neuen Religion, zu fügen.

Infolge der rücksichtslosen Verschleppung der Männer in die Bergwerke – was meist den Tod fern der Heimat bedeutete –, der ideologischen Unterdrückung und der immer stärkeren Auspressung der bäuerlichen Arbeitskraft begann sich die Erinnerung an die Herrschaft der Inka zu verklären. Nach mehr als zwei Jahrhunderten feudalkolonialer Ausbeutung erschien den indianischen Menschen das vorspanische Inkareich als das erstrebenswerte Ideal menschlichen Zusammenlebens. Die Produktivkräfte waren noch nicht so weit entwikkelt, daß sich die analphabetischen Massen klare Vorstellungen über einen gesellschaftlichen Fortschritt hätten machen können. Die Zeit war für Ideen einer glücklicheren Zukunft in einer von Ausbeutung freien Gesellschaft noch nicht reif.

Unter den Bedingungen der kolonialfeudalen Ausplünderung vermochte man sich nur an der Vergangenheit zu orientieren. So wurde die Wiederherstellung des Inkareiches von den einfachen ländlichen Massen zur Forderung erhoben. Das kam den Bestrebungen der indianischen Adligen entgegen, die zwar ihrer Macht im wesentlichen beraubt, aber unter dem feudalkolonialen Regime in das soziale Gefüge so eingegliedert waren, daß sie doch noch viele Vorteile genossen: Sie hatten an den Privilegien der herrschenden Klasse, z. B. auf Bildung und Dienerschaft, und auch in bestimmtem Maße an der Ausbeutung der Bauern Anteil. Ihnen mußte die Rückbesinnung auf die vorspanische Zeit dennoch ein besonderes Anliegen sein. Indem die indianischen Adligen die Wiedererrichtung der Inkaherrschaft propagierten, brachten sie einen großen Teil der Massen hinter sich. So entwickelte sich eine Volksbewegung, die objektiv an den Grundpfeilern der Feudalgesellschaft rüttelte, wenn sie auch subjektiv weitgehend von den Ideen der Restaurierung eines vergangenen Zustandes bestimmt war, der nicht mehr auf der Tagesordnung der Geschichte stand. Rückbesinnung auf die Inkaherrschaft war aber zugleich die Vorstellung von einer indianischen

Blick von Huaraz auf den Nevado de Huascarán, den mit 6768 m höchsten Berg Perus, einen erloschenen und vergletscherten Vulkan



Vergangenheit ohne weiße Eroberer. Indem sie eine rein indianische Gesellschaft zum Kampfziel machten, wehrten sich die indianischen Volksmassen gegen die vom Kolonialregime praktizierte Rassenisolierung und Diskriminierung. Sie beraubten sich allerdings damit der Möglichkeit eines festen Bündnisses mit den Mestizen, den Mischlingen, die aus den Verbindungen spanischer Eroberer mit Indianerinnen hervorgegangen waren und ebenfalls unterdrückt und ausgebeutet wurden. Weil unter der spanischen Kolonialmacht die Klassenfrage als Rassenfrage erschien, war auch die Widerstandsbewegung in Form und Inhalt von den Indianern geprägt: Klassenkampf schien ein Kampf zwischen den Rassen zu sein.

Im Vizekönigreich Peru übernahm der indianische Adlige José Gabriel Condorcanqui die Führung der Volksbewegung. Er war als Sohn eines indianischen Kaziken 1740 oder 1741 in Surimana im peruanischen Hochgebirge geboren worden. Seine Eltern hatte er früh verloren, war unter der Obhut von Verwandten herangewachsen und im Sinne seiner Rolle als Nachkomme des Inkageschlechts erzogen worden. Einen entscheidenden Einfluß auf den jungen Kaziken hatten aber auch die katholischen Geistlichen der ihm zugeordneten Hochgebirgsdörfer des Kazikats Tungasuca. Sie wirkten auf seine Erziehung und Bildung ein und machten ihn empfänglich für ein Zusammenwirken mit »gutwilligen« Kreolen und Mestizen. Später studierte er sechs Jahre lang am Kolleg für Kazikensöhne in Cuzco. Neben der religiösen Unterweisung wurden dort vor allem die spanische Sprache sowie Lesen und Schreiben vermittelt. In diesem von der Sehnsucht nach dem untergegangenen Inkareich und der Ablehnung der spanischen Kolonialgewalt geprägten Milieu entwickelte sich die Persönlichkeit Condorcanquis.

Die Erkenntnis der Ungerechtigkeiten der spanischen Unterdrücker gegenüber seinen indianischen Landsleuten verband sich bei ihm mit dem Verantwortungsgefühl als Nachkomme der Inka. Im Bewußtsein des ererbten Herrschaftsanspruches in Peru war er sich seiner großen Bedeutung für die indianischen Massen voll bewußt. Condorcanqui betrachtete sich als Nachfolger des letzten nach altem Ritual geweihten Inka, Túpac Amaru (Große Schlange), der sich im 16. Jahrhundert gegen das spanische Kolonialjoch zur Wehr gesetzt hatte. Er war von den Spaniern zu angeblichen Verhandlungen nach Cuzco gelockt und dort auf Befehl des Vizekönigs Toledo 1579 hingerichtet worden. Wie sehr das Schicksal des zweiten Túpac Amaru dem des ersten dieses Namens ähneln sollte, hat die Geschichte gezeigt!

Zunächst versuchte Túpac Amaru II., mit legalen Mitteln des Protestes gegen die Ausschreitungen der Korregidoren vorzugehen, jener Kolonialbeamten, die als regionale Vertreter der spanischen Krone für die verschärfte Ausbeutung und Unterdrückung der indianischen Bevölkerung verantwortlich waren. Damals gingen die Korregidoren unter Ausnutzung ihrer staatlichen Macht daran, sich mittels gesteigerter Arbeits- und Tributausbeutung sowie eines erzwungenen Handels in Grundeigentümer zu verwandeln. Ihr Verhalten stand in gewissem Widerspruch zum aufgeklärten Absolutismus der spanischen Zentralgewalt. Es ist bezeichnend, daß sich der Widerstand deshalb gezielt gegen die Aktionen der Korregidoren richtete. Unter dem Eindruck der zunehmenden Repressalien und aus den gewonnenen Erfahrungen heraus, daß mit verbalen Protesten keine Veränderungen zu erzielen waren, stellte sich Túpac Amaru schließlich an die Spitze der Volksbewegung, sammelte die sich erhebenden Massen zu einem gewaltigen Aufständischenheer, in dem über 80000 Indianer vereinigt waren, davon mindestens 20000 gut bewaffnet, und leitete die militärischen Operationen gegen die Kolonialtruppen.

Als der Aufstand ausbrach, erschien Túpac Amaru an der Spitze der Kämpfenden in vollem Ornat und mit allen Insignien eines herrschenden Inka. Seine Forderungen richteten sich auf die Abschaffung des Amtes der Korregi-

doren sowie die Beseitigung der »Mita« genannten Zwangsarbeiten in den Silberbergwerken von Potosí, der Steuern, Zölle und des staatlichen Tabakmonopols. Er wandte sich gegen die »Obraje« genannte Zwangsarbeit vor allem in den Textilmanufakturen sowie die als »Yanacunaje« bezeichneten Dienerpflichten der Indianer bei mestizischen und kreolischen Peruanern sowie spanischen Kolonialbeamten. Außerdem setzte er sich für die Befreiung der Sklaven ein und erließ in den von ihm beherrschten Gebieten eine entsprechende Verordnung – immerhin mehr als fünfzig Jahre, bevor die erstarkenden kapitalistischen Staaten Westeuropas die Sklavenbefreiung propagierten.

Am 4. November 1780 begannen die bewaffneten Aktionen. Túpac Amaru nahm den Korregidor von Tinta gefangen und brachte ihn in das heimatliche Dorf Tungasuca, das in den Anden über 4000 m hoch gelegen und äußerst schwierig zu erreichen war. Dort ließ er ihn wegen seiner schweren Vergehen bei der Erpressung von Steuern und Zwangsarbeit im Namen des spanischen Königs hinrichten. Im Gefolge dieser Exekution forderte er die benachbarten Kaziken auf, ebenfalls im Namen des Königs gegen die Korregidoren vorzugehen, die im Widerspruch zu den Bestrebungen der spanischen Krone handelten. Am 18. des gleichen Monats kam es bei dem Dorf Sangarara, fünf Meilen von Tinta entfernt, zu einer Schlacht zwischen den Indianern und den aus

Esel sind in den Andenbezirken neben dem Lama noch immer die wichtigsten Transportmittel der Indiobauern

Cuzco zu ihrer Bekämpfung ausgerückten Kolonialtruppen. Die Aufständischen gingen als Sieger hervor.

Nach der gewonnenen Schlacht wäre der Weg nach Cuzco, der ehemaligen Hauptstadt des Inkareiches und dem Sitz der Kolonialverwaltung im zentralen peruanischen Hochland, frei gewesen. Túpac Amaru zog sich jedoch mit den Gefangenen und den erbeuteten Waffen nach Tungasuca zurück. Er hoffte höchstwahrscheinlich, daß Cuzco sich mit friedlichen Mitteln erobern ließe. So sandte er am 3. Januar 1781 eine Botschaft an den Stadtrat von Cuzco mit der Forderung, die grausamen Kolonialbeamten einer gerechten Strafe zuzuführen. Die Botschaften zur Unterwerfung der Stadt blieben jedoch ungehört. Die spanische Kolonialverwaltung rüstete vielmehr zum Widerstand. Sie verhängte über Cuzco die Ausgangssperre, um zu verhindern, daß sympathisierende Indianer zu den Aufständischen überliefen. Am 3. Januar ging Túpac Amaru zum Sturm auf die Stadt über. Zwei Tage wütete die Schlacht zwischen Aufständischen und Kolonialtruppen in den Vororten und auf den umliegenden Höhen. Mestizische und indianische Einwohner, irregeführt durch die Propaganda des Kolonialregimes, griffen zu den Waffen. Mehr als 8000 Mann unterstützten die Kolonialtruppen. Schließlich mußte sich das Rebellenheer zurückziehen, vor allem weil die Kampfmoral der Indianer von Geistlichen untergraben wurde, die mit Exkommunizierung drohten. Der Aufstand breitete sich jedoch über weite Gebiete der Vizekönigreiche Peru und La Plata aus. Seine Flamme begann sogar auf das Vizekönigreich Neugranada überzuspringen.

Am 19. März kam es schließlich bei Tinta zu entscheidenden militärischen Auseinandersetzungen. Dem zahlenmäßig starken, aber mit wenig Feuerwaffen bestückten indianischen Heer stellte die Kolonialmacht Truppen von über 17000 Mann entgegen. Zum großen Teil bestanden diese aus indianischen Hilfstruppen,

Typisches Indiohaus aus unbehauenen Felssteinen in 4000 m Höhe

Indianische Familie aus Ayacucho, Peru

die aus anderen Gegenden zusammengezogen und durch Drohungen botmäßig gehalten wurden. Als sich die Kolonialbehörden der großen Gefahr bewußt wurden, versuchten sie die Indianer zu verunsichern und zu spalten. Außer den Führern der Bewegung wurde allen Aufständischen ein Generalpardon versprochen. Auch erhoffte man sich aus der Exkommunizierung des Túpac Amaru und seiner engsten Getreuen einen entscheidenden Einfluß auf die zutiefst religiösen Indianer.

Anfang Mai war ein scheinbar totaler Zusammenbruch der Aufständischen erreicht, Túpac Amaru versuchte zu fliehen. Auf seinen Kopf waren 20000 Pesos ausgesetzt, falls er lebendig gefangen würde. Durch Verrat geriet er am 6. Mai in die Hände der Kolonialtruppen. Das Bemühen seiner getreuesten Gefolgsleute, ihn auf dem Transport nach Cuzco zu befreien, schlug fehl. Auch seine Frau Micaela Bastidas, die eine für die damalige Zeit außerordentliche Rolle als Protagonistin des Kampfes gespielt hatte, zwei seiner Söhne und andere Führer der Volksbewegung gerieten in Gefangenschaft. Sie alle wurden gefoltert, um aus ihnen herauszupressen, ob es Verbündete unter den kreolischen Peruanern gegeben, ob ausländische Mächte – vor allem England – Hilfe geleistet hätten und wie der Aufstand fortgesetzt werden sollte. Trotz der grausamen Foltermethoden blieben die Gefangenen ungebrochen und stumm. Am 14. Mai wurde gegen Túpac Amaru II. das Todesurteil verkündet. Vier Tage später vollstreckte man es auf dem Hauptplatz von Cuzco. Mit ihm starben seine Frau, seine Söhne und seine engsten Vertrauten. Die Köpfe der Hingerichteten wurden zur Abschreckung durch die Provinzen getragen, ihre Asche in alle vier Winde gestreut . . . Zur Zeit der Hinrichtung erhob sich mitten in der Trockenheit ein stürmisches Unwetter, das von den schweigend verharrenden indianischen Zeugen des entsetzlichen Geschehens als ein Zeichen des Unwillens der überirdischen Mächte über den grausamen Tod des Inka gedeutet wurde. Er hatte das Banner des Befreiungskampfes gegen das Kolonialjoch wieder aufgerichtet, das den Händen seiner Vorfahren entglitten war. Doch auch ihm glückte der Sieg nicht!

Noch zehn Jahre sollte es allerdings dauern, bis es der spanischen Kolonialmacht gelang, den Aufstand endgültig niederzuschlagen. Etwa eine Million Indianer fielen den Repressalien zum Opfer. Die Restauration der Kolonialmacht war so tiefgreifend, daß sich die Spanier gerade in Peru besonders lange halten konnten. Die einheimischen kreolischen Großgrundbesitzer und Bergwerkseigentümer hatten die Gewalt der Massen während des Indianeraufstandes kennengelernt; sie fürchteten sich davor, ihre Unabhängigkeitsbestrebungen mit einer derartigen Massenbewegung zu verbinden, und hielten deshalb besonders in Peru noch lange am Kolonialstatus fest. Erst 1824 rückte der Befreier des nördlichen Südamerika, Simón Bolívar, mit seinem Heer in Peru ein, und erst 1826 beendete die Schlacht bei Ayacucho in den peruanische Anden die spanische Kolonialherrschaft auf dem lateinamerikanischen Kontinent. Die Unabhängigkeit war damit schließlich ohne konsequente Mobilisierung der indianischen Massen Perus verwirklicht worden.

Der Aufstand des Túpac Amaru war als bewaffnete Aktion für die indianischen Menschen zwar ergebnislos geblieben, hatte sogar die Ausbeutung und Unterdrückung zeitweilig noch verstärkt. Dennoch war er das erste Signal dafür, daß die den indianischen Ureinwohnern Spanisch-Amerikas aufgezwungene feudalkoloniale Gesellschaft bereits in ihren Grundmauern erschüttert war. – Heute ist Túpac Amaru II. zum Symbol des Kampfes gegen Ausbeutung und Unterdrückung geworden. Sein Andenken ehren die indianischen Bauern Perus.

Prof. Dr. sc. Eberhard Forth · Doz. Dr. sc. Eberhard Schewitzer

Organismen und Maschinen

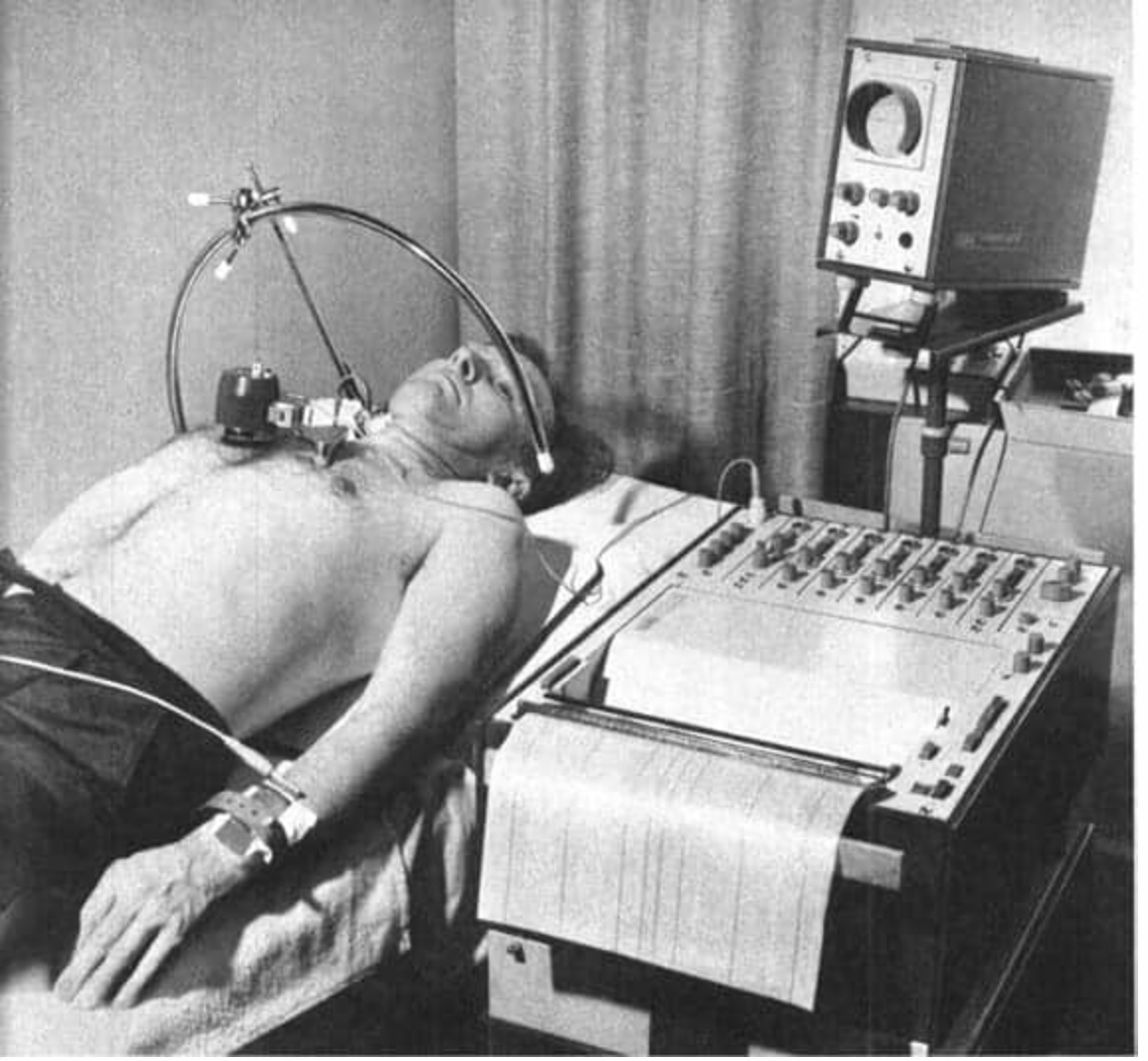
Früher schien es so, als hätten technische Ausrüstungen und der biologische Organismus nur einen äußerlichen Kontakt miteinander, der in der Benutzung der Technik durch den Menschen besteht. Durch erkannte Einflüsse der technischen Entwicklung auf die belebte Welt sind wir auf Wechselwirkungen zwischen Natur und Technik aufmerksam geworden.

Als im Jahre 1835 die erste Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth ihre Strecke hinter sich gebracht hatte, war in den Zeitungen nicht nur von Begeisterung über die Technik zu lesen, sondern auch von Protesten engagierter Naturfreunde, die ihre Befürchtungen darüber äußerten, daß Lärm, Gestank und Geschwindigkeit des neuen Reiseungeheuers katastrophale Folgen sowohl für die Fruchtbarkeit der Kühe auf den Weiden als auch die Gesundheit der Reisenden haben werde. Wie wir heute über die Wirkung unserer elektrisch betriebenen Züge wissen, waren diese Reaktionen Ausdruck eines unbegründeten Extremismus, der allerdings auf andere Weise – durch die Wirkungen der großindustriellen Produktion auf die Natur – heute eine gewisse Bestätigung erfahren hat. Jedenfalls war es das Aufflackern der ersten wenn auch im Detail oft unzutreffenden Gedanken über Wirkungsbeziehungen zwischen Natur und Technik.

Bisher ging man in der Regel davon aus, daß ein technisches Gerät oder eine technische Anlage von ihrem Schöpfer, entsprechend den gegebenen Möglichkeiten, entwickelt wurde und alles andere sich diesen Gegebenheiten anzupassen hatte. Das heißt ganz einfach, daß der Mensch lernen mußte, eine Maschine zu bedienen und mit ihr zu leben – eine Auffassung, die wir auch heute, obwohl erste Anzeichen einer anderen Entwicklung erkennbar sind, nicht außergewöhnlich finden. War es damals der Umgang mit einer Drehbank, einer Dampfmaschine oder dergleichen, so ist es jetzt beispielsweise ein kompliziertes Fluggerät in Luft- und Raumfahrt oder ein Elektronenrechner, für deren Bedienung wir sogar ein Hochschulstudium für notwendig erachten.

Es hat sich eine grundlegende Umgestaltung der Natur in eine Kulturlandschaft vollzogen, in deren Ordnung wir in vielen Fällen eine Anpassung an die technischen Produktionsmittel erkennen. Sogar Pflanzen wurden durch Zucht den landwirtschaftlichen Produktionstechnologien angepaßt. An diesen wenigen Beispielen läßt sich bereits erkennen, daß es in der Entwicklung eine Phase gegeben hat, in der das Verhältnis der biologischen zur technischen Sphäre überwiegend durch die Anpassung der Natur an die Bedingungen des jeweiligen Standes der Technik bestimmt wurde. Andererseits kann man in steigendem Maße feststellen, daß mit den wachsenden Möglichkeiten der Technik und der Überschreitung

Tierversuche – unentbehrliche Phase auch in der Entwicklung von Ersatzorganen für den Menschen; Aufnahme aus der »Pionierzeit« der Erprobung eines künstlichen Herzens



der Anpassungsfähigkeit des biologischen Bereiches Lösungen zunehmen, bei denen man von einer überwiegenden Anpassung der technischen Seite sprechen kann. Beispiele dafür sind Operationen, von denen der Mensch durch Automatisierung geistig und körperlich entlastet wurde. So kann heute ein Flugzeugführer den zielsicheren Langstreckenflug dem Autopiloten anvertrauen.

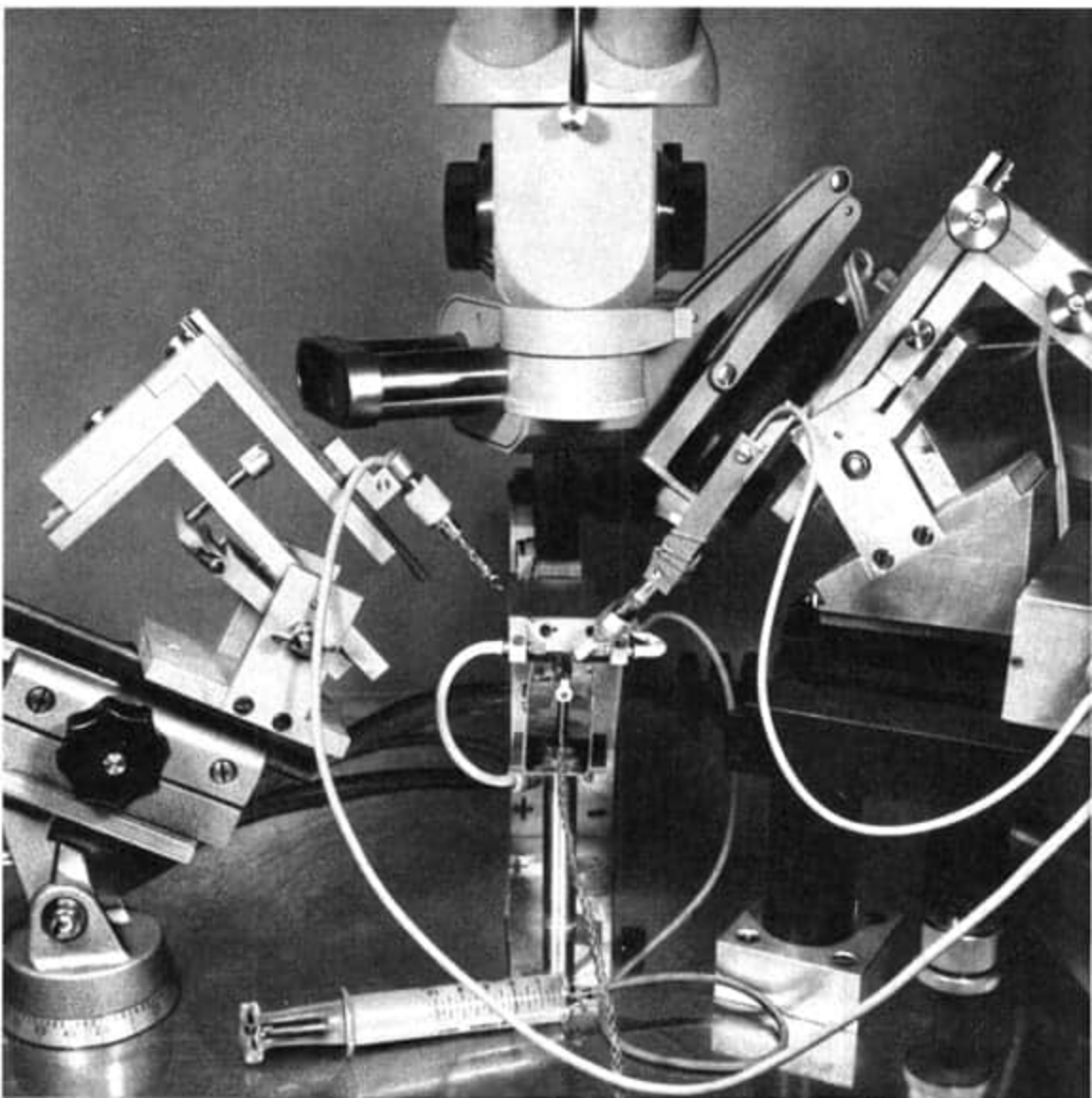
Beide Tendenzen, sowohl die Tendenz der vorwiegend biologisch als auch die der technisch angepaßten Lösungen, gehen von einer Betrachtungsweise aus, bei der die technische und die biologische Komponente unabhängig voneinander wirken. Die Entwicklung interdisziplinärer Wissens- und Forschungsgebiete, in denen sich biologische und technische Bereiche berühren oder ineinandergreifen, hat jedoch eine tiefere Einsicht in die inneren Wechselbeziehungen sogenannter biotechnischer Systeme gebracht. Unter anderem gehören zu diesen Wissensgebieten die Biokybernetik, die biomedizinische Technik, die Bionik, die Biotechnologie und wichtige Bereiche der Arbeitswissenschaften. Die Ausbildung auf dem Gebiet der Biomedizinischen Technik und Bionik erfolgt in der DDR an der Technischen Hochschule Ilmenau.

Meß- und Registriergerät zur Aufzeichnung von Biopotentialen (Elektrokardiogramm) für die medizinische Diagnostik

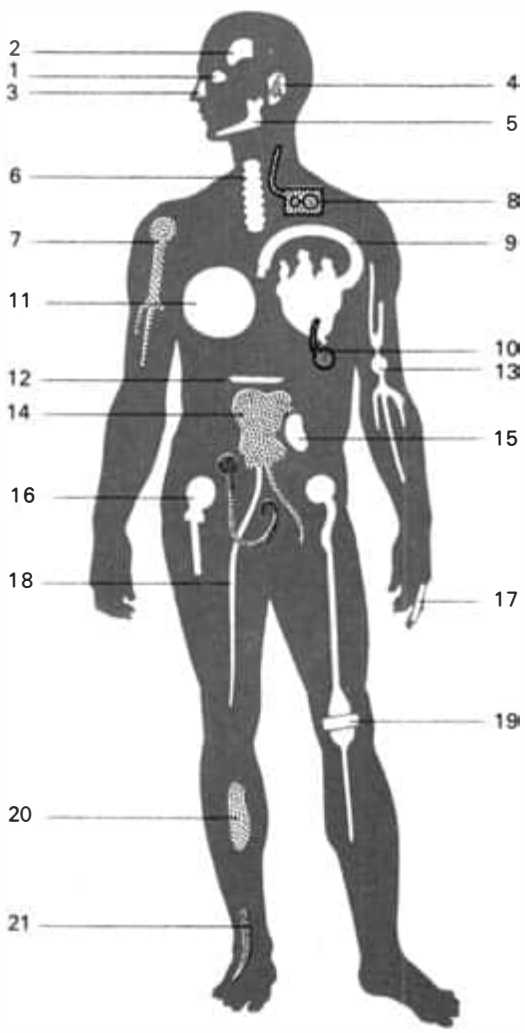
Meßplatz zur Ableitung von Nervenimpulsen vom biologischen Präparat mit Hilfe von Mikroelektroden

Die wissenschaftliche Betrachtungsweise biologischer Systeme wurde anfangs ihren Besonderheiten nicht gerecht. Sollte z. B. der Blutdruck gemessen werden, so mußte man einen entsprechenden Druckindikator an den Meßort bringen. Um die Geschwindigkeit der ausgeatmeten Luft bestimmen zu können, war eine geeignete Meßanordnung im Atemluftstrom erforderlich. Im ersten Falle lehrt uns die heutige Erfahrung, daß die Anwesenheit des Meßwandlers im Blutgefäßsystem eine Wirkung haben kann, die den Blutdruck verändert, d. h., der Meßvorgang verfälscht die zu messende Größe. Die Änderung des Druckes ist eine Folge von Regelungsvorgängen, mit denen der Organismus versucht, die Störung durch den Meßvorgang auszugleichen.

Derartige Erscheinungen, bei denen der Meßvorgang in die zu untersuchenden Bedingungen verfälschend eingreift, sind den Physikern bekannt. Das Besondere bei den biologischen Organismen besteht darin, daß sie auf Eingriffe aktiv und kompensierend reagieren. Dabei ist die ausgleichende Wirkung der biologischen Komponente auf den Meßeingriff nur eine Seite der tatsächlich stattfindenden Wechselwirkungen. Auf ähnliche Weise kann die technische Seite der Anordnung Veränderungen unterliegen, die das biologische Objekt verursacht. Ein solcher Fall liegt bei der Ableitung von Biopotentialen (z. B. Elektrokardiogramm, Elektroenzephalogramm, Nervenimpulse) vor. Hier werden Metallelektroden mit dem biologischen Gewebe in Kontakt gebracht. Die Flüs-



sigkeiten der Gewebe mit ihren elektrolytischen Eigenschaften bilden zwischen Gewebe und Elektrodenmetall eine Grenzschicht, die in der Lage ist, die Übertragung der Biopotentiale in der Meßanordnung zu beeinflussen. Um aber die Anordnung so zu gestalten, daß die tatsächlichen Größen nachgewiesen werden, muß bekannt sein, in welcher Weise sich die Komponenten des biotechnischen (Meß-)Systems gegenseitig beeinflussen. Sind diese Wirkungen ausgeschaltet, spricht man davon, daß Organismus und technische Meßeinrichtung rückwirkungsfrei aneinander angepaßt sind. Anderenfalls liefern die Messungen keine Ergebnisse über das biologische System, sondern über das gegenseitig beeinflußte Verhalten von Untersuchungsobjekt und Meßsystem. Es gehört zu den bedeutenden Leistungen des letzten Jahrzehnts, daß biologische und Ingenieurwissenschaften gemeinsam diese Erkenntnis gewonnen haben und so die Voraussetzung für eine ständig verbesserte biologisch-medizinische Forschung und medizinische Diagnostik schufen.

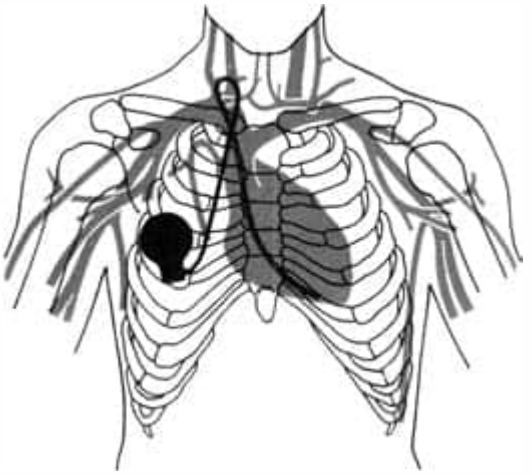


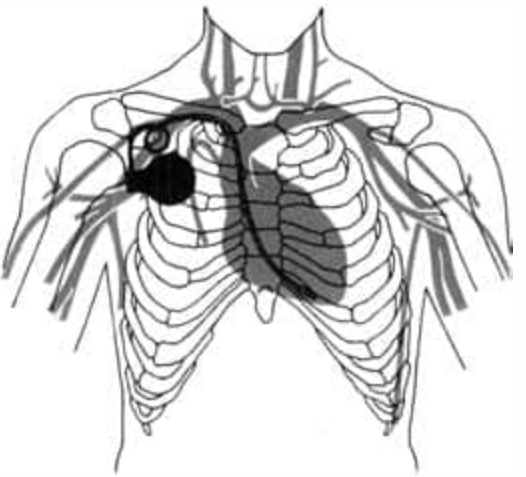
Technisch realisierbarer Organersatz: Organe (1, 4, 9, 12, 15, 18), Organteile und Organsteuerung (6, 8, 10,11,14), Ersatz von Knochen, Gelenken, Muskeln und Sehnen (2, 3, 5, 7, 13, 16, 17, 19, 20, 21)

Organhilfen und Organersatz

Ein Bereich, aus dem viele Erkenntnisse über das unmittelbare Zusammenwirken biologischer und technischer Systeme gewonnen wurden, ist der der Organhilfen und des Organersatzes. Waren es zunächst primitive technische Hilfsmittel, die einfache Organfunktionen zu übernehmen hatten, so sind mit dem heutigen Stand der Mikroelektronik, der modernen Materialtechnologie, der Biokybernetik, der Biophysik, der Biochemie, der biomedizinischen Technik und Bionik Voraussetzungen entstanden, die es gestatten, die Funktion komplizierter lebenswichtiger Organe technisch nachzubilden bzw. zu unterstützen. Wir haben es mit zwei Gruppen von Gerätesystemen zu tun, die die Funktionen von Organen übernehmen können.

Bei der ersten Gruppe handelt es sich um technische Einrichtungen, die nur kurzzeitig die Funktion eines Organs übernehmen oder dessen »Arbeit« unterstützen. Das ist der sogenannte temporäre Organersatz, der in Krisenzuständen oder bei operativen Eingriffen, bei denen das Organ außer Funktion gesetzt werden muß, zum Einsatz kommt. Die hochentwickelte Intensivmedizin ist dabei meistens auf die gleichzeitige Verfügbarkeit mehrerer Organe angewiesen, um lebensbedrohliche Zustände erfolgreich beherrschen zu können. Ein temporärer Mehrfachorganersatz besteht z. B. aus einem Oxygenator zur Sauerstoffanreicherung des Blutes (Lunge), einem aus





Tierleber bestehenden Filter zur Selektion der leberpflichtigen Substanzen (Leber) und einem Dialysator (Niere) zur Entgiftung der nierenpflichtigen Verbindungen. Eine Pumpe bewirkt den Blutumlauf durch die wahlweise zu kombinierende Anordnung. Dabei wird über die Organe zeitweilig ein äußerer Kreislauf gebildet. Zu dieser Gruppe gehören auch die externen Herzschrittmacher.

Die zweite Organersatzgruppe umfaßt jene Systeme, die die Organersatzfunktion auf Dauer zu übernehmen haben und die entweder implantiert werden oder an die der Patient in bestimmten Zeitabständen angeschlossen wird, wie das beim Dialysator (der künstlichen Niere) heute noch der Fall ist. Die künstlichen Organe reichen von einfachen Blutgefäßprothesen bis zum komplexen System, wie dem künstlichen Herzen und der künstlichen Bauchspeicheldrüse.

Analysiert man die Entwicklung des Organersatzes, so stellen sich folgende Hauptprobleme heraus:

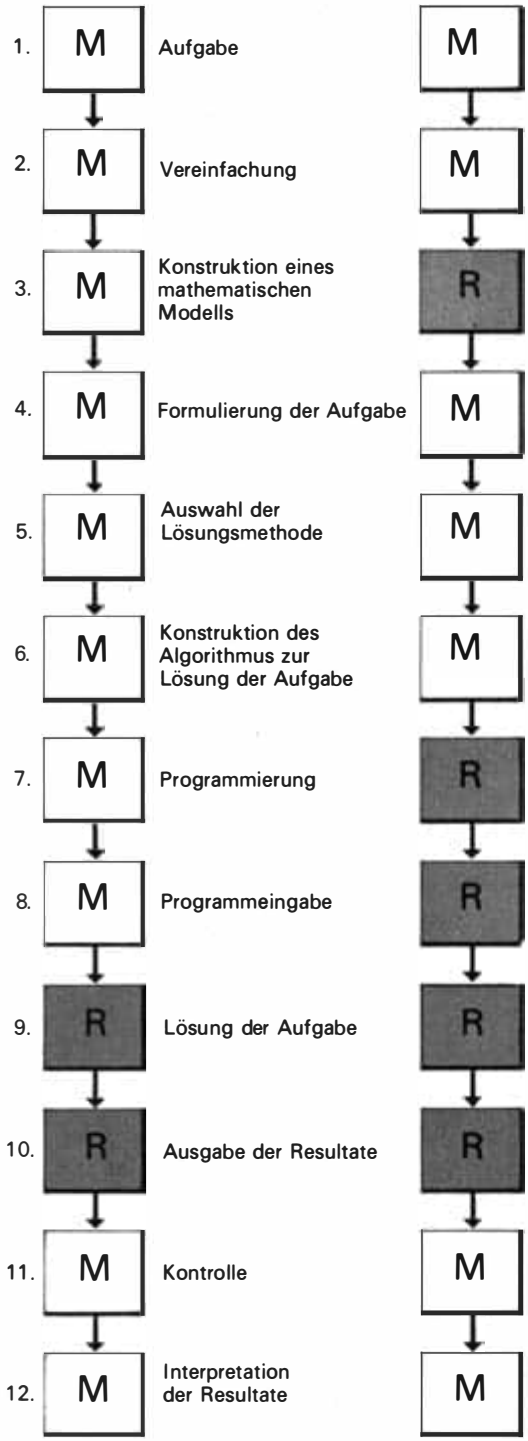
– Anpassung der Steuerfunktionen von Organismus und künstlichem Organ,
– Gewebeverträglichkeit bei Implantation,
– Langzeitzuverlässigkeit des Organersatzes,
– Versorgung des künstlichen Organs mit Energie und anderen Medien, die für seine Funktion erforderlich sind.

Beispiele für Implantationsorte eines Herzschrittmachers und Zuleitungen zum Herzen

Genau betrachtet, haben wir es bei allen vier Hauptproblemen mehr oder weniger deutlich mit den Folgen der gegenseitigen Beeinflussung von technischer Organapparatur und lebendem Organismus zu tun. – Wir wollen den Aspekt der biotechnischen Systeme im Organersatz am Beispiel der Steuerfunktion des Herzschrittmachers erläutern.

Herzschrittmacher stellen technische Apparate dar, die bei Störungen im natürlichen Reizbildungs- und Reizleitungssystem des Herzens dessen Funktion aufrechterhalten. Prinzipiell wird der Schrittmacher durch einen Generator gebildet, der elektrische Impulse erzeugt; damit wird der Herzmuskel künstlich gereizt und auf diese Weise zur mechanischen Arbeit angeregt. Unter dem Gesichtspunkt der biotechnischen Systeme übernimmt somit das technische Gerät die Steuerfunktion des Sinusknotens, des natürlichen Taktgebers des Herzens. Um diese Steuerfunktion technisch optimal nachzubilden, sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

• Die Ausgangsimpulse des Schrittmachers müssen in zeitlicher Aufeinanderfolge, Amplitude und Form so gewählt werden, daß die Reizung des Herzmuskels physiologisch, also den natürlichen Vorgängen entsprechend, erfolgt.
• Bei der Übertragung der Schrittmacherimpulse auf den Herzmuskel muß gewährleistet sein,



Schema der Aufgabenverteilung zwischen Mensch (M) und Rechner (R)

daß keine Impulsverformung auftritt, die deren Wirkung beeinträchtigt.

Betrachtet man die gezielt steuernde Funktion des Herzschrittmachers im Zusammenwirken mit dem biologisch notwendigen Bluttransport und der davon abhängigen mechanischen Arbeit des Herzens, dann sind zwei Arten zu unterscheiden. Einmal wird ein Reizgenerator mit einer festen Impulsfolgefrequenz mit Reizung an der linken Herzkammer eingesetzt, die der normalen Herzschlagfolge von 70 je Minute entspricht. Das ist erforderlich, wenn die biologische Funktion des natürlichen Reizbildungssystems des Herzens so gestört ist, daß keine normale Steuerung der Tätigkeit des Herzmuskels mehr erfolgt. Für den lebenden Organismus bedeutet diese konstante Herzfrequenz, daß alle anderen lebensnotwendigen Stoffe in gleichbleibender Menge transportiert werden. Der Patient muß sich folglich über eine gleichbleibende Lebensweise an eine feststehende Kreislaufsituation anpassen, da z. B. der bei körperlicher Belastung erforderliche höhere Sauerstoffbedarf des Organismus, der eine gesteigerte Schlagfolge bedingt, nicht gedeckt werden kann. Unter dem Gesichtspunkt der biotechnischen Systeme liegt eine reine Steuerung der Herzfunktion mit konstantem Sollwert der Herzfrequenz vor. Das bedeutet, daß sich in diesem Falle die biologische Komponente – der Patient – an die technische Komponente des Gesamtsystems anpassen muß.

Zum anderen kann das Zusammenwirken von technischem Gerät und dem zu steuernden Herzen optimiert werden, wenn eine den jeweiligen Kreislaufsituationen gerecht werdende Beeinflussung des Schrittmachers und damit der Herztätigkeit möglich wird. Diese Möglichkeit besteht, wenn der Sinusknoten als natürlicher Taktgeber für den Herzrhythmus noch normal funktioniert und die Störungen des Herzrhythmus im Reizleitungssystem des Herzens liegen. Ist eine derartige Situation gegeben, dann wird am rechten Vorhof des Herzmuskels das bioelektrische Signal, das mit der mechanischen Bewegung des Herzens korreliert

ist, in Form des Elektrokardiogramms (EKG) über eine gesonderte Elektrode abgenommen und damit die vom Herzschrittmacher abgegebene Impulsfolge synchronisiert. Auf diese Weise ist es möglich, die Herzschlagfrequenz den Kreislaufanforderungen anzupassen. Für den Patienten bedeutet die Realisierung eines solchen biotechnischen Systems mit Anpassung zwischen der technischen und der biologischen Komponente eine wesentlich bessere Angleichung der Körperfunktionen und damit der Leistungsfähigkeit an gesunde Verhältnisse.

Mensch-Maschine-System

Eine besonders interessante und sehr wichtige Gruppe biotechnischer funktioneller Einheiten sind die sogenannten Mensch-Maschine-Systeme. Sie sind überall dort zu finden, wo ein Mensch an einer Maschine tätig ist, Produktionsprozesse steuert, Flugzeuge, Schiffe oder Raumflugkörper lenkt. Die Beziehungen zwischen Mensch und Maschine erweisen sich jedoch bei genauerem Hinsehen als Sonderfall einer allgemeineren Variante, in der ein Lebewesen in eine technische Anlage eingeordnet ist, um z. B. in der industrialisierten Landwirtschaft ein bestimmtes Produktionsziel zu erreichen. Wenn die Wechselwirkungen von Mensch und Maschine besonders in den Vordergrund des Interesses gestellt werden, so ist das naheliegend und nicht nur dadurch begründet, daß der Mensch das höchstentwickelte Lebewesen ist.

Ein sehr plausibler und exemplarischer Fall solcher Mensch-Maschine-Beziehungen ist das Zusammenwirken von Mensch und Rechenanlage bei der Lösung eines Problems. Die Leistungsfähigkeit dieser Kombination hängt in hohem Maße von der Aufgabenverteilung und dem aufeinander abgestimmten Arbeitstakt beider Komponenten ab. Unser Schema auf S. 270 zeigt die Aufgabenverteilung von Mensch und Maschine. Die linke Reihenfolge gilt für die Arbeit mit Rechnern der ersten und zweiten Generation. Dabei wird in erster

Linie nur die hohe Arbeitsgeschwindigkeit der Rechenanlagen ausgenutzt. Die eigentliche Arbeitszeit des Rechners ist im Vergleich zum sonstigen Zeitaufwand bei der Lösung einer Aufgabe verschwindend gering. Der größte Teil des Zeitaufwandes wird z. B. durch die Aufgabenaufbereitung, Programmierung und Auswertung der Ergebnisse verursacht. Die rechte Reihenfolge im Schema zeigt die heute theoretisch denkbare Verteilung der Aufgaben, die mit den Rechnern der dritten Generation im Ansatz verwirklicht wird. Das Optimum wird dann erreicht sein, wenn bei der Lösung eines Problems die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine annähernd in der Umgangssprache erfolgen kann. An diesem Beispiel ist

»Zwiesprache« mit der Maschine – Wissenschaftler verschiedener Disziplinen bemühen sich um die Optimierung des Mensch-Maschine-Systems

klar zu erkennen, daß ein biotechnisches System heute optimiert werden muß und die Anpassung nicht den bequemeren Weg über die biologische Komponente gehen darf.

Oft liest man in Untersuchungsberichten über Unfälle als Ursache die Formulierung »menschliches Versagen«. Das bedeutet, daß z. B. ein Pilot zu spät auf eine bestimmte Situation reagiert hat, daß ein Lokführer ein Signal übersehen oder ein Kraftfahrer den Verkehrsteilnehmer am Rande seines Gesichtsfeldes nicht rechtzeitig erkannt hat. Nicht selten wird durch solche Formulierungen der Eindruck erweckt, als wäre da im »menschlichen Versagen« eine schlechte Qualität von Mensch am Werke gewesen. In Wahrheit handelt es sich aber um ein nichtoptimales biotechnisches System, in dem die Möglichkeiten der biologischen Komponente durch ihre Einordnung in die technische Aufgabe überfordert wurden, also eigentlich um ein technisches Versagen oder, genauer, ein Versagen der Techniker, die diese biotechnische Anordnung erdacht haben.

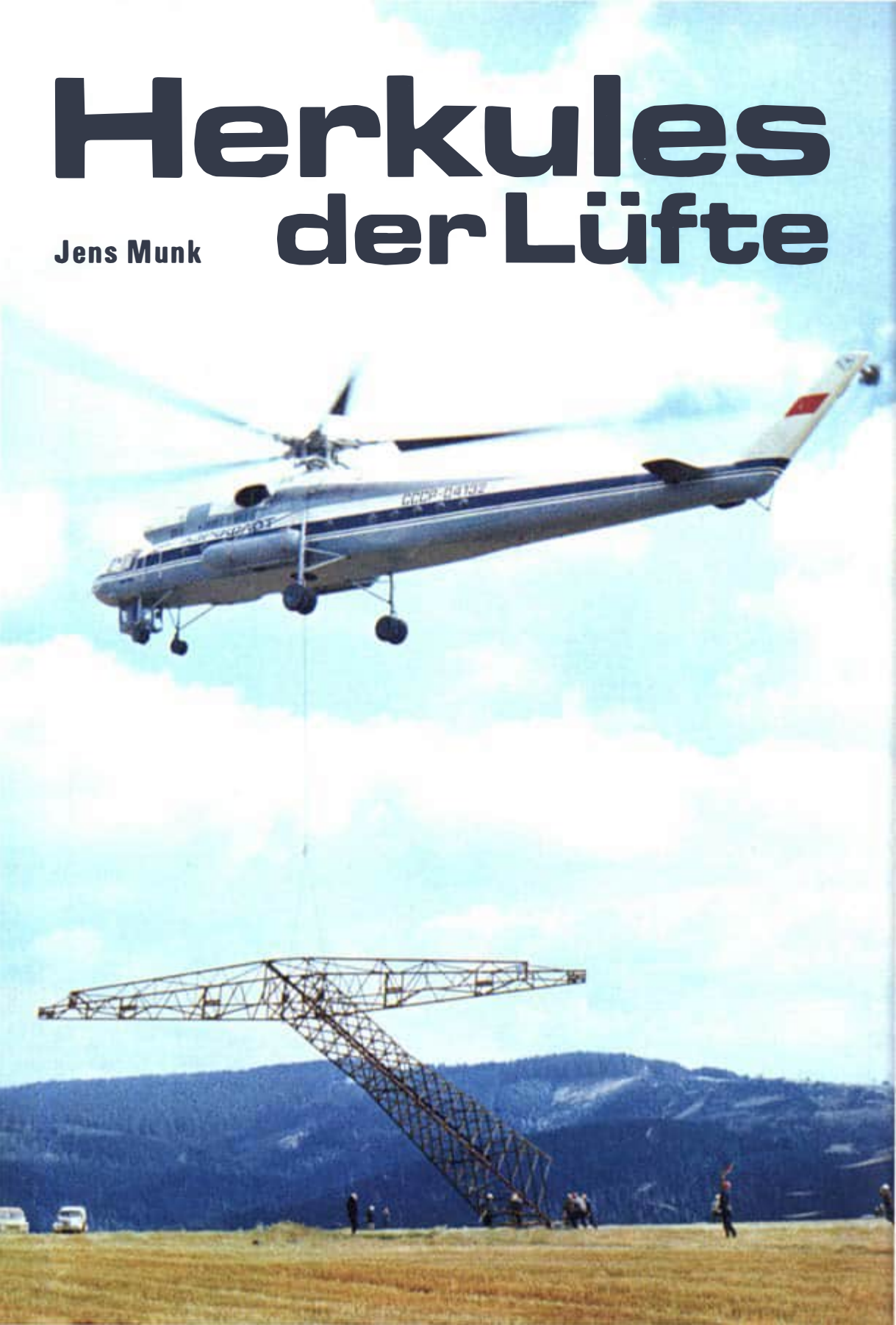
Analysiert man das Geschehen bei der Beherrschung von Land-, See- und Luftfahrzeugen durch den Menschen oder die Überwachung von komplexen Industrieanlagen und Schaltwarten, so stellt sich heraus, daß dabei eine intensive Kommunikation zwischen Mensch und technischem System stattfindet. Der Mensch nimmt Bilder wahr, registriert Signale und Daten, die er untereinander vergleicht und auswertet. Daraus leitet er entsprechende Maßnahmen ab, durch die er seinerseits auf das technische System einwirkt. Er gibt Daten und Befehle an die technische Einrichtung. Dieser Informationskreislauf vollzieht sich reibungslos, wenn beide Komponenten harmonisch aufeinander abgestimmt sind. Wird dagegen die Kanalkapazität, z. B. des optischen Informationskanals des Menschen oder die Reaktionsgeschwindigkeit seiner motorischen Einheiten (handlungsfähigen Organe) überfordert, dann ist das Gesamtsystem gestört, und die Havarie tritt ein, weil das biotechnische System auf der Grundlage eines nicht realisierbaren Informationsaustausches konzipiert worden ist.

Die Neigung, die biologische Anpassung stärker als die technische zu nutzen, findet sich auch in hochproduktiven und arbeitsteiligen Produktionstechnologien. An einem Fließband wiederholen sich in Extremfällen ständig elementare Bewegungsmuster einzelner Arbeiter als Beitrag zu dem durch das Fließsystem verbundenen Gesamtprozeß. Dabei wird in einseitiger Weise die Fähigkeit des Menschen zu gezielter Koordination seiner motorischen Einheiten in das Gesamtsystem eingeordnet. Der Ausweg zeichnet sich in der Entwicklung von Industrierobotern ab, für die der Mensch die übergeordnete Funktion der Überwachung übernimmt. Biotechnische Systeme haben demnach im weiteren Sinne etwas mit der Steigerung von Lebensinhalten zu tun.

Mit der Entwicklung der Technik ist die Anzahl der Situationen ständig gewachsen, in denen sich technische Einheiten und lebende Organismen wechselseitig beeinflussen bzw. zur Verwirklichung einer bestimmten Zielstellung zusammenwirken. Dabei kann die Kopplung unterschiedliche Grade erreichen. Die meisten Meßanordnungen zur Gewinnung biologischer oder medizinisch-diagnostischer Daten besitzen diesen Charakter, weil sich mit dem messenden Eingriff in den Organismus gleichzeitig der Zustand der zu messenden Größe ändert. Ein anderer Fall ist das optimale Zusammenwirken eines Piloten oder Kosmonauten mit seinem Fluggerät, die aufeinander so abgestimmt sein müssen, daß weder die Leistungsfähigkeit des Piloten noch die des technischen Gerätes überfordert wird. Derartige zwischen Gerät und Organismus intensiv ineinandergreifende Organisationsformen (biotechnische Systeme) realisieren die Verbindung ihrer Komponenten entweder durch Kommunikation oder in höheren Formen der Integration durch funktionelle und strukturelle Verknüpfung.

Herkules der Lüfte

Jens Munk



Der Heimatflughafen dieses Aeroflot-Hubschraubers vom Typ MI-10 K ist Tjumen, eine sibirische Großstadt, etwa 1500 km östlich des Ural gelegen. Dort starteten die sechs Besatzungsmitglieder und fünf Wartungstechniker mit einem für sie ungewöhnlichen Auftrag zum Flug über Moskau, Tallinn, Gdańsk nach Berlin – eine Strecke von rund 5000 km, die der Helikopter in 18 Stunden effektiver Flugzeit zurücklegte. Landung in Schönefeld, Donnerstag, 20. September, 18.25 Uhr. Kurze, herzliche Begrüßung. Ausruhen. Dann eine erste Lagebesprechung. Klärung von Details. Durchsicht der Maschine. Vier Tage später erneuter Start. Diesmal ein Flug in südlicher Richtung. Nach siebzig Minuten schwebte die sowjetische Crew mit ihrem Riesenvogel am Stadtrand von Neuhaus/Rennweg auf einem Arbeitsflugplatz nieder. Von hier aus sollten in den nächsten Tagen elektrische Hochspannungsmasten an ihre schwer zugänglichen Standorte zwischen Tambach und Katzhütte in den Thüringer Bergen geflogen werden.

Auftraggeber für diesen Charterflug war der VEB Energiebau Radebeul, ein Spezialbetrieb, dessen 2000 Mitarbeiter in der DDR alle »Energieübertragungs- und Verteileranlagen über 110 kV projektieren und montieren. Der Hilfe von Hubschraubern bedient sich das Unternehmen bereits seit einiger Zeit. Im Spätsommer 1977 wurden erstmals bei Sagard auf der Insel Rügen Hochspannungsmasten leichterer Bauart mit der MI-8, dem »fliegenden Kran« der Interflug, errichtet.

Flugkapitän Günter Krönert saß damals am Steuerknüppel des Helikopters. Hier in Neuhaus ist der erfahrene Pilot nur »Zuschauer«, offiziell fungiert er als Berater der sowjetischen Gastbesatzung. Er erläutert uns das bevorstehende Arbeitsprogramm:

Die Navigatoren Shenja und Viktor

Montagebrigadier Hans Graupner vom VEB Energiebau Radebeul; er fungiert am Boden als Einweiser der Hubschrauberbesatzung

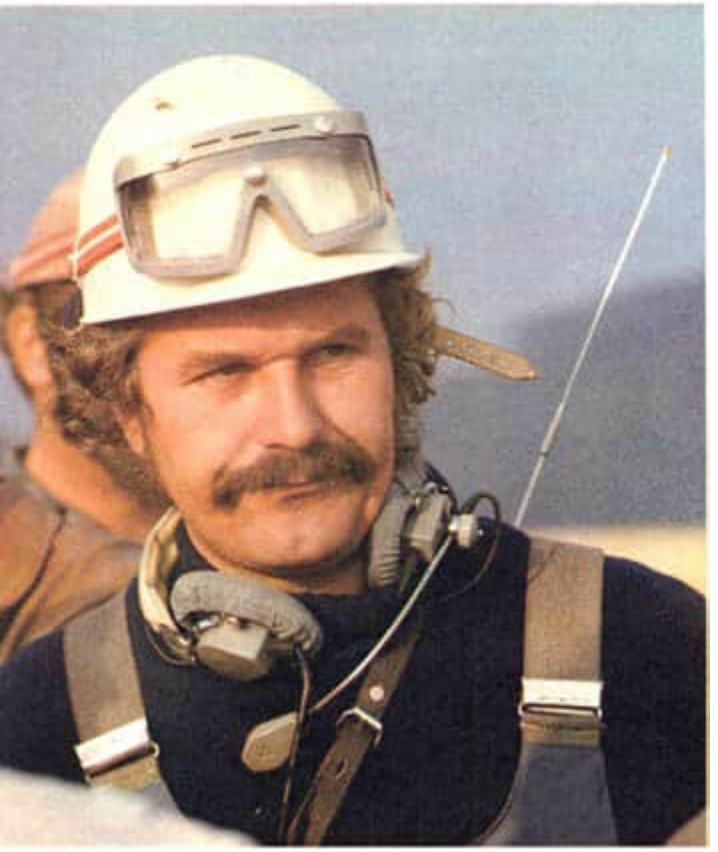
»Die von der Interflug eingesetzten sowjetischen Hubschrauber MI-8 bewähren sich seit vielen Jahren bei Spezialflügen für Industrie, Wohnungsbau und Verkehrswesen. Wir transportieren mit diesen Maschinen Kraftwerksausrüstungen, montieren Schornsteine, stellen Fahrleitungsmasten der Eisenbahn auf, arbeiten für den Küstenschutz, wechseln Kupolöfen in den Gießereien und fliegen Holz von Hanglagen im Gebirge aus. Unserer Lastaufnahme sind jedoch Grenzen gesetzt: 2,8 t im Winter und nicht mehr als 2,2 t bei Temperaturen um 20 Grad. Hochspannungsmasten für 110-kV- und 380-kV-Freileitungen sind jedoch 50 bis 65 m hoch und haben ein Gewicht von 13 bis 20 t. Solche Lasten bewältigt nur die MI-10 K, der zur Zeit größte sowjetische Hubschrauber, den wir erstmals in der DDR einsetzen.«

Präzisionsarbeit

Das Cockpit der MI-10 K ist geräumig wie das eines Mittelstrecken-Jets. Vier Arbeitsplätze: vorn für Pilot und Copilot, dahinter für Navigator und Bordingenieur. Die Besatzung fliegt »blind«, denn keiner der vier Männer sieht die Last am Haken. Sie wird vom Kranpiloten gesteuert, der von seiner Position in einer rundum verglasten Kanzel direkt unter dem Cockpit den besten Überblick hat. Im Frachtraum der Maschine sorgt der Operateur für die richtige Aufnahme und später für das exakte Ausklinken des Frachtgutes. Alle sechs Besatzungsmitglieder sind durch den Bordfunk miteinander in ständigem Kontakt.

Erster Arbeitsflug. Beide Triebwerke (je 5500 PS) heulen auf. Die 35 m langen Rotorblätter beginnen sich zu drehen. Erst gemächlich, dann schneller, immer schneller. Der entstehende Luftwirbel ist so stark, daß die Umstehenden Mühe haben, sich auf den Beinen zu halten. Start. Senkrecht steigt die 38 t schwere Maschine auf etwa 30 m Höhe und fliegt zum nächstgelegenen Fundament. Dort liegt der Leitungsmast am Boden. Zwei Enden sind bereits am Fundament befestigt. Auf herkömmliche Art hätte das schwergewichtige Stahlgerippe mittels Seilzug aufgestellt werden müssen – Dauer etwa vier Stunden. Der Hubschrauber erledigt die Angelegenheit in genau

Ein 110-kV-Mast wird aus 694 einzelnen Stahlteilen zusammengesetzt und mit mehr als 3000 Schrauben befestigt



АЭРОФЛОТ

1 Minute und 45 Sekunden. Einer der Beobachter hat den Arbeitsvorgang mit der Stoppuhr kontrolliert. Präzisionsarbeit! Weiterflug zum nächsten Fundament. »Das schafft«, meint Hans Graupner, Brigadier der Bodenmannschaft, zufrieden.

Komplikationen

Das geplante Einfliegen kompletter Masten vom Sammellager an die Leitungstrasse und dort das millimetergenaue Aufsetzen auf die Fundamente klappen dagegen nicht auf Anhieb. Die Standschwebe des Riesenvogels ist zu unruhig. Der etwa 10 t schwere Mast kommt am Stahlseil durch die Turbulenz ständig ins Trudeln. Abends beraten die Aeroflot-Piloten mit ihren Kollegen von der Interflug stundenlang. Ein technischer Mangel am automatischen Steuerungssystem wird behoben. Dann wird über markiertem Gebiet geübt. Jetzt gibt es keine Beanstandungen mehr. Chefpilot Alexej Martschenkow lacht wieder.

Visitenkarte

Im Mai 1976 ist der Hubschrauber in Dienst gestellt worden. Seitdem hat die erfahrene Crew unter Leitung ihres Staffelkommandeurs Nikolai Babinzew zahllose Einsätze im Tjumener Gebiet absolviert. Aktionsradius etwa 1 800 km. Sie flog Bohrtrupps in abgelegene Gegenden, transportierte Rohre für Erdgaspipelines, brachte Bulldozer und andere Ausrüstungsgegenstände zu den Arbeitsplätzen von Geologen. Landungen vor Ort sind Aus-

Einsatzbesprechung – Shenja von der Interflug, Projektant Günter Kraft und Produktionsdirektor Manfred Kreutel, Kommandant Alexej Martschenkow

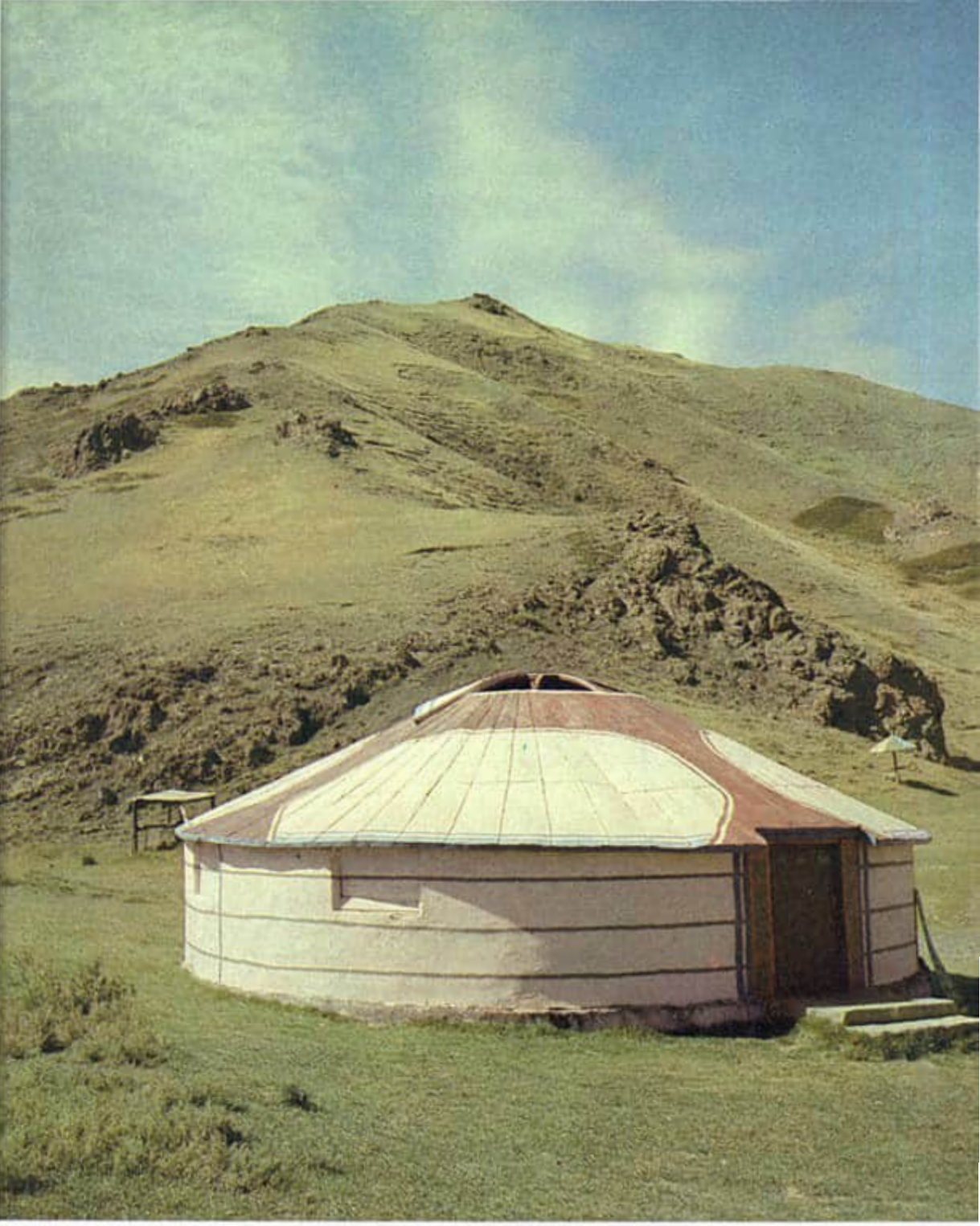
nahmen. Die sumpfigen Böden tragen keinen Hubschrauber. Lasten werden in der Standschwebe abgeseilt – im Winter bei Frösten zwischen –40 und –50 °C eine schweißtreibende Angelegenheit. Doch die Besatzung ist gut aufeinander eingespielt, Der Älteste, Operateur Alexander Tenikow, kann auf 9000 Flugstunden verweisen; der Kommandeur Babinzew hat in 25 Dienstjahren sogar schon 13 000 Stunden zwischen Himmel und Erde verbracht, 11 000 Stunden davon auf allen Typen von Hubschraubern. Trotzdem, so gesteht er, sei der Einsatz in der DDR auch für ihn wie eine Premiere gewesen. Ungewohnte topografische Bedingungen und dazu im Mittelgebirge viele meteorologische Besonderheiten, Fallwinde in den engen Tälern, Bodennebel und Turbulenzen. Doch die Einsatztechnologen der Interflug hatten gute Vorarbeit geleistet und halfen den sowjetischen Fliegern kameradschaftlich mit ihren auf der MI-8 gesammelten Erfahrungen. Die Einsätze im Bezirk Suhl wie auch die zwischen Blankenburg und Wolmirstedt sowie bei Delitzsch konnten so termingerecht abgeschlossen werden.

Ergebnisse

Einsatzleiter Werner Sobisch vom VEB Energiebau Radebeul resümiert:

»Für die Errichtung eines 380-kV-Mastes sieht unsere Norm eine Zeit von 85 Stunden vor. Durch die Hubschraubermontage sparen wir 76 Stunden ein. Als effektive Bauzeit einschließlich aller Vor- und Nacharbeiten haben wir 9 Stunden errechnet. Außerdem können Flurschäden weitgehend vermieden werden, und die Arbeit unserer Monteure wird erleichtert. Während des vierwöchigen Einsatzes der MI-10 K sind 109 110-kV-Masten und 220 380-kV-Masten aufgekippt, aufgestockt oder eingeflogen und gesetzt worden. Ohne den Hubschrauber hätten die wichtigen Energietrassen in den Bezirken Leipzig, Magdeburg und Suhl erst viele Monate später ans Netz geschaltet werden können.«

Einfliegen und Aufstellen der 65m hohen und 20t schweren Leitungsmasten erfordern höchste Präzision



Aratenjurte in der Gobi Altai, Mongolische Volksrepublik

Lodongijn Tüdew

»Vieh ist Vieh«

Jansan, Leiter eines Weidestützpunktes, erwachte mitten in der Nacht. Die jähe Kälte hatte seinen Schlaf vertrieben. Dem Grad seiner Müdigkeit nach schien es schon gegen Morgen zu sein, weshalb er sich gar nicht erst bemühte, wieder einzuschlafen. Plötzlich fiel ihm ein, daß er tags zuvor, nach der Versammlung in der Landwirtschaftlichen Vereinigung, einem Fahrer aus der Hauptstadt für drei Lammfelle etwas Hübsches abgehandelt hatte. Er tastete in der Dunkelheit herum. Als er das Gesuchte endlich gefunden hatte, ließ er es ein paarmal zärtlich von einer Hand in die andere rollen und fuhr dann – tscharr! – kräftig mit dem Daumen darüber. Ein eigenartiger Geruch breitete sich in der Jurte aus, und ein mattes Lichtlein flammte auf. Jansan freute sich, ein gutes Feuerzeug erstanden zu haben; er hob es hoch und betrachtete in seinem Schein die Einrichtung der Jurte. Die schmucke Uhr mit dem Ständer aus hellem Holz, die auf einer Truhe stand, wirkte auf ihn wie ein seltsames Tier. Mit dieser Uhr hatte man ihn ausgezeichnet, ihn, den fleißigen Viehzüchter Jansan.

»Menschen wie Jansan, die das gesellschaftliche Eigentum wie ihren Augapfel hüten, findet man nicht so oft, Kollegen. Solche Leistungen vollbringen nur Menschen mit einem sozialistischen Bewußtsein, wie wir es bei unserem Kollegen Jansan finden.«

So hatte mit erhobener Stimme der Vorsitzende gesprochen und dafür stürmischen Beifall geerntet.

Glas-Bandsragtsch, der Klubleiter, ließ ein Blitzlicht aufzucken, um sein, Jansans, Konterfei aufzunehmen. Danach fühlte sich Jansan wie geblendet. All dies stand ihm noch immer klar und deutlich vor Augen – kein Wunder, hatte er es doch erst tags zuvor erlebt.

»Tja, wenn es ums Bewußtsein geht, kann sich niemand mit Jansan messen. Früher konnte er sogar die ganze Geschichte der Bo-Partei auswendig«, sprach Jansan leise zu sich selbst.

Dabei fühlte er sich von der Uhr so unwiderstehlich angezogen, daß er aus dem Bett stieg, sich noch einmal richtig an ihr satt sah und ihrem Ticktack lauschte. »Nun ja! Der Tag wird kommen, da ich auch meine Brust mit etwas zieren darf, was genauso rund ist wie das Zifferblatt dieser Uhr«, brabbelte er und löschte das Feuerzeug, um es zu schonen. Es wurde stockdunkel in der Jurte. Doch vor Jansans Augen funkelte noch immer das runde Zifferblatt der Uhr.

Gestern lag ein grünlicher Schimmer über dem Schnee, dachte er. Sieht nach Tauwetter aus... Im Tal der Schwarzen Füchse fällt der Schnee höchstens zwei Finger hoch. Neulich aber waren es mindestens drei, mehr also, als wir sonst den ganzen Winter über zu sehen kriegen. Jetzt ist der Himmel sicherlich wie leergefegt. Scheint ein guter Winter zu werden.

Hoffentlich werden die Leute dann auch an mich denken... Jansan, der schon jahrelang seine Herde ohne Verlust über den Winter gebracht hatte, wurde bei diesem Gedanken richtig warm ums Herz.

Gerade weil es in dieser Gegend kaum schneite, konnten auch die strengen Fröste, die hin und wieder kamen, dem Vieh nicht schaden, denn es fand immer sein Futter. In den zehn Jahren, seit Jansan den Vater beerdigt hatte und seitdem er als Familienoberhaupt galt, hatte er ganz und gar vergessen, was ein Dsud ist.

Hoffentlich gibt's keinen strengen Frost, überlegte er, und da es zum Aufstehen noch immer viel zu früh war, zupfte er sich das Deckbett zurecht und versuchte nun doch, noch einmal einzuschlafen. Da ihn jedoch alle möglichen Gedanken plagten, mußte er sich noch eine ganze Weile hin und her wälzen, ehe es ihm endlich gelang.

Ein gedämpftes Gemurmel weckte ihn. Vor der Jurte unterhielt sich jemand. Deutlich erkannte er die dunkle Stimme seines jüngeren Bruders, die helle des Schwagers und das Brummeln eines Unbekannten. Jansan fuhr in seine Fellhose, legte den Deel über die Schulter und schlurfte hinaus. Das Licht, das ihm entgegenschlug, war so grell, daß ihm die Augen tränten. Nun begriff er: Es hatte die ganze Nacht über geschneit. Unfaßbar, der Schnee reichte ihm bis über die Stiefelschäfte!

Da war er plötzlich, der Dsud! Niemand konnte sich erinnern, daß im Tal der Schwarzen Füchse jemals so viel Schnee gelegen hätte. Außer Jansan, dem Chef, gab es in dieser Gegend überwiegend junge Leute, deren Erinnerungen nicht weiter als fünfzehn Jahre zurückreichten.

Wind! Hoffentlich kommt bald Wind auf, damit dieser verdammte Schnee nicht liegenbleibt. Es würde schon reichen, wenn er die Spitzen des Grases freilegte... Das war im Augenblick Jansans einziger, sehnsüchtiger Wunsch.

Einen Tag, zwei Tage... fünf Tage wartete er. Der Wind kam nicht. Das spärliche, immerhin aber sehr kräftige Gras im Tal der Schwarzen Füchse lag tief unter dem Schnee, so daß das Vieh kein Futter mehr finden konnte. Als Leiter des Weidestützpunktes entschloß sich Jansan, ein paar Methoden auszuprobieren, mit deren Hilfe, so hatte er es in der Zeitung gelesen, der Schnee beseitigt werden könnte. Zum Glück gelang es ihm, ein ganzes Stück Weide freizulegen. Darunter aber lag hartgefroren jene dreifingerhohe Schneeschicht, die vier Tage zuvor gefallen war und die gerade im Begriff gewesen war zu tauen. Eine Methode, dieses Eis aufzutauen, kannte Jansan beim besten Willen nicht. Das Vieh hungerte. Jansan ließ den Schwager zur Landwirtschaftlichen Vereinigung galoppieren. Aus dem Radio erfuhr er, daß der Dsud nicht nur das Tal der Schwarzen Füchse heimgesucht hatte, sondern auch mehrere umliegende Aimaks.

Als Jansan kurz vor Mitternacht ein leises Brummen hörte, sprang er aus dem Bett und stürzte hinaus. Aus der Ferne sah er Lichter auf sich zukommen.

»Eins, zwei, drei«, zählte er leise. Es schien tatsächlich, als näherten sich drei Lastwagen.

Hoffentlich bringen die ein bißchen Futter! dachte er erfreut. Er rannte den Fahrzeugen entgegen, glitt auf dem vereisten Schnee aus und wäre um ein Haar unter die Räder gekommen.

»So ein Nervenbündel! Anstatt uns in dieser Finsternis ein Lichtsignal zu geben! Wenn ich Sie umgefahren hätte, wären Sie selber schuld«, schimpfte der Fahrer.

»Wie sollte man nicht nervös werden, wenn so viel Vieh, immerhin sozialistisches Eigentum, am Verhungern ist! Na, Gott sei Dank! Habt ihr Futter gebracht?« fragte Jansan.

»Haben wir, haben wir.«

»Heu?«

»Nein. Häcksel oder wie das Zeug heißt.«

»Häcksel? Was ist denn das?«

»Pah, wer soll das wissen... Sieht grün aus und riecht sauer.«

Diese Antwort stimmte Jansan mißtrauisch. Da auf seinen Weiden immer genügend Gras gewachsen war, hatte er sich nie um zusätzliches Futter kümmern müssen. Nicht einmal Heu hatte er in den letzten Jahren zu füttern brauchen, von Häcksel ganz zu schweigen. In Büchern und Zeitungen hatte Jansan zwar von dergleichen gelesen, gesehen aber hatte er es noch nicht.

»Schickt das die Genossenschaft?« wollte er wissen.

Der Fahrer brauste auf: »Nein, ach was – wir kommen aus dem Aimakzentrum. Ihr jammert ja in einem fort: ›Es ist Dsud, wir brauchen Futter!‹ Ihr seid einfach zu bequem, Heuvorräte anzulegen, und wenn dann der Dsud vor der Tür steht, macht ihr in Panik. Jeder, der Telefon hat, greift dann zum Hörer, und wer keins hat, schickt ein Telegramm. Und dann werden wir Fahrer auf Trab gebracht und können uns Tag und Nacht für euch abstrampeln. ›Hilfe, der Dsud! Bringt Futter!‹ Mit nichts als diesen vier Worten kämpft ihr neuerdings gegen den Dsud.«

Jansan ärgerte sich ein bißchen.

»Was sollen wir denn machen, wenn das Gras, das kaum so lang ist wie der Bart eines Böckleins, von einem halben Meter Schnee begraben ist? Sollen wir zusehen, wie sozialistisches Eigentum umkommt? Natürlich schicken wir da ein Telegramm, mein Freund.«

»Wenn ihr an einen halben Klafter Schnee

gewöhnt seid, solltet ihr euch eben mit dem Heu auf anderthalb einrichten, und bei einem Klafter auf zwei – so bereitet man sich auf den Winter vor! Dann braucht ihr auch vor dem Dsud nicht zu zittern. Was aber macht ihr? Ihr hier draußen alarmiert die Brigade, die Brigade ruft die Genossenschaft, die Genossenschaft den Aimak und der Aimak die Hauptstadt. Glaubt ihr vielleicht, in der Hauptstadt wird Heu angebaut? In diesem Jahr kämpft tatsächlich die Hauptstadt gegen den Dsud und nicht ihr!«

Der Fahrer zeterte weiter, während er Anstalten traf, auf den Wagen zu klettern, um beim Entladen zu helfen. Jansans Stimme wurde sanfter: »Schon gut. Unser Weidestützpunkt ist seit mehr als zehn Jahren zum erstenmal in solch einer Lage. Wir haben jemanden in die Genossenschaft geschickt, aber noch lange nicht in die Hauptstadt. Das zu behaupten wäre doch wirklich eine Übertreibung.«

Da man nicht bis zum Morgen warten wollte, schlug Jansan vor, an allen drei Wagen die Scheinwerfer einzuschalten und das Vieh gleich an Ort und Stelle zu füttern.

»Bei euch stimmt's wohl nicht ganz? Ihr müßt das Futter genau nach Vorschrift geben, haben sie gesagt. Es ist sehr kräftig. Hier, die Anweisung!«

Einer der Fahrer fingerte ein zerknülltes Stück Papier aus der Tasche und reichte es Jansan. Bald roch es weit und breit nach Grünfutter. Als die erste Kelle voll auf eine Plane gestreut wurde, stürzte sich auch sogleich ein Rudel Schafe und Ziegen darauf. Es gab einen solchen Tumult, daß man nicht mehr unterscheiden konnte, welche Tiere gefressen hatten und welche nicht. Bei dem gierigen Schnauben und dem munteren Trappeln seiner Herde fiel Jansan ein Stein vom Herzen. Er ging nach Hause und machte sich lang.

In aller Frühe fuhren die drei Lastwagen wieder ab. Jansan erhob sich erst ziemlich spät. Der wiedergewonnene Seelenfrieden hatte ihn die Zeit verschlafen lassen. Er erwachte erst, als seine Frau verwundert nach ihm rief: »Jansan! Die fressen dieses Zeug ja überhaupt nicht!«

»Wovon sprichst du?« fragte er ruhig.

»Das Vieh will an deinen Häcksel nicht ran. In der Nacht sind drei oder vier Schafe krepiert«, sagte die Frau bedrückt.

Jansan sprang auf, um sich zu vergewissern. Als er im Pferch die Kadaver liegen sah, begann er zu jammern.

»Vielleicht haben sie von diesem Zeug gleich so viel verschlungen, daß ihnen das Zwerchfell geplatzt ist. Das mußte ja so kommen, so verrückt, wie sie sich aufgeführt haben«, murmelte er und ermahnte die Frau noch einmal, den Tieren ja nicht zu viel von dem Futter vorzusetzen.

Die Morgenfütterung übernahm Jansan selbst. Als er das Futter ausstreute, wollten die meisten Tiere davon nichts wissen und entfernten sich eigensinnig.

»Habt euch wohl nachts den Pansen vollgeschlagen, ihr Luder, was? Dann muß euch ja schlecht werden. So was Gutes seid ihr eben nicht gewohnt«, brummte er vor sich hin.

Indessen schienen einige Tiere noch gar nicht satt zu sein, geschweige denn überfressen. Ihm fielen ein paar besonders dreiste Schafe und Ziegen auf, die sich allen voran auf das Futter stürzten, das er hingestreut hatte, und es im Handumdrehen verschlangen.

Mittags fütterte die Frau. Am Nachmittag verendeten abermals zwei Schafe. Jansan war bedrückt.

»Einige wollen einfach nicht fressen . . . Was haben sie bloß?« fragte die Frau nachdenklich.

»Na, was schon! Überfressen haben sie sich«, sagte Jansan.

Abends fütterte Jansans Bruder, und am Morgen darauf stellten sie fest, daß weitere fünf Tiere eingegangen waren. Den Tag über war der Schwager an der Reihe, doch am Abend starben wieder ein paar.

Fünf Tage verstrichen. Das Futter ging zur Neige, doch immer mehr Tiere verendeten. Jansan machte sich Sorgen. Er stand vor einem Rätsel.

Woran krepieren sie bloß? Überfressen können sie sich kaum haben... Ob sie dieses Futter überhaupt schon mal ausprobiert hatten?

Innerhalb von fünf Tagen waren mehr als dreißig Tiere eingegangen. Jansan beschloß, das Füttern von nun an nur noch selbst zu übernehmen. Jedesmal, wenn er das Grünzeug ausstreute, machten sich einige Tiere mit großem Eifer darüber her, während sich die übrigen abseits hielten.

»Wartet nur, ihr Biester! Wenn ihr Hunger habt, werdet ihr schon fressen«, knurrte Jansan und ging nach Hause.

Am nächsten Morgen, als er nachschaute, stieß er abermals auf fünf, sechs Kadaver. Das brachte ihn völlig aus dem Gleichgewicht. Er beschloß, jedes verendete Tier genau zu untersuchen.

He, verdammt – die sind doch nicht etwa verhungert? fragte er sich überrascht, als er in die weit aufgerissenen, todesstarren Augen sah. Wenn das Vieh gefüttert wird, dürfte es eigentlich nicht verhungern. Irgend etwas stimmt hier nicht...

Kaltes Grauen packte ihn. Er sprang auf, stürzte in die Jurte, kramte aus einer ledernen Aktentasche, die er in jungen Jahren benutzt hatte, Kopierstift und Papier heraus und wollte gerade anfangen zu schreiben, als ihm noch etwas einfiel. Weitblickend, wie er nun einmal war, holte er auch noch einen Fetzen altes Kohlepapier hervor, klemmte es zwischen zwei Seiten und schrieb: »Lieber Kollege Rawdan, wie geht es Ihnen? Wir haben dankend den Häcksel erhalten, den Sie uns geschickt haben. Leider geht unser Vieh davon ein. Ich bitte Sie, uns einen Tierarzt zu schicken und außerdem einen Kontrolleur, damit ein Protokoll aufgenommen wird. PS: Würde mich freuen, wenn die Frage betreffs unserer Auszeichnung als Weidekollektiv der sozialistischen Arbeit bald geklärt wird. Jansan.«

Die Unterschrift versah er mit kunstvollen Schnörkeln.

Als er den Schwager mit dem Brief losgeschickt hatte, beruhigte er sich ein wenig. Er trat hinaus. Seine Frau war gerade beim Füttern. Es sah noch immer nicht nach Tauwetter aus. Im Gegenteil, es roch wieder nach Neuschnee. Mit finsterer Miene schlenderte Jansan wieder heimwärts.

Noch nie habe ich auch nur ein Zicklein aus der genossenschaftlichen Herde verloren! sagte er sich. In diesem Jahr kann ich niemandem mehr unter die Augen treten. Ich habe das Gefühl, daß einzig und allein dieser verdammte Häcksel an allem schuld ist. Zu allem Unglück erwischt es auch noch ausgerechnet das genossenschaftliche Vieh... Nun gut, die Untersuchung wird alles aufklären.

Von dieser Hoffnung erfüllt, beobachtete Jansan die Herde, die gerade ihr Futter bekam.

»Daß es sogar unter dem Vieh ausgemachte Draufgänger und Schlauberger gibt, hätte ich nicht gedacht«, sagte er. »Manche Tiere scheinen besonders gern durch Hintertüren zu schleichen. Hast du gesehen, wie sich die Schafe dort – die mit dem gelben Stirnfleck – einen ›Nachschlag‹ geholt haben? Und die dagegen, diese kläglichen Gestalten dort, bleiben einfach stehen und glotzen! Dem Ausdruck ihrer Augen nach müßten sie hungrig sein. Scheinen wohl darauf zu warten, daß man ihnen das Futter ins Maul stopft...«

Jansan grübelte, dann rief er seiner Frau zu: »He, mach mir doch mal 'ne Schüssel mit Futter zurecht. Ich will jetzt diese paar Faulpelze hier füttern.«

Als er den »Faulpelzen« die Schüssel vor die Nase hielt, zeigten sie noch immer keinen rechten Appetit. Plötzlich kamen mit großem Getöse vier oder fünf Ziegen dahergejagt und verschafften sich mit den Hörnern Platz. Jansan kannte sie schon – es waren dieselben, die auch sonst angerannt kamen, sobald sie ihn erspähten. Ehe er sich versah, hatten sie die Schüssel leer gefressen. Die anderen rührten sich nicht.

Jansan füllte die Schüssel ein weiteres Mal und setzte sie vor einem Grüppchen Schafe am anderen Ende des Pferchs ab. Während die Tiere lustlos zu kauen begannen, drängten sich –

genau wie eben – ein paar dreiste Gesellen dazwischen und gruben ihre Mäuler in die Schüssel. Als Jansan genauer hinsah, bemerkte er an ihren Ohren die Kerbe, das Eigentumszeichen seines Schwagers. Ein drittes Mal füllte Jansan die Schüssel, und diesmal stapfte er mit ihr in die Mitte des Pferchs. Alles wiederholte sich: Ein paar Ziegen – diesmal mit einem runden Mal am Ohr, also Privatvieh seines Bruders – stürzten herbei und fraßen die Schüssel leer, ohne die anderen heranzulassen.

Nun ging Jansan ein Licht auf. Sein Gesicht verzog sich, seine Stirn bedeckte sich mit Schweiß.

»So ist das also . . . Laß das bloß niemanden hören!«

Die leere Schüssel im Arm, wollte er gerade umkehren, als er eine zärtlich lockende Stimme vernahm: »Kommt, meine Guten, kommt!«

Inmitten einer Gruppe wohlgenährter, dreister Hammel stand seine Frau und verteilte aus einem Beutel Knoblauch und Zwiebeln.

Pfui Teufel, also dieses Weibsstück ist an allem schuld! Wenn ich diesen Gaunern nicht sofort das Handwerk lege, ist es aus und vorbei mit mir . . .

Jansan überlegte.

»He, Frau, komm mal her! Süren und Zewel, ihr beide auch! Treibt sofort das individuelle Vieh aller drei Jurten aus der Herde und schließt es im Stall ein.«

Die verwunderten Frauen gehorchten widerwillig und sperrten das gesamte Privatvieh ein.

»So, und jetzt wollen wir mal füttern«, rief Jansan fröhlich aus, schürzte den Rock und machte sich an die Arbeit.

Von der einen Seite gafften die drei Frauen, von der anderen die »Individuellen«, und alle fragten sich verwundert, ob der Alte den Verstand verloren habe. Und weil das liebe Vieh nun einmal nicht sprechen kann, waren es die Frauen, die als erste die Sprache wiederfanden.

»Jansan, du bist wohl übergeschnappt? Warum bist du so ungerecht zu den armen Tieren? Sie ernähren uns schließlich«, protestierte die Frau.

»Achaa, was tun Sie denn da?«

»Vieh ist Vieh – was gibt es da zu fragen. Noch dazu, wo das Futter zu Ende geht.«

Die drei Frauen konnten sich nicht beruhigen. Hatten sie wirklich nicht gemerkt, woran es lag, daß das Vieh vor dem vollen Futtertrog verhungerte, oder wollten sie es einfach nicht zugeben?

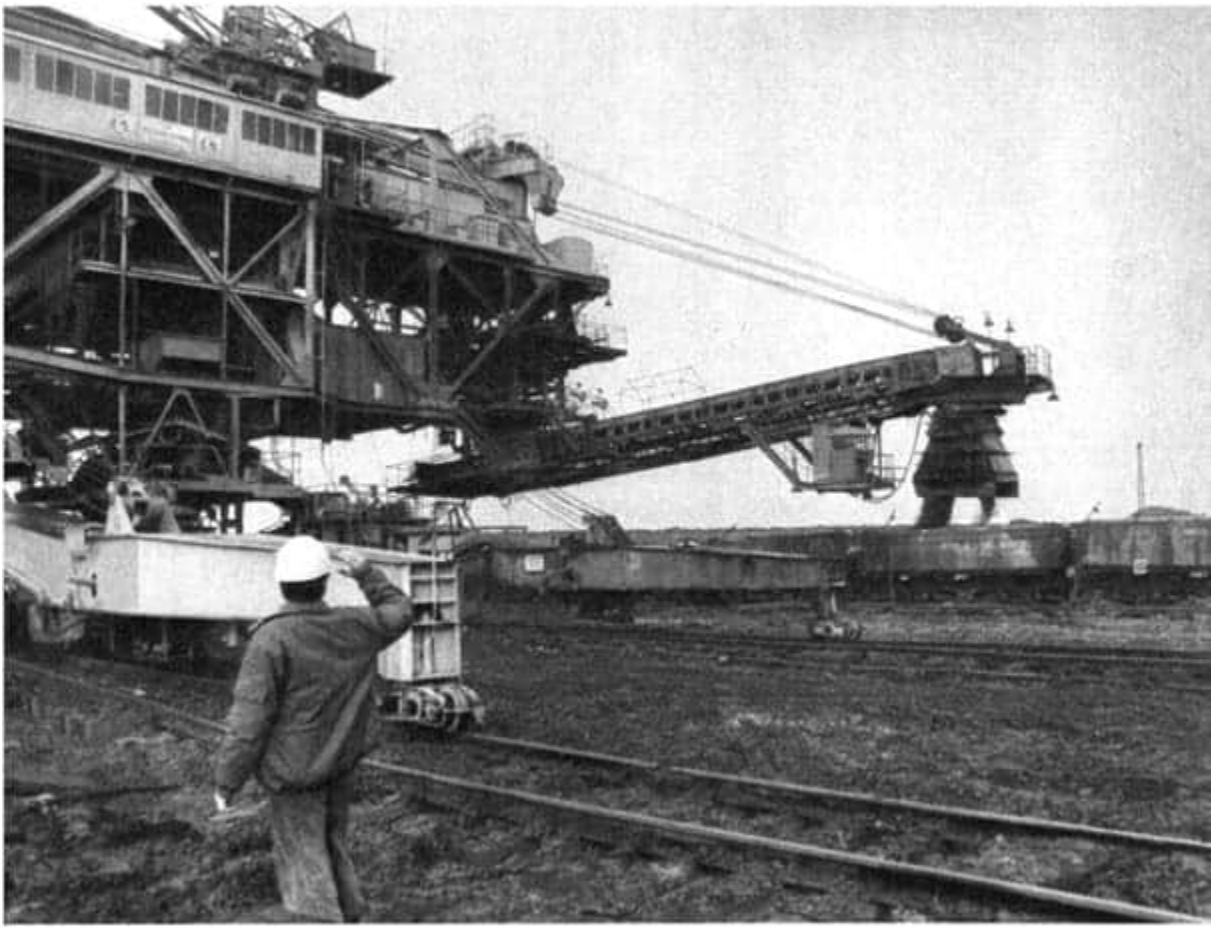
Die »Individuellen« waren es gewohnt, daß man sie mit allem möglichen fütterte, es fehlte nur, daß sie auch am Tisch ihrer Herrschaften Platz nahmen, sie kamen gesprungen, sobald sie nur eine Schüssel erblickten. Die anderen aber, die »Genossenschaftlichen«, hatten noch nie ein anderes Futter gesehen als das Gras auf der Weide, deshalb blieben sie mit leerem Magen hinter ihren gefräßigen Gefährten zurück, und ehe sie sich mit dem ungewohnten Futter anfreunden konnten, waren sie verhungert.

Sicherlich ist es eines der vielen Rätsel der Natur, daß der Dsud ausgerechnet die Gegend heimsuchte, die seit mehr als zehn Jahren keinen strengen Winter erlebt hatte. Ohne den Dsud aber wäre ein anderes Rätsel, nämlich das von Jansans Herde, ewig ungelöst geblieben.

Als Jansan mit dem Füttern fertig war, kam der Schwager aus der Landwirtschaftlichen Vereinigung zurück. Er knöpfte den Deel auf und zog einen Brief hervor: »Das Futter ist einwandfrei. Seht nur zu, daß alle Tiere etwas bekommen. Rawdan. PS: Die Auszeichnung als Weidekollektiv der sozialistischen Arbeit müssen wir verschieben.«

Renaissance der KOHLE?

Doz. Dr. sc. Dimitrios Christakudis



In den vergangenen 150 Jahren stellte die Kohle das Rückgrat der wirtschaftlichen Entwicklung und Industrialisierung in den meisten Ländern der Welt dar. Sie war die Grundlage für den Antrieb der Dampfmaschinen. Mit Kohle wurden die Elektrizitätswerke betrieben. Aus Kohle wurde das Stadtgas erzeugt. Außer dieser dominierenden Stellung als Primärenergieträger besaß die Kohle aber auch auf stoffwirtschaftlichem Gebiet eine zentrale Bedeutung. Steinkohlenkoks war die Basis des gesamten Hüttenwesens. Ammoniak und Methanol, zwei wichtige Grundchemikalien, wurden aus Synthesegas erzeugt, das seinen Ursprung wieder in der Kohle hatte. Die Aromatenchemie auf der Grundlage von Steinkohlenteer (synthetische Farbstoffe und Arzneimittel) erlebte ihre erste Blüte. Es entstanden Kokereien, Schwelereien, Kohleverflüssigungsanlagen und Synthesewerke, die aus Stein- und Braunkohle Millionen Tonnen von Kraftstoffen, Schmierstoffen, Heizölen, Paraffinen und Phenolen in Werken erzeugten, die auch aus heutiger Sicht als Großbetriebe gelten können. Über das Kalziumkarbid und die Azetylenherstellung erschloß sich die Kohle das weite Gebiet der Olefinchemie. Auf dieser Grundlage wurden erstmalig Plaste (PVC, Phenoplaste usw.) und Elaste (Buna-Kautschuk) als Massenprodukte zugänglich.

	UdSSR	USA	Japan	DDR	Welt
Kohle	28	19	7	65	28
Erdöl	44	47	73	19	43
Erdgas	23	27	15	8	18
übrige	4	7	5	8	11

Struktur des Primärenergieverbrauches in verschiedenen Ländern 1978 (in %)

Aufgrund dieser überragenden Bedeutung der Kohle als Primärenergieträger und chemischer Rohstoff war es kein Wunder, daß die Förderung und der Verbrauch an festen fossilen Brennstoffen bis zum Jahre 1960 in der ganzen Welt ständig zunahmen. Im Jahrzehnt von 1960 bis 1970 begann jedoch international eine Veränderung in der Bewertung der Kohle, freilich in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich. In der UdSSR, der ČSSR, in Polen und Indien, aber auch in den USA und anderswo stieg die Steinkohlenförderung teilweise um mehr als 20 %, dagegen ging sie in der BRD, in Japan, Belgien und den Niederlanden bis zu 50 % und mehr zurück. In der DDR stabilisierte sich in diesem Zeitraum die Braunkohlenförderung bei etwa 250 bis 260 Mill. t pro Jahr.

Energetische Nutzung der Kohle

Die Ursachen dieser Entwicklung sind vielschichtig und komplexer Natur, lassen sich aber bei weiter steigendem Primärenergiebedarf auf eine starke Zuwendung zu flüssigen und gasförmigen Brennstoffen aus Erdöl und Erdgas zurückführen. Der Übergang zu Brenngasen und Heizöl hatte nicht nur eine Reihe technologischer Vorteile (hoher Heizwert, leichte Automatisierbarkeit, anpassungsfähiger gegenüber wechselnden Betriebsbedingungen), sondern war auch unweltfreundlicher und wurde durch außerordentlich niedrige Preise sehr gefördert. Gleichzeitig beobachten wir einen allgemeinen Übergang zur Petrolchemie. Infolgedessen wurden bereits Ende der sechziger Jahre fast alle organischen Chemikalien im Weltmaßstab aus Erdöl/Erdgas gewonnen. An dieser Situation hat sich im Prinzip bis heute nichts geändert, jedoch zwingt eine ganze Anzahl von Faktoren, die Stellung der Kohle bei der Deckung des Energiebedarfs und ihre künftige Bedeutung als Chemierohstoff neu zu durchdenken:

1. Bedingt durch wirtschaftspolitische, aber auch technische Aspekte stiegen die Erdölpreise explosionsartig an. Im Jahre 1980 mußte für Erdöl auf den Weltmärkten mehr als der zehnfache Preis bezahlt werden als fünf Jahre zuvor. Eine ähnliche Preisentwicklung für Erdgas ist nicht auszuschließen.
2. Die Weltvorräte an Kohle sind etwa zehnmal größer als die von Erdöl. Ihre Verteilung ist territorial verschieden. Länder ohne oder mit begrenzten eigenen Erdölvorräten zeigen aus Gründen der Verfügbarkeit ein zunehmendes Interesse an der Nutzung der einheimischen Brennstoffbasis.

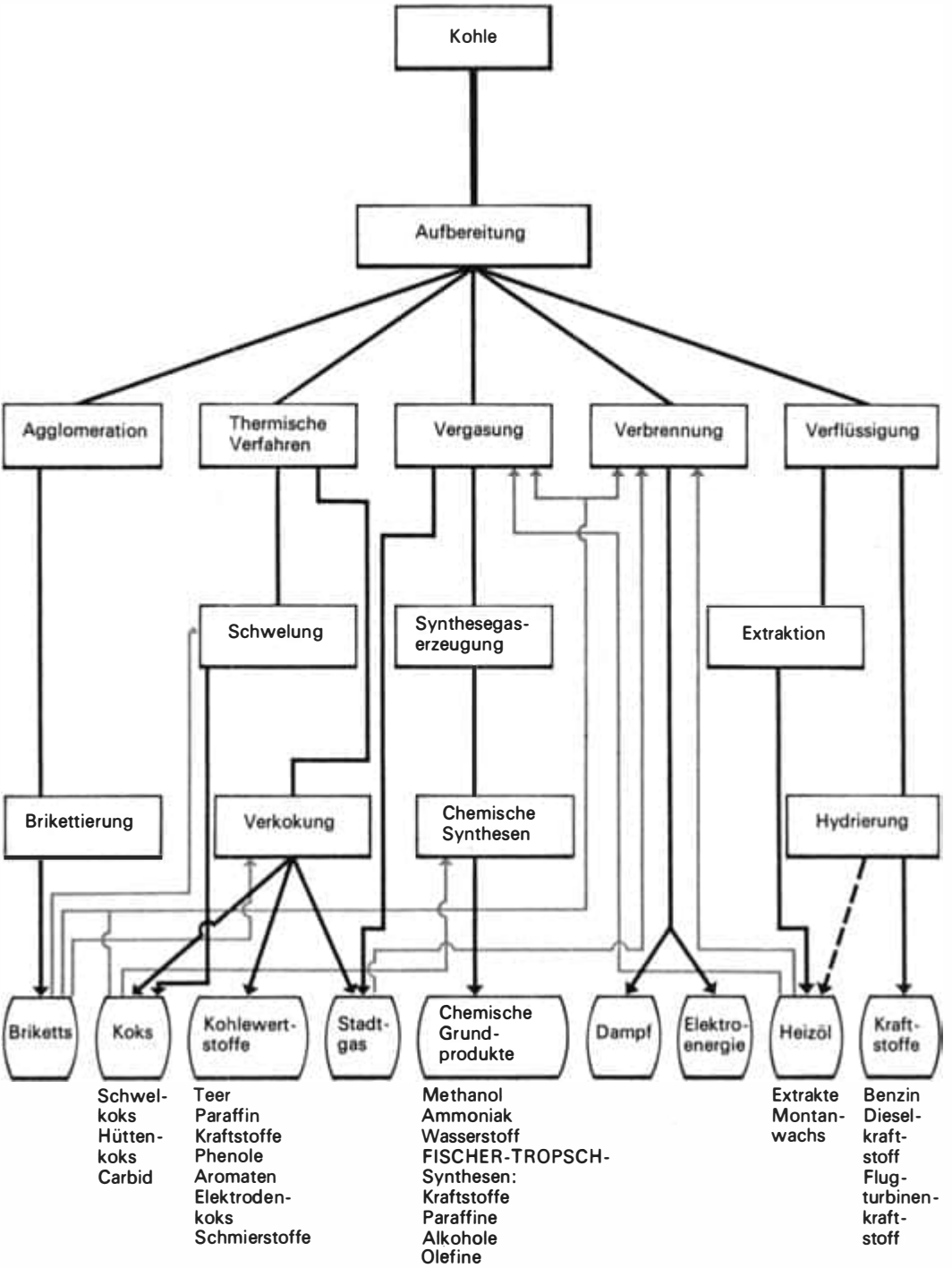
Schon ein flüchtiger Blick in die Statistik (s. die Tabelle links oben) zeigt, daß bei der energetischen Nutzung der festen Brennstoffe die DDR keinen Nachholebedarf hat. Beispielsweise entfielen von den 1980 zu erzeugenden 95000 GWh Elektroenergie mehr als 85 % auf feste Brennstoffe. Deshalb wollen wir uns hier auf die Nutzung von Kohle als Chemierohstoff konzentrieren.

Klassische Wege der Kohlechemie

Spricht man in der Welt von Kohle, so meint man in der Regel die Steinkohle, denn nur relativ wenige Länder betreiben eine bedeutende Braunkohlenförderung. Der Grund liegt darin, daß man nur dann auf die sehr wasserreichen Rohbraunkohlen mit relativ niedrigem Heizwert zurückgreift, wenn man nicht über andere Brennstoffe verfügt und sie unter günsti-

Kraft- und Heizwerke	60 %
Brikettherstellung	40 %
davon: Kraft- und Heizwerke	3 %
Gebrauchsenergie	24 %
Veredlung	13 %
darunter: Schwelereien	6 %
BH-Verkokung	4 %
Druckvergasung	2 %
Generatorgas	1 %

Prozentuale Verteilung des Braunkohleneinsatzes in der DDR



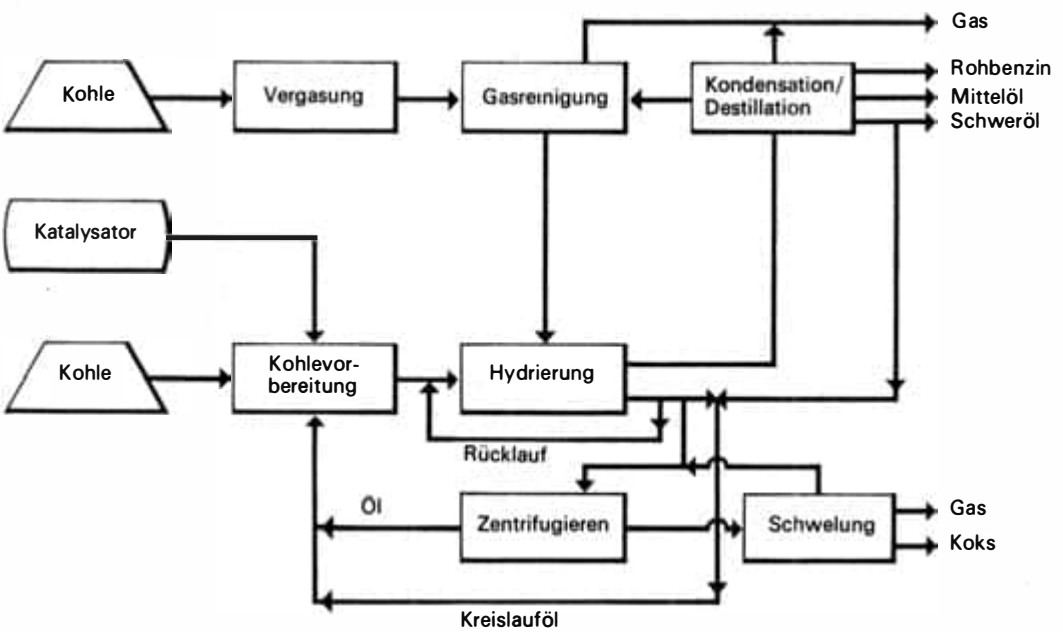
Möglichkeiten der Kohleveredlung

gen geographischen und geologischen Bedingungen lagern. In der DDR wurden 47 Mrd. t Braunkohle erkundet, wovon etwa die Hälfte abbauwürdig erscheint. Es handelt sich dabei um erdige Braunkohlen mit Wassergehalten bis zu 60 %. Dieser Umstand zwang schon sehr zeitig dazu, die Rohbraunkohle zu veredeln, um ihren Heizwert zu erhöhen und sie transportwürdig zu machen. Durch Teiltrocknung mit anschließender Brikettierung läßt sich das Problem technisch lösen. Von den jährlich geförderten 250 Mill. t Rohbraunkohle werden heute in der DDR etwa 40 % brikettiert. Die Brikettierung ist für die gesamte Kohleveredlung von Bedeutung, weil viele Verfahren von Briketts ausgehen (s. Abb. S. 291 und Tabelle S. 290 unten). Die für die Produktion von Edelenergieträgern und Chemierohstoffen bedeutenden technischen Lösungen der Vergangenheit lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen:

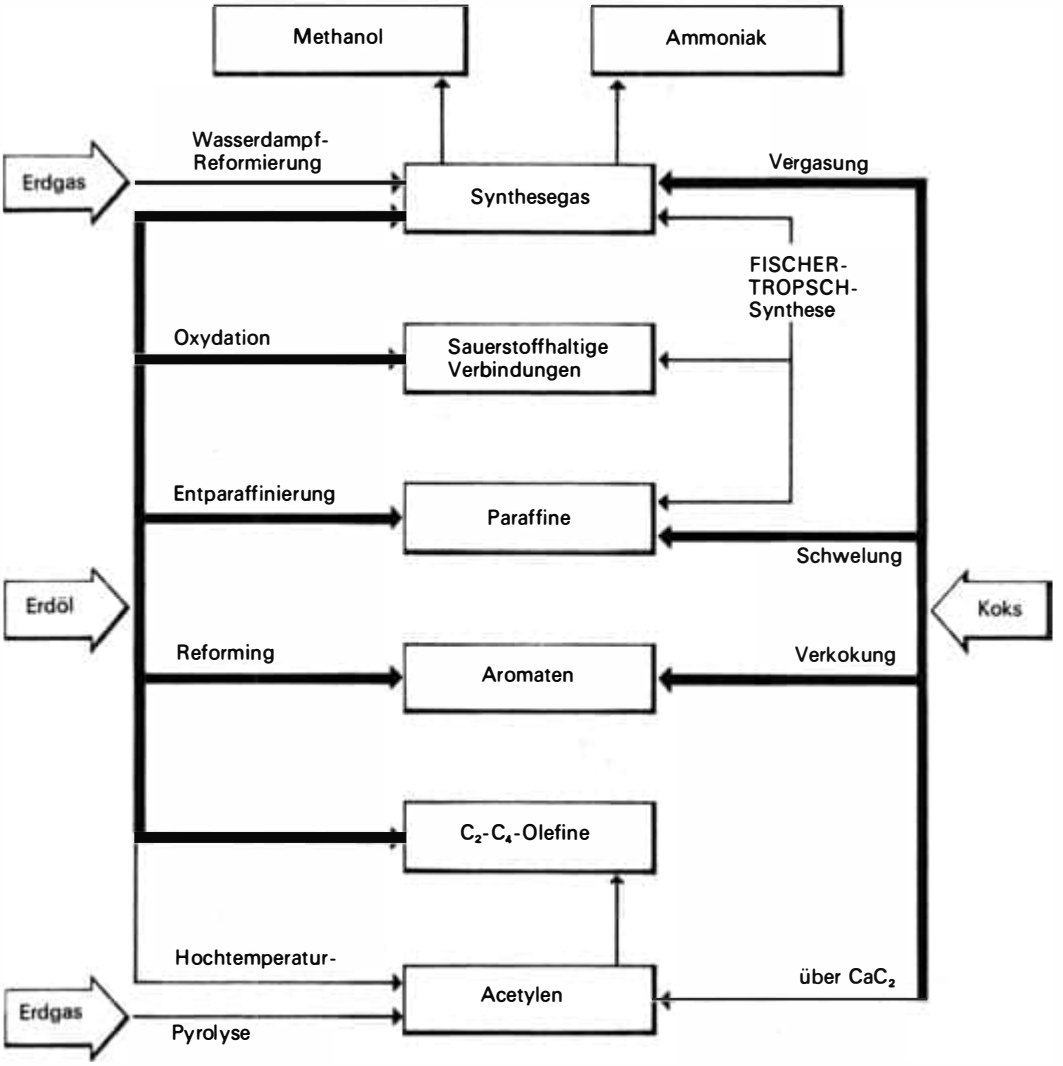
1. thermische Verfahren der Kohleentgasung,
2. Kohlevergasung und
3. Kohleverflüssigung.

Das am längsten beherrschte Entgasungsverfahren ist die Steinkohleverkokung bei Temperaturen über 1 000 °C. Zielprodukte sind Koks und Stadtgas, während sich aus den flüssigen Produkten (Teeren) in erster Linie Aromaten gewinnen lassen. Die technische Lösung der Verkokung von Braunkohle ist dagegen jüngeren Datums und das Verdienst von DDR-Wissenschaftlern. War es ursprünglich das Ziel, Hüttenkoks zu erzeugen, so ist heute der in zwei Betrieben der DDR gewonnene Braunkohlenhochtemperaturkoks (BHT-Koks) ein unentbehrlicher Rohstoff für Vergasungsprozesse bzw. ein chemischer Reaktionspartner. Sowohl die Steinkohlen- als auch die BHT-Kokereien werden in den nächsten Jahren in der DDR rekonstruiert, und ihre Leistungsfähigkeit wird steigen.

Auch das dritte bekannte Entgasungsverfahren, die Schwelung, hat in der DDR Tradition. Speziell ausgesuchte Braunkohlen werden bei einer maximalen Temperatur von 600 °C entgast, und man gewinnt etwa 15 % flüssige Produkte, aus denen unter anderem die in der Abbildung auf S. 291 angegebenen wertvollen Erzeugnisse herstellbar sind. Die bei uns betriebenen Anlagen sind wohl die



Klassisches Verfahren der Kohlehydrierung



Substitutions- und Wechselbeziehungen zwischen Kohle- und Erdölchemie

letzten in der Welt. Nach gründlicher Modernisierung werden sie noch viele Jahre in Betrieb sein und in erster Linie den Rohstoff für die Produktion des vielgefragten Elektrodenkokses sowie von Paraffinen und Phenolen liefern.

Die Vergasung von Kohle wurde vor etwa sechzig Jahren zur großtechnischen Reife gebracht. Heute gibt es etwa zwei Dutzend Verfahren, mit deren Hilfe aus Braunkohle, Steinkohle oder Koks Stadtgas, Synthesegas und synthetisches Erdgas in großen Mengen erzeugt werden können. In der DDR wird – neben der Erzeugung von Synthesegas für die Ammoniak- und Methanolsynthese durch die Wirbelschichtvergasung von Koks – Stadtgas durch die Druckvergasung von Braunkohle gewonnen.

Zu den klassischen Verfahren der Kohlechemie gehört auch die Kohleverflüssigung. Ausschließliches Ziel war dabei die Kraftstoffproduktion. Bei einem Druck um 30 MPa und bei 450 bis 480 °C wurde feingemahlene Braunkohle mit Öl angemischt und in einem

zweistufigen Verfahren über einen Katalysator hydriert (s. Abb. S. 292). Wegen des hohen Wasserstoffverbrauches wurden diese Anlagen in der DDR bereits Ende der fünfziger Jahre auf die Verarbeitung von Erdöl umgestellt.

Als letztes der »Alt«verfahren zur Kohleveredlung soll hier die Extraktion von Braunkohle erwähnt werden. Aus speziellen Kohlen werden mittels organischer Lösungsmittel die vorgebildeten Wachsgemische herausgelöst, die nach entsprechender Reinigung als Montanwachs ein weites Anwendungsgebiet finden. Die DDR gehört auch heute zu den größten Produzenten von Montanwachs.

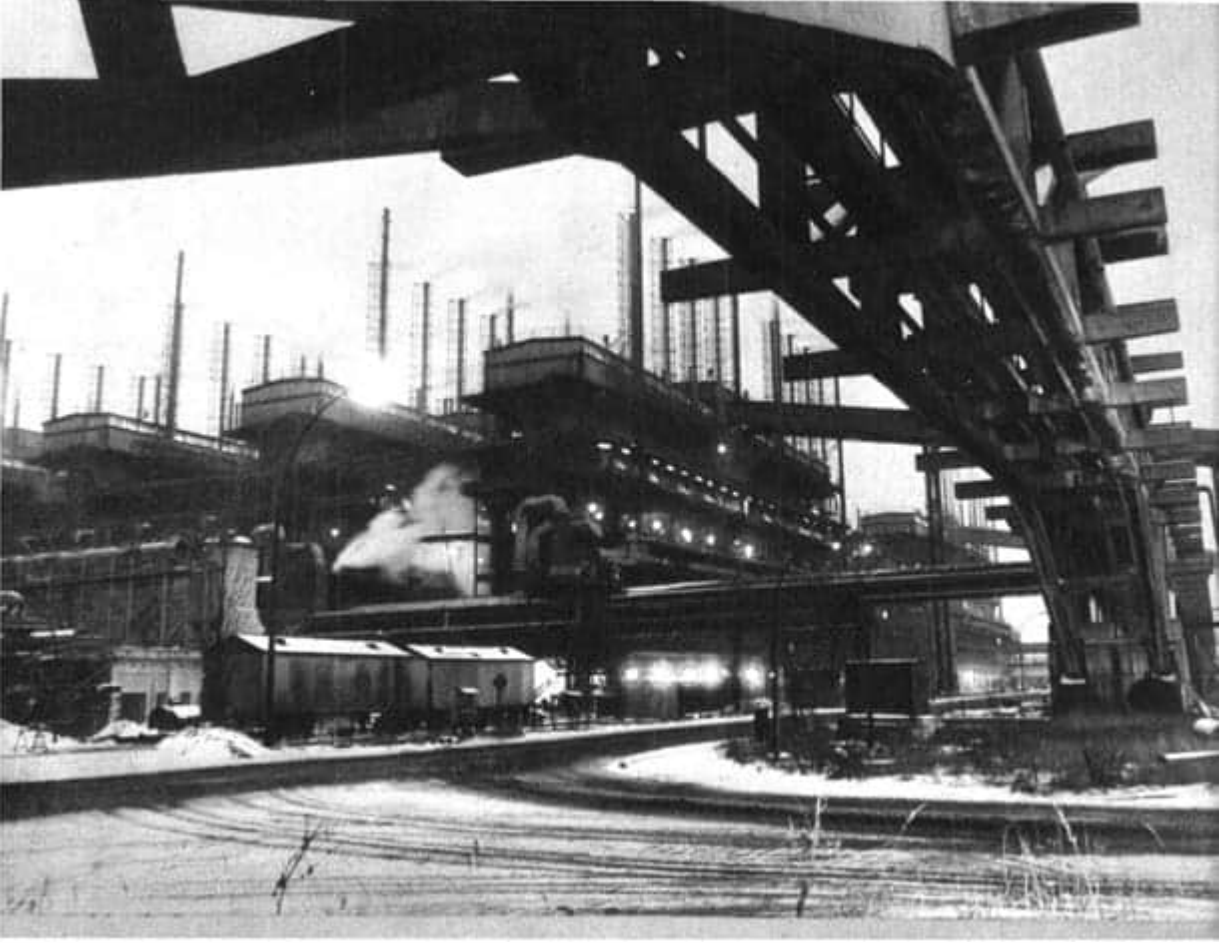
Probleme der modernen Kohlechemie

Wie aus den Darlegungen hervorging, hat die DDR lange Traditionen auf dem Gebiet der Kohle- oder Karbochemie, denn alle klassischen Kohleveredlungsverfahren wurden auf unserem Territorium großtechnisch ausgeführt. Auch heute besitzt die DDR beträchtliche Kapazitäten, die zur Karbochemie gerechnet werden können (vgl. Tabelle S. 290 unten). Deshalb erhebt sich die berechtigte Frage nach ihren Perspektiven. Welche Anforderungen werden an moderne Kohleveredlungsverfahren gestellt? Welche Probleme hat heute die kohlechemische Forschung zu lösen?

Um solche Fragen beantworten zu können, muß man von den sehr engen Substitutions- und Wechselbeziehungen zwischen Petrol- und Karbochemie ausgehen (s. Abb. S. 293), denn alle Energieträger und die meisten Grundchemikalien lassen sich sowohl aus Kohle als auch auf der Basis von Erdöl/Erdgas herstellen. Synthesegas für die Erzeugung von Methanol und anderen sauerstoffhaltigen Verbindungen und für die Ammoniakproduktion bzw. reiner Wasserstoff für Hydrierprozesse können beispielsweise durch Vergasung von Steinkohle, Braunkohle, Koks oder Erdölrückständen, durch Dampfreformierung von Rohbenzin bzw. Erdgas und speziell Wasserstoff aus Pyrolyse- und Raffineriegasen gewonnen werden. Da bei den heutigen Vergasungsverfahren nicht der gesamte Rohstoff stoffwirtschaftlich genutzt wird, sondern zur Aufbringung der notwendigen Reaktionswärme teilweise verbrannt werden muß, sind schon jetzt die auf Kohle basierenden Verfahren der Synthesegaserzeugung konkurrenzfähig. Die für die Gewinnung von waschaktiven Substanzen sehr gefragten n-Paraffine lassen sich zwar durch Trennoperationen aus den Dieselkraftstofffraktionen des Erdöls isolieren, der Aufwand ist jedoch auch dort beträchtlich und ihre Qualität nicht besser als die aus dem Braunkohlenschwelteer gewinnbaren. Die Kohlechemie wird deshalb auch künftig neben der Petrolchemie ein Hauptproduzent von Paraffin sein. Bei den Aromaten wird sie eine ergänzende Funktion ausüben.

Anders ist die Situation bei den Olefinen. Die kurzkettigen Alkene sind bisher nicht direkt aus der Kohle zugänglich. Bei der Herstellung von Äthylen und Propylen wird deshalb in den nächsten Jahren weiterhin die Pyrolyse von Kohlenwasserstoffen dominieren. Azetylen gewinnt man allerdings auch heute noch vorteilhafter auf kohlechemischem Wege über das Kalziumkarbid. Aus diesem Grunde hat die Azetylenchemie in der DDR einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Viele hunderttausend Tonnen organischer und anorganischer Chemikalien (Düngemittel, Kautschuk, Azetaldehyd u. a.) werden so aus der Kohle gewonnen.

Die Probleme der heutigen Kohlechemie werden besonders deutlich, wenn man die Herstellung von Kraftstoffen betrachtet. Wie wir sahen (vgl. Abb. S. 291), fallen sowohl bei den thermischen Veredlungsverfahren als auch bei der Kohleverflüssigung Kraftstoffe an. Ihre Ausbeute ist jedoch gering, der Aufwand erheblich. Wollte man z. B. die derzeit in der DDR auf Erdölbasis gewonnenen Kraftstoffe durch die klassische Schwelung von Braunkohle herstellen, müßte man $^3/_4$ der geförderten Rohbraunkohle nur für diesen einen Zweck einsetzen, was weder technisch noch ökonomisch tragbar wäre. Außerdem ist die Qualität der aus Kohle gewinnbaren Ottokraftstoffe wesent-



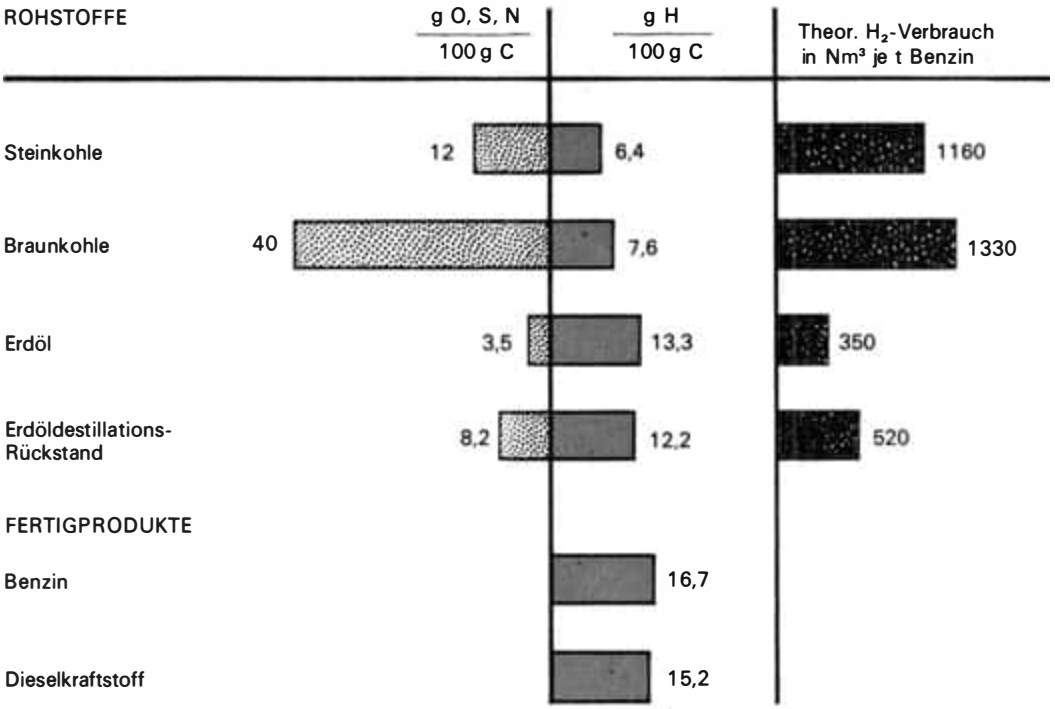
lich schlechter, der erforderliche Aufwand für die Veredlung größer. Die Ursachen liegen in der völlig abweichenden chemischen Zusammensetzung der Rohstoffe und Zielprodukte, was allein schon aus der Elementaranalyse (s. Abb. S. 296 oben) ersichtlich wird. Namentlich bei der Kohleverflüssigung durch Hydrierung macht sich dies besonders nachteilig bemerkbar. Da die festen Brennstoffe einen hohen Sauerstoffgehalt und relativ wenig Wasserstoff besitzen, ist der Verbrauch des sehr teuren Hydrierwasserstoffes recht hoch. Für eine Tonne Flüssigprodukte werden beispielsweise 3,6 t Steinkohle benötigt, davon allein 1,3 t für die Wasserstofferzeugung. Deshalb sind Zielprodukte mit einem hohen Wasserstoffgehalt günstiger aus Erdöl und nicht aus Kohle herzustellen, während bei kohlenstoffreichen Zielprodukten die Karbochemie unter Umständen zu bevorzugen ist.

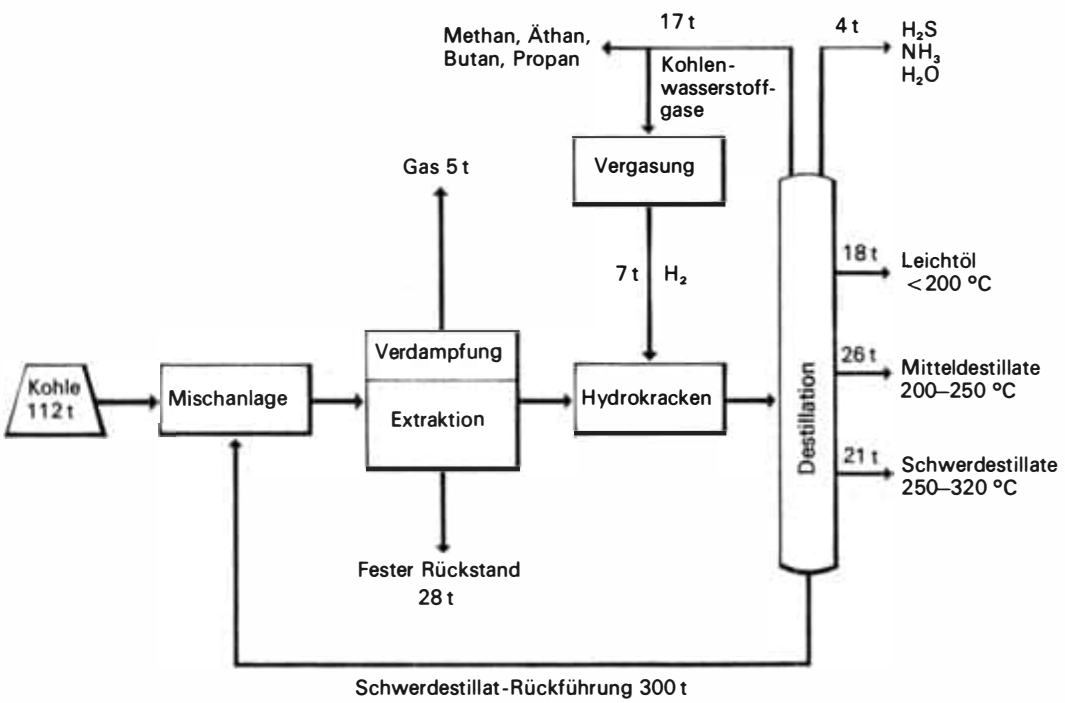
Es gibt aber auch Kohlen, die bisher weder energetisch noch chemisch problemlos zu verwerten sind, obwohl sie einen relativ hohen Heizwert und teilweise niedrigen Aschegehalt aufweisen. Es sind die sogenannten Salzkohlen mit einem prozentual hohen Anteil an Alkalimetallen in der Asche. Solche Braunkohlen einer chemischen Nutzung zugänglich zu machen, ist aus Verfügbarkeitsgründen ein äußerst aktuelles Problem unserer Kohlechemie.

Gaskombinat Schwarze Pumpe: Die Kokerei des Industriegiganten im Bezirk Cottbus liefert die Hälfte des in der DDR produzierten Braunkohlen-Hochtemperaturkokses

Neue Wege der Kohlechemie

Betrachtet man die in den letzten Jahren wieder zahlreicher werdenden Berichte über neue Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der





Elementaranalyse verschiedener Rohstoffe für die Kraftstoffherstellung und ihr Bedarf an Wasserstoff bei der Benzinherstellung

Verfahrensschema eines vorgeschlagenen neuen Verfahrens der Kohleverflüssigung mit Hilfe der nichtkatalytischen Extraktion im überkritischen Bereich

Karbochemie, so wird man überrascht feststellen, daß die »neuen« Wege eigentlich die alten sind. Man beschäftigt sich intensiv mit der Kohleverflüssigung und mit den Vergasungsprozessen, die auch wir hier als besonders zukunftsträchtig dargestellt haben. Dabei konzentrieren sich fast alle Arbeiten auf die Verflüssigung der Steinkohle. Unter Nutzung des reichen Erfahrungsschatzes der Petrolchemie der letzten Jahrzehnte versucht man, die Technologien der klassischen Verfahren mit folgender Zielrichtung zu verbessern und sie somit den Erdölverfahren gegenüber konkurrenzfähig zu machen:

– Herabsetzung des Arbeitsdruckes von ursprünglich 700 bar auf 200 bar und möglichst darunter,
– Minimierung des Wasserstoffverbrauches,
– Erhöhung des Durchsatzes der Anlagen,
– Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades.

Neben technologischen Verbesserungen und neuen Katalysatoren werden auch neue Verfahrenskombinationen getestet. So wird vorgeschlagen, den für die Kohlehydrierung benötigten Wasserstoff durch Vergasung der Rückstände aus der Kohlehydrierung zu erzeugen. Eine andere Verfahrenskombination sieht die Kopplung der Hydrierstufe mit der Extraktion vor. Auf diese Art und Weise kann man bis zu 90 % der Kohlesubstanz verarbeiten (s. Abb. S. 296 unten).

Aber auch völlig neue, früher nicht gekannte Lösungen werden im Laboratoriums- oder technischen Versuchsmaßstab getestet. Solche Varianten sind:

• Ersatz des sehr teuren Hydrierwasserstoffes durch andere Gase. Erfolgreich wurde beispielsweise das preiswert und einfach zu erzeugende Gemisch aus CO und H_2O-Dampf ausprobiert.
• Lösung des sehr schwierigen Problems, die nicht umgesetzte feste Kohlesubstanz von der Flüssigphase durch Extraktion mit überkritischen Gasen zu trennen. Im Labormaßstab gelingt eine selektive Extraktion wasserstoffreicher Kohleanteile mit organischen Lösungsmitteln bei 350 bis 450 °C und 100 bis 200 bar.

Zu ähnlich neuen Wegen, die in der Fachpresse diskutiert werden, gehört auch die Schnellpyrolyse. Feingemahlene Kohle wird sehr schnell auf Temperaturen oberhalb 1000 °C gebracht, wobei sie sich thermisch zersetzt. Neben aromatischen Verbindungen bilden sich auch Olefine, womit eine direkte Möglichkeit geschaffen wäre, ungesättigte Verbindungen für die Kunststoffindustrie aus Kohle zu gewinnen. In diesem Zusammenhang wird unter anderem versucht, die schnelle Aufheizung der Kohle durch eine Salzschmelze anorganischer Salze (ein sogenanntes Salzbad) zu beherrschen.

Sehr interessant sind weiterhin Vorschläge zur Kopplung eines Hochtemperaturkernreaktors mit der Kohleveredlung. Der Kernreaktor erzeugt große Mengen noch ungenutzter Wärmeenergie, während bei den thermischen Kohleveredlungsprozessen ein beträchtlicher Teil der Kohle für die Aufbringung der notwendigen Reaktionsenergie verbrannt werden muß. Der Zweck der Kopplung ist also die Energieminimierung.

Prinzipiell neue Wege stellen schließlich die Versuche dar, aus der als Makromolekül anzusehenden Kohle definierte Grundchemikalien durch gezielte Abbaureaktionen zu gewinnen. Die für die Erzeugung verschiedener Kunststoffe und Fasern sehr gefragten Benzolpolykarbonsäuren lassen sich beispielsweise durch die Oxydation von Braunkohlen unter bestimmten Voraussetzungen in recht hohen Ausbeuten erhalten. Auch wenn hier noch nicht alle technischen Probleme gelöst sind, eröffnen diese Untersuchungen völlig neue Aspekte in der Kohlechemie.

Wir sehen also, daß die Kohle wesentlich mehr vermag, als nur Energielieferant zu sein. Solange jedoch für die Energieerzeugung kein alternativer Weg (etwa durch die Kernenergie) realisiert ist, wird man gezwungen sein, große Teile der Kohle noch energetisch zu nutzen.

Frauenkopf im Profil, 1905. Kaltnadelradierung, 29,2×25 cm
Eine der schönsten Radierungen Picassos aus dem Höhepunkt der »Rosa Periode« (1904–1906). Das feinlinige Strichgewebe vereint Naturnähe und vertiefte psychologische Deutung

Volker Frank

Aus den Mappen eines Zauberers

Pablo Picasso als Grafiker und Plakatkünstler

Man hat Picasso als den »Jahrhundertmaler« bezeichnet, in dessen Werk wie durch eine Linse die Fragen seiner Zeit konzentriert und deutlich erscheinen. Einzelne Arbeiten Picassos sind nicht nur sehr bekannt, sondern geradezu populär geworden; sein Gesamtwerk ist jedoch nicht mehr überschaubar, über 15000 Gemälde, 6600 Plastiken, ungezählte Zeichnungen, Druckgrafiken, weiterhin Plakate, Keramiken, Bühnenbilder, auch Gedichte und Theaterstücke schuf er. Allein das Pariser Picasso-Museum, das zu seinem 100. Geburtstag am 25. Oktober 1981 eingerichtet wurde, verfügt über 225 Gemälde, mehr als 150 Skulpturen, über 1400 Zeichnungen, einige tausend Blatt Druckgrafik und rund 20000 Dokumente des Privatarchivs.

Picasso war ein Künstler, für den in jeder Hinsicht Superlative gelten können. Über kaum einen Maler des 20. Jh. ist so vieles und Gegensätzliches geschrieben worden. Trotzdem: Wer war Picasso, dieser Sohn eines spanischen Zeichenlehrers aus Malaga, staatenloser Franco-Gegner, Direktor des Madrider Prado im republikanischen Spanien 1936/37, Maler, Plastiker, Zeichner, Grafiker und Dichter in Paris, Mitglied der Französischen Kommunistischen Partei, europäischer Friedenskämpfer . . . ? Das bekannteste Bildzeichen unserer Zeit, die Friedenstaube, stammt von ihm: Verbildlichung uralter Friedenssehnsucht der Völker. Er zeichnete sie für die Weltfriedensbewegung – 1947 duftig leicht vor dunklem Hintergrund, 1949 in den Händen der Jugend, 1950 im sieghaften Flug und 1952 von einem schützenden Händekranz umgeben. »Auffliegen läßt er die schöne Taube, die keiner erjagt . . .«, dichtete Johannes Bobrowski. Picassos Freund Ilja Ehrenburg schrieb über ihn: »Die Geschichte, scheint mir, hat keinen Maler gekannt, dessen Schaffen so viele Streitgespräche hervorgerufen hätte. Niemand spricht gelassen über Picasso; die einen schmähen ihn, die anderen lobpreisen ihn . . . Er hat viele Freunde, er hat auch viele Gegner, die einen nennen ihn einen Verführer der Bourgeoisie, andere einen Formalisten und dritte einen Kunstbolschewisten . . . Picasso ist unerhört kompliziert, aber ebenso kompliziert ist auch die Epoche, in der er lebt: Zusammenprall der Welten, Kriege, Revolutionen, der Beginn einer neuen Ära . . . Das zwanzigste Jahrhundert fand in Picasso sein Dynamit, seinen Philosophen, seinen Dichter.«

Picassos Bilder zu verstehen scheint nicht einfach, seine Werke sind stets ungewöhnlich in der Form, kühn in der Idee und mutig, wenn es um neue künstlerische Wege geht. Man kann ihn als Anti-Traditionalisten charakterisieren: Durch sein ganzes Schaffen zieht sich ein Kontra zur Kunstgeschichte und auch zu den Erwartungen der Betrachter. Er war aber ebenso Traditionalist, suchte Zwiesprache mit den

Leistungen alter Meister: Die Spanier Velázquez (1599–1660) und vor allem Goya (1746–1828), die Franzosen Courbet (1819–1877) und Manet (1832–1883), die Deutschen Grünewald (1460–1518) und Lucas Cranach d. Ä. (1472–1553) regten ihn besonders an. Ohne Goyas Leistungen in der Radierkunst oder die Steindrucke und Plakate von Toulouse-Lautrec (1864–1901) wären viele Neuerungen Picassos unmöglich gewesen. Für seine künstleri-

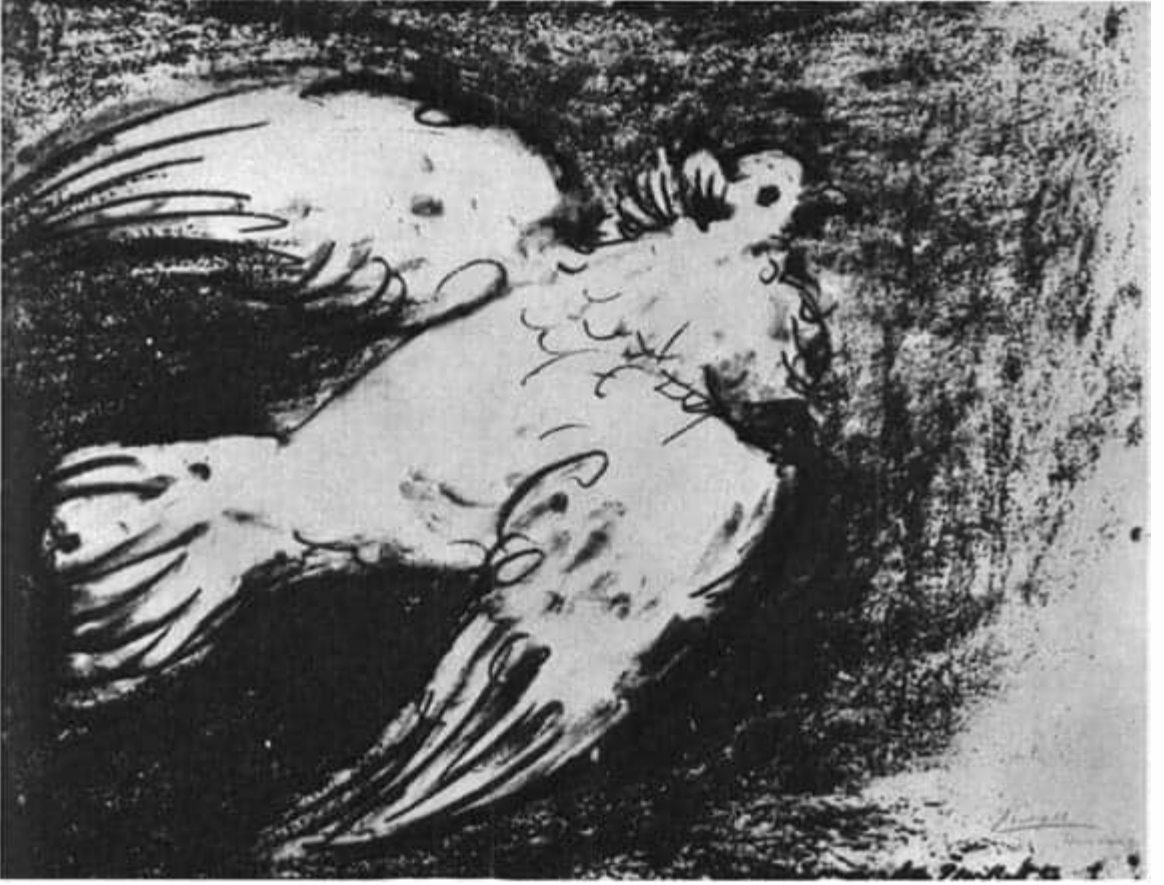
Das Bad, 1905. Kaltnadelradierung, 34,4 × 28,9 cm
Das sparsame Liniengefüge ist charakteristisch für Picassos zeichnerische Sicherheit

sche Entfaltung hatten alle Formen der Grafik, vor allem die Radierung und der Steindruck, gelegentlich auch der Holzschnitt, eine große Bedeutung. In der Grafik und Zeichenkunst drückte er komprimiert, gleichsam zur »kleinen Form« verdichtet, alle Probleme seiner künstlerischen Haltung noch einmal aus, hier verarbeitete er seine Entdeckungen weiter – oder er bereitete neue Gedanken vor, die er dann in der Malerei oder Skulptur vertiefte. Ein Zugang zur Bildwelt Picassos kann daher über die Druckgrafik und seine Plakate für manchen einfacher erfolgen. Das unermüdliche Suchen, die Aneignung handwerklicher und drucktechnischer Fertigkeiten, das Streben nach Anwendung in der Buchgestaltung und Plakatkunst, auch das Reagieren auf tagespolitische Erfordernisse zeigen Picasso keinesfalls als weltfremden oder gar elitären Künstler.

Die ersten Grafiken und Illustrationen schuf er noch vor seiner Übersiedlung nach Paris (seit 1901, endgültig ab 1904). Die erste Radierung von ihm stammt aus dem Jahre 1899. Unerfahren in der Tiefdrucktechnik, hatte er nicht beachtet, daß der Abzug seiner Stierkampfszene ein seitenverkehrtes Bild zeigen würde: Sein »Pikador« hält folglich in den ausgedruckten Blättern die Pike in der linken Hand. Picassos erste Radierung bekam deshalb den scherzhaften Titel »El Zurdo« (»Der Linkshänder«). Jedoch bereits um 1904/05 radierte er Blätter, die zu den besten Leistungen der damaligen europäischen Grafik gehören. Die meisterhafte Radierung »Frauenkopf im Profil« (1905) ist aus der sogenannten Rosa Periode (ab 1904, nach der vorherrschenden Farbstimmung der Malerei benannt), in der Picasso vor allem Szenen aus dem Zirkusleben als eine sehnsuchtserfüllte Gegenwelt zum bürgerlichen Alltag schuf. Mit großer Sensibilität legte er ein dichtes Gespinst von zarten, direkt in die Kupferplatte geritzten Linien und Konturen. Wie hingehaucht, in einem zarten Grau, ist ein tief empfundenes menschliches Antlitz verbildlicht. Diese Radierung zählt zu den schönsten und wertvollsten Blättern aus Picassos Frühwerk und ist kostbarer Besitz der Picasso-Sammlung im Dresdner Kupferstichkabinett. Die Arbeit wurde bereits 1929 für die Sammlung erworben, als sich in deutschen Museen erst wenig Werke Picassos befanden. Einige Jahre zuvor kam die mit wenigen Linien sicher in die Kupferplatte geritzte Radierung »Das Bad« (1905) in die Dresdner Kollektion, ein typisches Motiv der »Rosa Periode«. Mit sparsamen Konturen führt er uns eine Familienszene aus der Welt der Artisten vor: Die Mutter und das Kind sind fühlbar als Zweiheit gesehen, die das Leben noch nicht auseinander führte. Eine bewegte Kontur umschließt beide Körper, die Binnenformen verfließen. Lächelnd, aber doch etwas davon entrückt, schaut der stehende Mann der Mutter und dem Kind zu; eine Katze schmiegt sich an seinen Rücken und verstärkt die Stimmung von Geborgenheit und natürlichem Leben, das Picasso schildert.

Auch die ersten angewandten Grafiken finden sich im Frühwerk: 1899 gestaltete er die

Zwei weibliche Akte, 1930. Radierung 31 × 22,4 cm
Sich kreuzende Strichlagen und Linienzüge, die der Oberflächenrichtung folgen, betonen das plastische Volumen der Körper



Speisekarte für das Künstlercafé in Barcelona, zeichnete Plakatentwürfe für eine Versicherungsgesellschaft und veröffentlichte in der Zeitschrift »Jugend« seine ersten Illustrationen. Die ständige Beschäftigung mit Illustrationen setzte 1909 ein, als er Radierungen zu einem Werk von Max Jacob schuf; 1919 folgte die erste Lithographie, die er als Schutzumschlag für einen eigenen Ausstellungskatalog nutzte. Die zwanziger und dreißiger Jahre brachten eine Fülle von Radierungen; Picasso schuf Blätter zu Balzac (1927), Ovid (1930), Eluard (1936), zur »Histoire naturelle« von Buffon (1937), vollendete die bedeutsame »Suite Vollard«, eine Folge freier Blätter, mit der er sich seit 1930 beschäftigte.

Als in Spanien der Bürgerkrieg gegen die faschistische Diktatur Francos tobte und deutsche und italienische Faschisten in den Kampf eingriffen, erhob er mit einem aufrüttelnden Gemälde seine Stimme: Picasso malte für den Spanischen Pavillon auf der Pariser Weltausstellung das großformatige Bild »Guernica« (1937). Es schildert in expressiver Überhöhung den Untergang des baskischen Städtchens Guernica im Bombenterror. Auch in die Grafik drangen Reflexe der Kämpfe seines Volkes ein: 1937 radierte er zu einem eigenen Text bilderbogenartige Blätter »Traum und Lüge Francos«, eine entlarvende Abrechnung mit dem Diktator. Von diesen Radierungen stellte er 1000 Exemplare der kämpfenden spanischen Republik zur Verfügung.

Nach Kriegsende erschloß sich Picasso ein neues grafisches Mittel: Im November 1945 begann er in der Werkstatt des Pariser Druckers Fernand Mourlot mit der intensiven Aneignung des Steindrucks, der gleichwertig neben die Radierung trat. Es entstanden nun in dichter Abfolge zahlreiche Lithographiezyklen und Il-

Fliegende Taube vor dunklem Grund, 9. 7. 1950. Steindruck, 49,8×64,5 cm
Aus flächig gezogenen Kreidestrukturen hebt sich das Weiß der Friedenstaube

Eule, Glas und Blume, Plakat der Picasso-Ausstellung Cannes 1956. Steindruck in sechs Farben, 65×44 cm
Ein duftiges Stilleben ist durch lockere Farbtupfen und -flächen gebildet

GALERIE 65
CANNES

Picasso

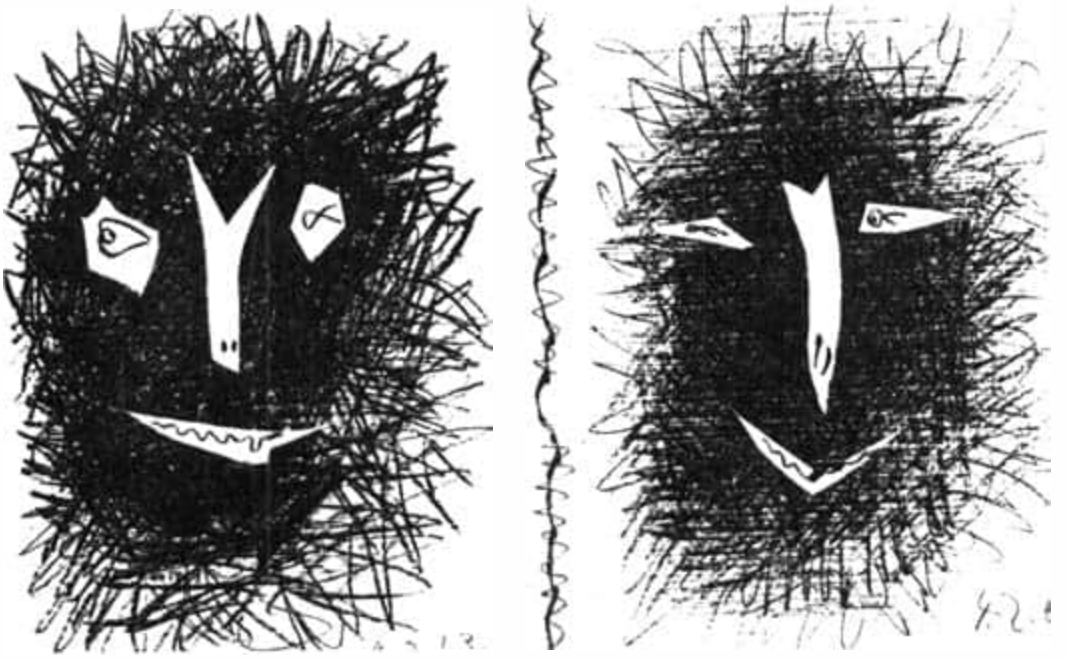
14 AOÛT — 30 Septembre 1956

lustrationskomplexe. Von besonderer Massenwirksamkeit waren die Bilder der Friedenstaube und Plakate, die er für die Weltfriedensbewegung ausführte. Durch das Plakat für den Pariser Weltfriedenskongreß 1949 wurde die Friedenstaube zum weltbekannten Symbol.

Immer wieder überraschte Picasso durch erneute Wandlung: 1959 stellte er in einer Pariser Ausstellung erstmals farbige Linolschnitte vor. Seit 1958 erschloß er sich diese Technik. Er lebte damals im südfranzösischen Töpferort Vallauris. Dort stand ihm keine Druckwerkstatt für Radierungen oder Steindrucke zur Verfügung. Er entdeckte deshalb für sich den Linolschnitt, eine der schlichtesten und gleichwohl populären grafischen Techniken. Ihn reizte der Umgang mit dieser technisch unaufwendigen Druckmöglichkeit, mit der man auch Farbgrafik schaffen konnte. Picasso wandte sich dem Linolschnitt erst spät zu; seit Jahrzehnten diente diese Technik als Studienform für Lernende und Laien und wurde oft für anspruchslosere Aufgaben genutzt. Für höhere künstlerische Ziele ist gerade im Linolschnitt eine sichere Formdisziplin notwendig, denn der Abdruck von den glatten Flächen des Druckstocks ergibt keinen Eigenwert der Struktur, wie er beim Druck von einer Holzplatte oder beim Abzug von feinkörnigem Stein, von der lockeren Tusche oder Kreide in der Lithographie mitsprechen kann. Die bildenden Künstler nutzten deshalb den Linolschnitt nur selten, weil sie demgegenüber die im Material des Holzstocks ruhenden Möglichkeiten als reizvoller ansahen. Picasso erprobte also eine Technik, die für die meisten Grafiker und auch Sammler als unkünstlerisch abgewertet war. Es ergab sich für ihn daraus zwingend, nicht einfach die Technik zu übernehmen. Er entwickelte sie weiter und fand eine adäquate Gestaltungsweise. Die künstlerische Traditionslosigkeit des Linolschnitts erleichterte ihm dabei den experimentellen Umgang mit den technischen Mitteln. Unbekümmert schnitt er in die Platten spannungsvolle und schwungvoll fließende Formen, wobei er hauptsächlich nur mit dem einfachen Messer arbeitete. Er vermied

Bildnis des Dichters Manolo Huguet, Ausstellungsplakat des Museums für moderne Kunst Céret 1957. Steindruck, 64,5×47 cm

Bekränzter Jüngling, 1962. Linolschnitt in vier Farben, 35×27 cm
Die rhythmisch konturierten Farbflächen zeigen die Bewegung des Linolschnittmessers



Kleinteiligkeit der grafischen Struktur und nutzte die homogene Oberfläche des Bildträgers zum Aufdrucken gleichmäßiger Farbtöne. Aus der Strukturlosigkeit der Linolschnittplatten entwickelte er die eigentümliche Wirkung seiner Schnitte; der leichten Formbarkeit des Materials setzte er sein Formbewußtsein gegenüber. Picassos Linolschnitte sind deshalb keine Imitationen von Holzschnitten, sondern leben aus Formen, die vorwiegend in dieser Drucktechnik erzeugt werden können. Er bewies dadurch, daß man jeder grafischen Technik die ihr gemäße Wirkung abringen kann, mehr noch: daß es keine unkünstlerische Drucktechnik gibt. Picasso erhob den Linolschnitt vom billigen Druckverfahren zur vollwertigen Künstlergrafik. Dabei überrascht die verhältnismäßig geringe Nachwirkung dieser Leistung. Die einfache Übernahme seiner Linolschnittform und der von ihm erprobten Druckweise, vor allem der Umgang mit dem farbigen Druck von der »verlorenen Platte«, schien nicht möglich.

An Picassos farbigen Blättern, die nur von einer Druckplatte abgezogen sind, bereitet es Spaß, den Prozeß des Schneidens und die Druckfolge der Farben nachzuvollziehen. Selbst in der Schwarzweißabbildung einer solchen Arbeit, etwa des 1962 geschaffenen Blattes »Bekränzter Jüngling«, bleibt das Wachsen der Farbkomposition ablesbar. Zuerst schnitt Picasso die hellen Flächen der Stirn, der Nase und der rechten Wange, die hellen Flächen in den Augen und die im dunkleren Ton stehenden schmalen Konturen im Gesicht und im Blütenkranz aus der Platte heraus. Danach druckte er die gesamte Linolfläche ab – die herausgeschnittenen Formen druckten nicht, stehen also hell gegen die später abgedruckten dunkleren Töne. Die Anzahl der zuerst abgedruckten Blätter legt die Höhe der endgültigen Auflage fest. Anschließend schnitt er alle Flächen aus, die als Zwischenton stehen sollten; der Überdruck der »restlichen« Platte ergab die dunkleren Flächen des Haares. Als Abschluß wurden nochmals die nach Herausschneiden der Haarfläche verbleibenden dunklen Konturen und die Hintergrundfläche über die be-

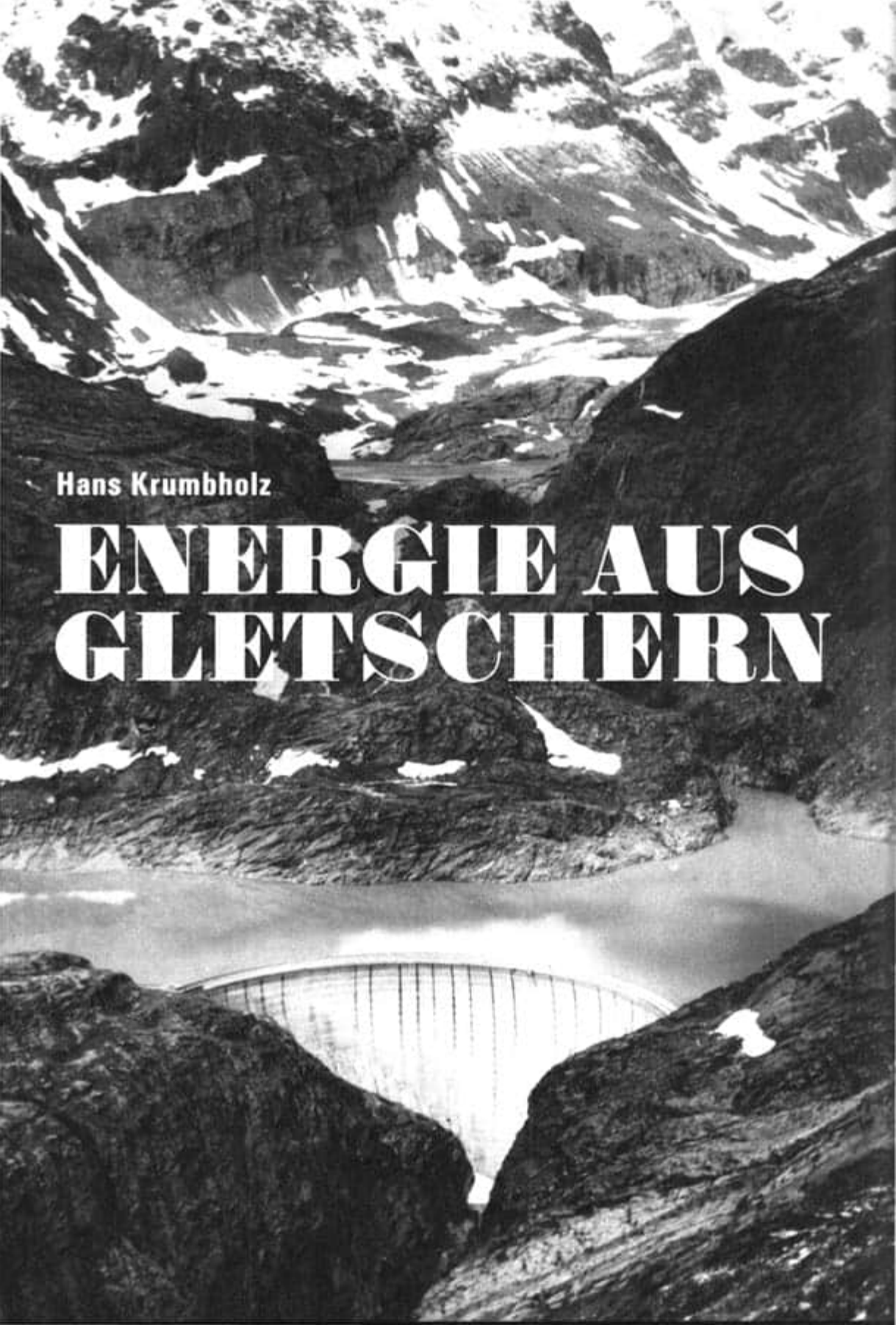
Zwei Satyrmasken, Buchumschlag für Fernand Mourlot »Picassos Lithographien«, Band IV, 1963. Steindruck, 30,7 × 49,2 cm
Auf eine dichte Linienstruktur sind Papierstücke gelegt; in die beim Umdrucken weiß gebliebenen Flächen ist wiederum mit Lithokreide gezeichnet – ein spielerisches Experiment mit bildnerischem Material und Druckmöglichkeiten

reits ausgedruckten Bogen abgezogen. Dieses Schnitt- und Druckverfahren ist schwierig. Picassos Freund und Biograph Kahnweiler erzählte darüber: »Man kann sich denken, welch' unglaubliche Meisterschaft dieses Verfahren voraussetzt, bei dem die hellste Farbe zuerst gedruckt wird, die anderen dann von der jeweils überarbeiteten Platte abgezogen werden. Was weggeschnitten ist, kann nicht mehr ersetzt werden. Ich habe Picasso an einer solchen Platte arbeiten sehen: Späne sprangen nach allen Seiten. Es war unglaublich schwer, sich vorzustellen, daß der Künstler die folgenden Zustände voraussah, vorbereitete.«

Bis in das Alterswerk blieb für Pablo Picasso die Mannigfaltigkeit von Form und Ausdruck in der Grafik wesentlich für seine Bildwelt und Bilderfindung. Wie in allen Schaffensphasen waren Vervollkommnung der Technik und Verfeinerung der bildnerischen Form, Steigerung der Aussage und ein schöpferisch-spannungsvolles Verhältnis zum Experiment charakteristisch. Selbstverständlich beschäftigte er sich nicht gleichmäßig mit allen bildnerischen Techniken; gleichsam in pulsierenden Schwüngen, oft wie in einer eruptiven Entladung, dominierten die Plastik, die Malerei oder die Grafik. Allein im Jahre 1968 schuf er mehr als 300 Radierungen; zwischen dem 15. Januar 1970 und dem 25. März 1972 arbeitete er an seinem letzten grafischen Zyklus, in dem er wie in einem künstlerischen Testament sein Gesamtschaffen auf einer vergeistigten Höhe nochmals zusammenfaßte. Im Angesicht der eigenen Lebensneige verdichtete er Erfahrungen des Lebens, gleichnishaft verschlüsselt: Maler und Modell, Mann und Frau, Liebe und Prostitution sind die Motive der letzten Folge. Es ist das Spätwerk eines großen Meisters, einfach und kompliziert zugleich, in dem – wie in den Bildern des alten Rembrandt – durch Licht und Schatten die Weisheit eines ganzen Lebens aufblitzt. In zahlreichen Blättern steht am Rand eine Betrachterfigur, Beobachter, oft aber auch Mitspieler in den erotischen Szenen: Es ist der Bürger außerhalb der für ihn geltenden gesellschaftlichen Normen. Jedoch auch Malergesichter sind zu finden, der kahle Schädel von Picasso selbst, Maler mit breitkrempigem holländischem Bürgerhut des 16. Jh.; wir sehen den französischen Maler Edgar Degas (1834–1917), manches erinnert an Szenen von Toulouse-Lautrec . . . So wie Picasso im Motivkreis Maler und Modell seine Gedanken zu Kunst und Wirklichkeit transponierte, erhält er durch die Identifikation mit diesen Beobachterfiguren eine Möglichkeit bildnerischen Nachdenkens auch über Nutzen, Wert und Käuflichkeit von Kunst. Es scheint, daß der alte Maler Leben und Werk in *seiner* bürgerlichen Welt rückschauend werten möchte. Picasso zeigt in dieser Folge viel Erotik, prall wie ein Liebesfest von Rubens. In feiner Hintersinnigkeit fabuliert er zum Leben, zur Verknüpfung des Lebens mit dem Sterben und zum Tod, der auch im Augenblick der Lust gegenwärtig ist. Die 156 technisch sehr aufwendig gearbeiteten, großformatigen Radierungen tragen keine Titel; es ist also ein Werk, das hohe Ansprüche an den Betrachter stellt und Kenntnisse zu Picassos Gesamtschaffen voraussetzt. Dieser letzte Zyklus ist scheinbar »unpolitisch«, seine tiefere politische Haltung liegt in Picassos Bekenntnis zum Menschen. Er sagte 1945: »Was glauben Sie denn, ist ein Künstler? Ein Schwachsinniger, der nur Augen hat, wenn er Maler, nur Ohren, wenn er Musiker ist? . . . Ganz im Gegenteil! Er ist gleichzeitig ein politisches Wesen, das ständig im Bewußtsein der herzzerreißenden brennenden oder beglückenden Weltereignisse lebt und sich ganz nach ihrem Bilde formt . . . Nein, die Malerei ist nicht dazu geschaffen, die Wohnungen zu schmücken. Sie ist eine Waffe zum Angriff und zur Verteidigung gegen den Feind.«

Picasso: Das sind Bilder zu Leben, Liebe und Kampf von einem Maler, der politisch war, weil er sich in die Menschen verliebt hatte.

(Alle abgebildeten Werke befinden sich im Besitz des Kupferstichkabinetts der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden)


Hans Krumbholz
ENERGIE AUS GLETSCHERN

In den letzten Jahren häufen sich die Meldungen aus vielen Teilen der Erde, die über eine Zunahme des Gletschereises informieren. Danach wachsen die Gletscher in der Schweiz, die Gletscher Norwegens haben an Eisstärke zugenommen, und die ewige Eisfläche des Kaukasus ist auf rund 1 800 km² angewachsen. Bis in die Gipfellagen des 5 633 m hohen Elbrus wohnten einst Menschen und weidete Vieh, wie Funde aus der Fühzeit menschlicher Zivilisation es bezeugen. Steuern wir etwa einer neuen Eiszeit entgegen? Nein, sagen die Glaziologen.

Das Naturphänomen »Gletscher« ist eines der jüngsten Objekte intensiver wissenschaftlicher Forschung geworden. Erst seit relativ kurzer Zeit beschäftigen sich die Glaziologen in aller Welt verstärkt mit Gletschervorstößen und -schwankungen, mit der Geschichte der Gletscher, mit den durch sie für Mensch und Natur hervorgerufenen Gefahren, mit ihrer Bedeutung für die Energie- und Trinkwassergewinnung. Die 13. Tagung der UNESCO-Generalkonferenz beschloß eine »Erfassung des Eises der Erde und die Untersuchung seines Verhaltens« und stellte drei Forschungsaufgaben: 1. eine Weltinventur an Eis und Schnee, 2. die weltweite Überwachung der Gletscherschwankungen und 3. das Studium von Eis-, Wasser- und Wärmehaushalten in ausgewählten Gletschergebieten.

Die Eis- und Schneemassen der Erde verteilen sich gegenwärtig wie folgt:

16,2 Mill. km² = 11 % des Festlandes der Erde sind Gletscher,
21 Mill. km² = 14 % des Festlandes sind Dauerfrostböden,
26 Mill. km² = 7 % der Meere sind Meereis,
65 Mill. km² = 18 % der Meere sind Eisberge,
72,5 Mill. km² = 48 % des Festlandes sind ständig oder zeitweilig mit Schnee bedeckt.

Vorangehende Seite: Blick auf den Margaritzensee am Pasterzenkees, dem größten Gletscher der Ostalpen

Oben: Der Glacier d'Argentière in den Westalpen
Rechts: Stauanlagen der Kraftwerksgruppe Glockner-Kaprun in Österreichs Hohen Tauern

Die größte Aufmerksamkeit widmen die Forscher den Gletschern. Die Aufgaben, die sich die einzelnen Länder allein oder teilweise in bi- bzw. multilateraler Zusammenarbeit vorgenommen haben, sind jedoch unterschiedlicher Art. Die Sowjetunion rüstete z. B. eine Expedition von Glaziologen nach Spitzbergen aus. Ihr Interesse gilt den sogenannten pulsierenden Gletschern, wie sie im Pamir oder in Grönland in größerer Anzahl vorkommen; sie stoßen periodisch riesige Mengen Eis ab, die nicht selten Zerstörungen und Überschwemmungen zur Folge haben. Bei ihren Beobachtungen auf Spitzbergen entdeckten die sowjetischen Glaziologen im Innern der Gletscher eine spezifische Schicht, eine Grenzschicht zwischen tauendem und festem Eis. Diese Besonderheit besitzen nach ihrer Ansicht nur die pulsierenden Gletscher. Die Wissenschaftler vermuten, daß die genaue Kenntnis der Grenzschicht dazu beitragen kann, alle künftigen Bewegungen dieser Gletscher voraussagen zu können.

Auf dem Jungfraujoch in der Schweiz, in 3454 m Höhe, hat sich eine Hochalpine Forschungsstation etabliert, an der sich unter anderem die Akademie der Wissenschaften Wien, der Nationale Fonds der Wissenschaftlichen Forschung Belgiens, die Max-Planck-Gesellschaft der BRD, die Royal Society London, die Universität Paris und die Schweizerische Naturforschungsgesellschaft beteiligen. Zu ihren Aufgaben gehören beispielsweise Luftdruckmessungen und Klimaforschung, die Untersuchung der Sonnen- und kosmischen Strahlung, astronomische Beobachtungen und die Erforschung des Aletsch-Gletschers. Für die Untersuchungen des mit 24,7 km längsten Alpengletschers wurde etwa einhundert Meter tief im 3300 m hohen Jungfraufirn – hier erhält der Aletsch seine »Eisnahrung« – ein wissenschaftliches Laboratorium eingerichtet. Ergebnisse in der Erforschung des Aletsch-, aber auch des Rhône- und Morteratsch-Gletschers zeigen, daß in einer Periode mehrerer kalter Sommer sowohl die Eisstärke als auch die Länge der ins Tal ragenden Gletscher-

zungen zunehmen. Doch in der Schweiz gehen die Gletscher in ihrer Gesamtheit wohl eher zurück. Vermessungen, die der Schweizer Alpenclub und die Schweizerische Naturforschungsgesellschaft um die Jahrhundertwende am Morteratsch-Gletscher vornahmen, zeigen, daß die heutige Eisgrenze und die im Jahre 1900 um 1,318 km voneinander entfernt liegen. Die Zunge des Aletsch-Gletschers ging seit 1957 um 400 m zurück.

Nicht immer liegen historische Meßergebnisse zugrunde. Die Glaziologen erkennen jedoch an den Moränenwällen, teilweise auch an der Vegetation sowie an den Schleifspuren des Eises am Gletscherbett alle größeren Wärmeperioden und Eisabnahmen oder -vorstöße. So gab es größere Wärmeperioden etwa von 880 bis 320 v. u. Z., in den Jahren zwischen 100 und 750 u. Z., auch um 1150 bis 1230 waren die Gletscher bedeutend kleiner, als sie es heute sind. Starke Vorstöße der Gletscher gab es Anfang des 16. Jh., Ende des 18. und Mitte des 19. Jh. In dieser Zeit etwa erfolgte auch die Vergletscherung des Kaukasus-Kammes. Der weltweit größte nacheiszeitliche Gletscherstand wurde um 1850 nachgewiesen.

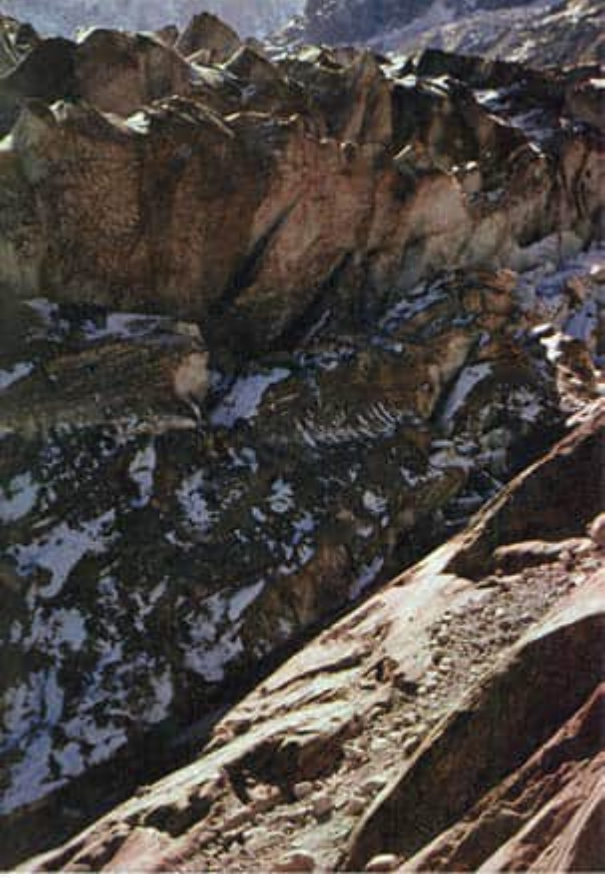
Nicht alle Alpengletscher nehmen gegenwärtig zu oder ab; für ihre Schwankungen ließ sich allerdings noch keine Erklärung finden. Der Schweizer Eigergletscher nimmt z. B. zu, der Gorner- und der Findelengletscher im Schweizer Monte-Rosa-Massiv ziehen sich dagegen stark zurück. Der Ghiacciaio della Brenva in Italien – er fällt steil von der Südostflanke des Mont Blanc herab – verzeichnet einen starken Vorstoß, seine Eismassen reichen gegenwärtig bis dicht über die Einfahrt des Mont-Blanc-Tunnels. Der im Norden des Mont Blanc in Frankreich herabstürzende Glacier des Bossons – er reicht von 4500 m bis auf 1300 m Seehöhe und gilt als steilster Alpengletscher – bleibt seit Jahren unverändert.

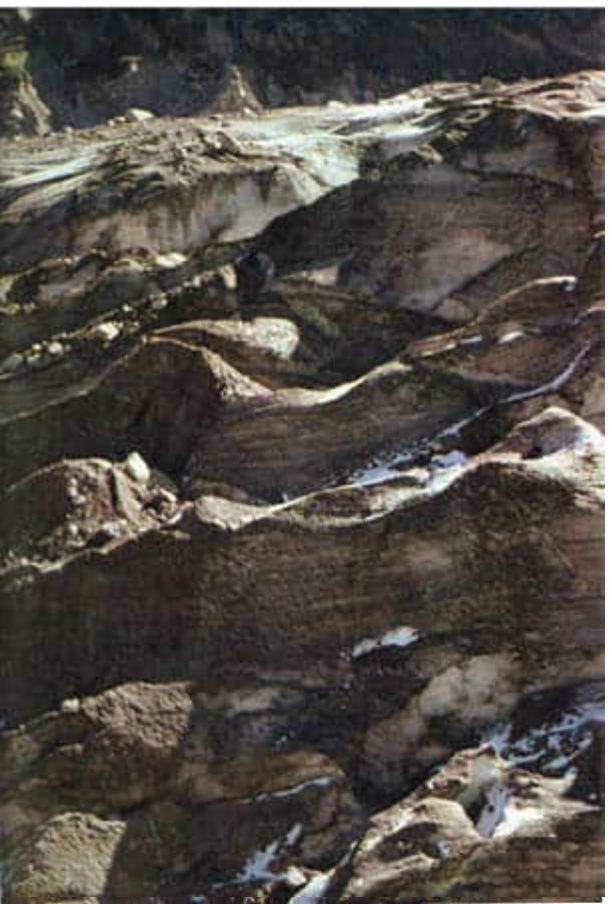
Der im Norden des Mont Blanc in Frankreich herabstürzende Glacier des Bossons (s. auch Abbildung rechts)

Nur wenige Kilometer östlich davon liegt der Glacier Mer de Glace, zu dem im Einzugsgebiet auch die Gletscher Valle Blanche und Du Geant gehören. Mit 12 km Länge und 38 km² Fläche ist er nicht nur der längste Gletscher Frankreichs, sondern auch der Westalpen. Er taut sehr stark ab. Doch der im benachbarten Tal liegende Glacier d'Argentière nimmt zu. Der größte Gletscher der Ostalpen wiederum, der Pasterzenkees in Österreich, hat in den letzten Jahren sehr viel Eis verloren. Noch vor wenigen Jahren lag sein Gletschertor unmittelbar über dem Margaritzensee, heute endet die Gletscherzunge einige hundert Meter höher. Dennoch bezeichnen die Glaziologen die letzten Jahre als »gletscherfreundlich«, denn viele der österreichischen Eisströme haben zunehmende Tendenz. Ein Beispiel dafür ist der mit 1,6 km² relativ kleine Sonnblickgletscher, der wie die Pasterze ebenfalls zu den Hohen Tauern gehört. Er wird seit 15 Jahren von Dr. Heinz Slupetzky vom Institut für Glaziologie der Universität Salzburg erforscht. Nach seinen Untersuchungsergebnissen hat dieser Gletscher von 1920 bis 1964 etwa 50 Mill. m³ Eismasse verloren und in den letzten 15 Jahren etwa 8 Mill. m³ Eis angesetzt, seine Zunge stieß um 8 m vor. Dr. Slupetzky bezeichnete diesen Vorgang als normale Gletscherschwankung. Trotzdem sei es heute mehr denn je wichtig, diese Schwankungen zu beobachten, um notwendige Gefahrenquellen zu erkennen und wenn möglich auszuschalten.

Die größten Gletscher Europas befinden sich jedoch nicht in den Alpen, sondern auf Island und in Norwegen. Der isländische Vatnajökull, mit etwa 8500 km² Eisfläche und bis zu 2000 m starkem Eis, ist z. B. doppelt so groß wie alle Alpengletscher zusammengenommen. Er geht übrigens leicht zurück. Und Norwegens Eisriese, der Jostedalsbreen mit 815 km² Fläche und mit über zwanzig starken Gletscherzungen, die größtenteils den Sognefjord speisen, überragt ebenfalls jeden Alpengletscher an Größe. Auch in Norwegen geht das Gletschereis zurück . . . und nimmt zu. Der norwegische

Gletschertor der Pasterze (Österreich)
»Eispalast« im Jungfrau-Firn mit wissenschaftlichem Laboratorium





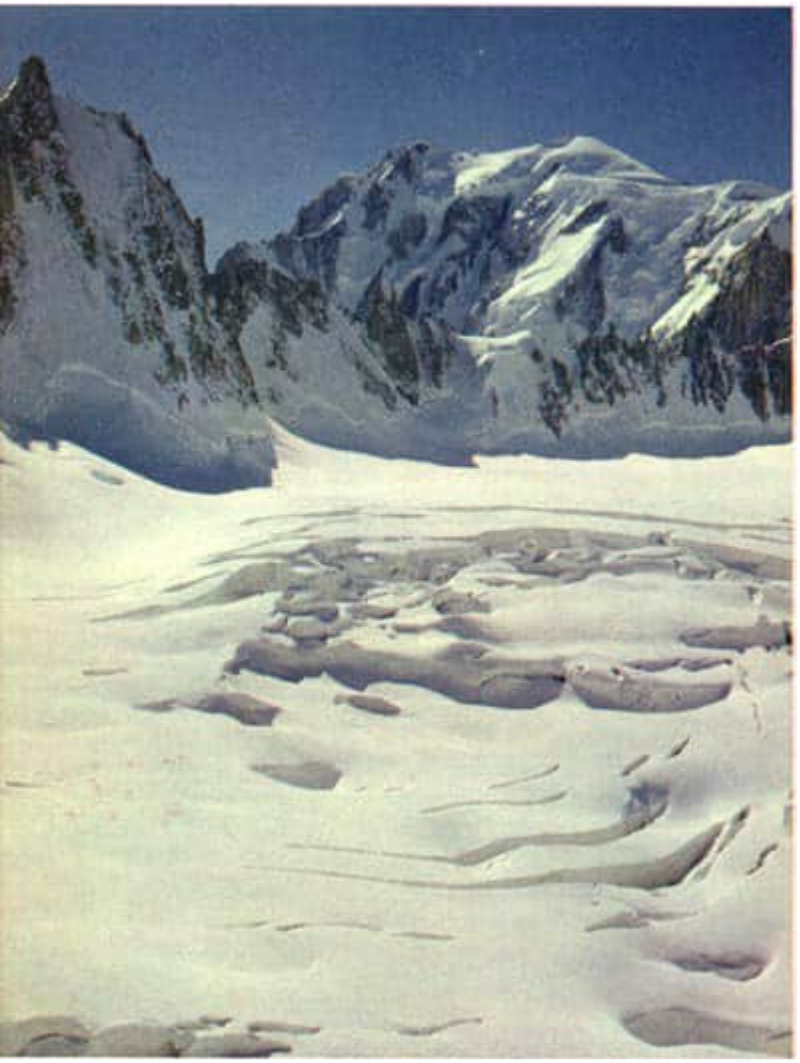
Glaziologe Gunnar Oetrem erklärte: »Alle norwegischen Gletscherzungen sind in unserem Jahrhundert kürzer geworden. Doch interessant sind die Meßergebnisse im Einzugsgebiet des Gletschereises. Hier ist in den letzten Jahren mehr Schnee und Eis dazugekommen, als abgeschmolzen ist. Das bedeutet, die Gletscherzungen werden künftig wieder etwas länger. Mehr als sechs Meter ist die vertikale Eisdecke stärker geworden. Dennoch lassen sich nur allgemeine Regeln dafür aufstellen. Vierzig bis fünfzig Jahre gab es relativ warme Sommer, die Gletscher wurden kleiner, nun erlebten wir einige kühlere Sommer, und die Gletscherzungen stoßen wieder vor. Unsere Forschungsarbeit, z. B. am Nigardsbreen, besteht unter anderem in Messungen der im abgeschmolzenen Wasser vorhandenen Schlamm- und Gesteinsmengen. Außerdem prüfen wir gegenwärtig, ob es wirtschaftlich ist, ein Gletscher-Wasserkraftwerk zu errichten. Es gibt Pläne, die Energie unter dem Gletschereis zu gewinnen. Unter dem Gletscher soll das Wasser gesammelt werden, da es hier infolge des hohen Drucks auch im kältesten Winter nicht gefriert. Doch dafür sind spezielle Voraussetzungen erforderlich, beispielsweise braucht man im Fels Sedimentationsbecken. Schwebstoffe und Steine müssen vorher entfernt werden, bevor das Schmelzwasser zum Stausee gelangt.«

Frankreich und Österreich verwandeln bereits erfolgreich abschmelzende Gletscherwasser in Elektroenergie. Am Glacier Mer de Glace erzeugen die Wasser in einer in den Granit getriebenen Höhle 100 MW. Sichtbar von der gesamten Anlage ist nur der Ablaufkanal zum Arvetal. Weitere Gletscherkraftwerke am Mont-Blanc-Massiv werden gemeinsam mit der Schweiz betrieben.

Das wohl gewaltigste Gletscherkraftwerk, ein System von Pumpspeicherwerken, entstand vor zwanzig Jahren in Österreichs Hohen Tauern, im Kapruner Tal. Natürliche Staustufen und 1 200 m nutzbares Gefälle boten ideale Voraussetzungen für den Bau, der allerdings auch 150 Bauarbeitern durch Steinschlag und

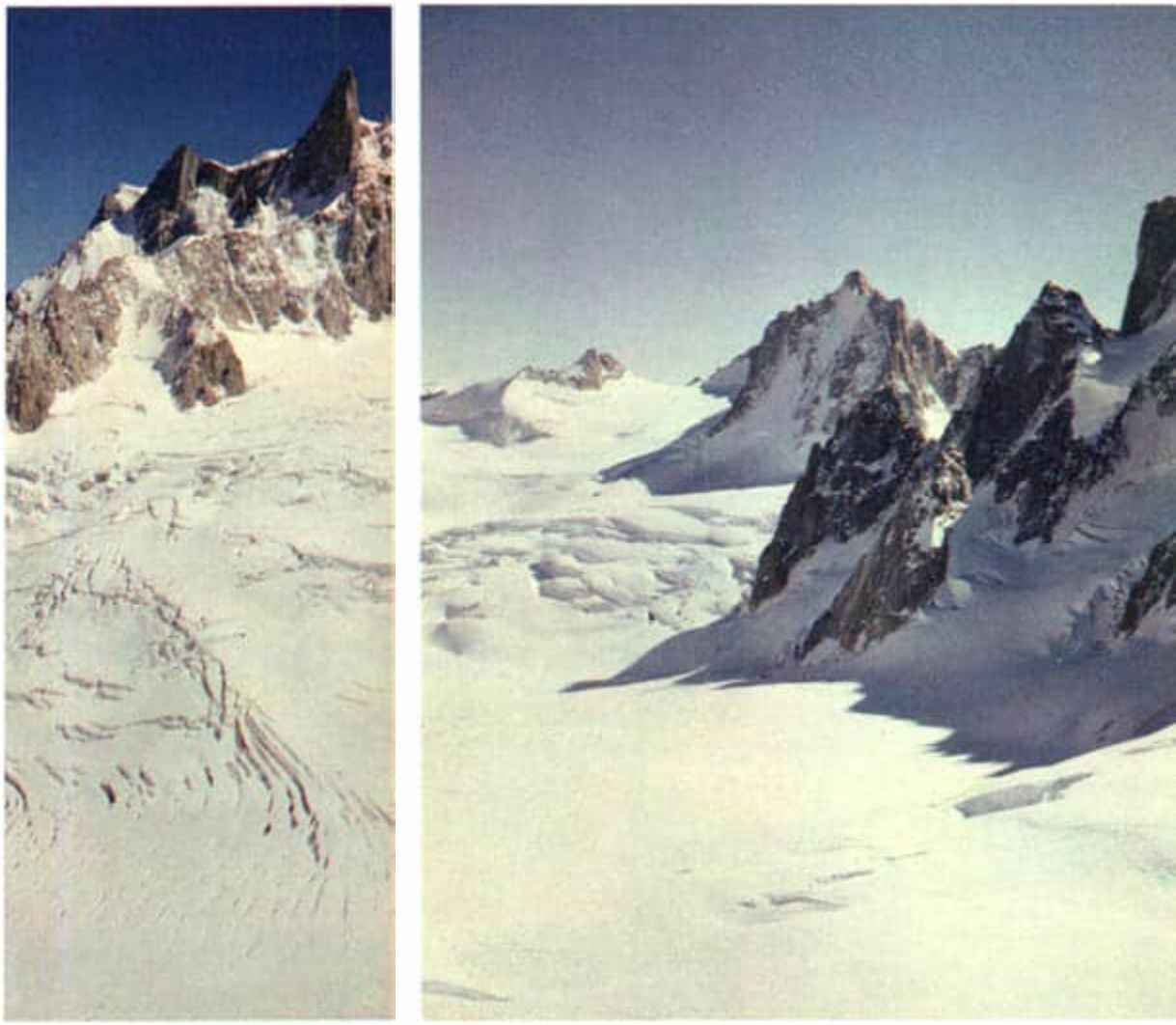
Vorangehende Seite: Der Glacier Mer de Glace in Frankreich · Abbildungen oben und unten: Randspalten und Eislöcher dieses längsten Gletschers der Westalpen

Der Monte Bianco (Mont Blanc) mit dem Gletscher Ghiacciaio della Brenva in Italien



Lawinen das Leben kostete. 1951 wurde die Limbergsperre – 120 m hoch und 357 m lang ist die Staumauer – in Betrieb genommen; der dahinterliegende Stausee Wasserfallboden faßt 86 Mill. m³ Wasser, das durch einen 9 km langen Druckstollen dem Kraftwerk Kaprun zugeführt wird. Oberhalb davon liegt der Stausee Mooserboden (88 Mill. m³ Fassungsvermögen). Er ist durch einen 11,6 km langen Überleitungsstollen mit dem Margaritzensee am Pasterzengletscher verbunden. Diese beiden Stauseen speisen die Oberstufe des Kapruner Kraftwerkes an der Limbergsperre. Von hier fließen die Wasser in den Stausee Wasserfallboden. Bei Wassermangel werden sie in den oberen Stausee zurückgepumpt. Ein drittes Kraftwerk arbeitet unterhalb der gesamten Anlage in Schwarzach; die Gesamtkapazität aller drei Anlagen beträgt 480 MW. Gegenwärtig errichtet das Staatliche Unternehmen Tauernkraftwerk AG in den Zillertaler Alpen einen noch größeren Komplex von Pumpspeicherwerken,

Das Mont-Blanc-Massiv mit dem Valle-Blanche-Gletscher

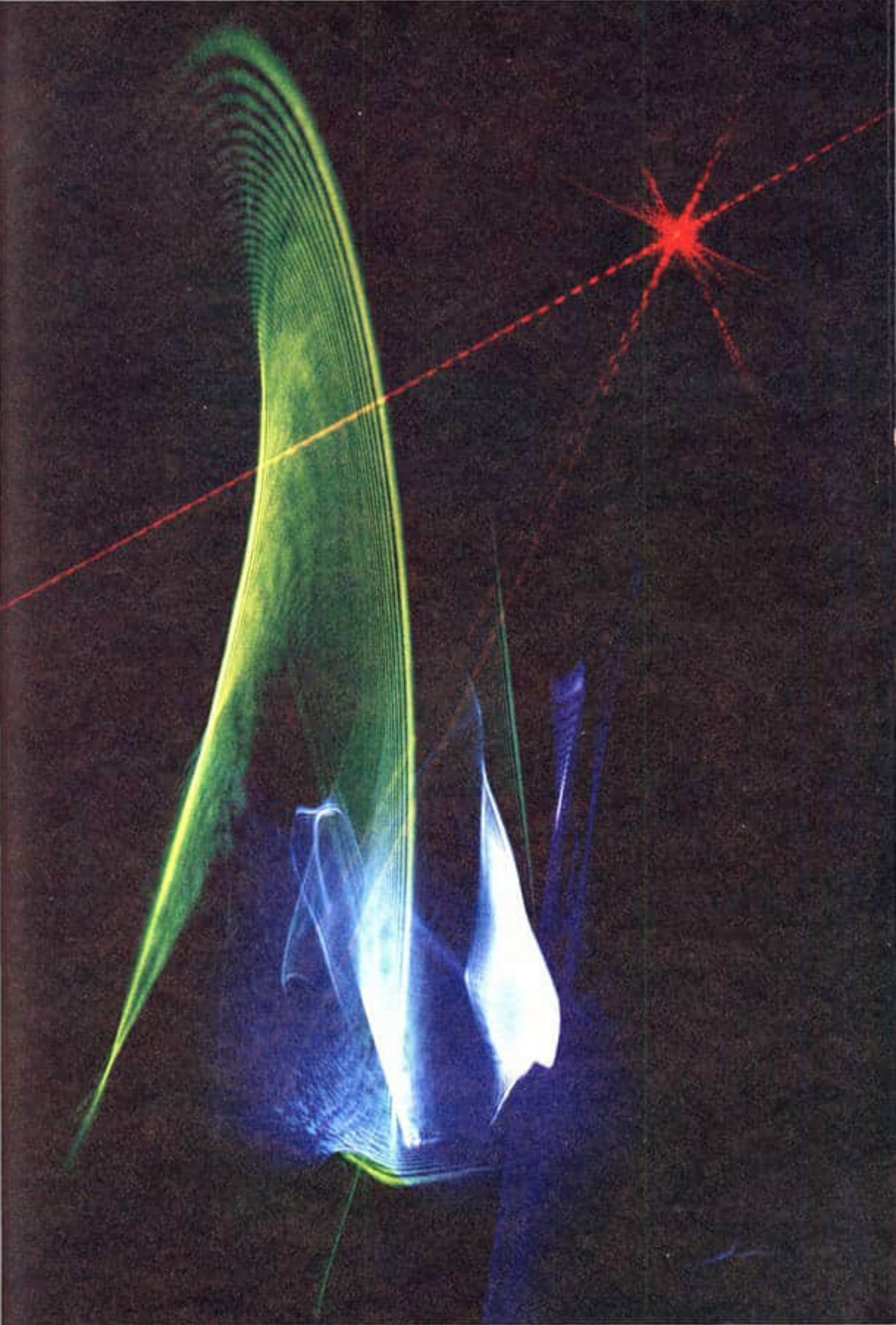


zu denen nach Fertigstellung im Jahre 1987 fünf Stauseen, verbunden durch etwa 25 km Triebwasserstollen, und sechs Kraftwerke mit einer Leistung von etwa 700 MW gehören werden. Dieser Komplex wird der wichtigste Energieerzeuger des Landes sein, das bereits jetzt zwei Drittel seiner Energie aus »Kraftwerken ohne Schornstein«, aus Gletscherwasser, deckt.

Zur Frage, wie die Schmelzwasser der Eisriesen für den Menschen nutzbar gemacht werden können, sind heute genügend Erfahrungen und Erkenntnisse vorhanden. Nur das Problem, warum die Gletscher so extremen Schwankungen unterworfen sind, warum die einen ihr Eisvolumen vermehren und die anderen abnehmen, bleibt noch zu klären; ihm gilt die wichtigste Forschungsarbeit der Glaziologen in der Zukunft.

Soviel läßt sich allerdings mit Bestimmtheit schon heute sagen: Gletschervorstöße bewirken keine Eiszeit.

Der Glacier du Geant im Einzugsgebiet des Gletschers Mer de Glace · Der Glacier d'Argentière



Walter Conrad

LICHT

in dem Stein verdampft

LASER – Abkürzung für light amplification by stimulated emission of radiation = Lichtverstärkung durch stimulierte Strahlungsemission: Seit knapp zwanzig Jahren taucht der Begriff immer häufiger auch in den Massenmedien auf. Jedermann hat ihn gehört oder gelesen, kennt ihn wenigstens dem Namen nach.

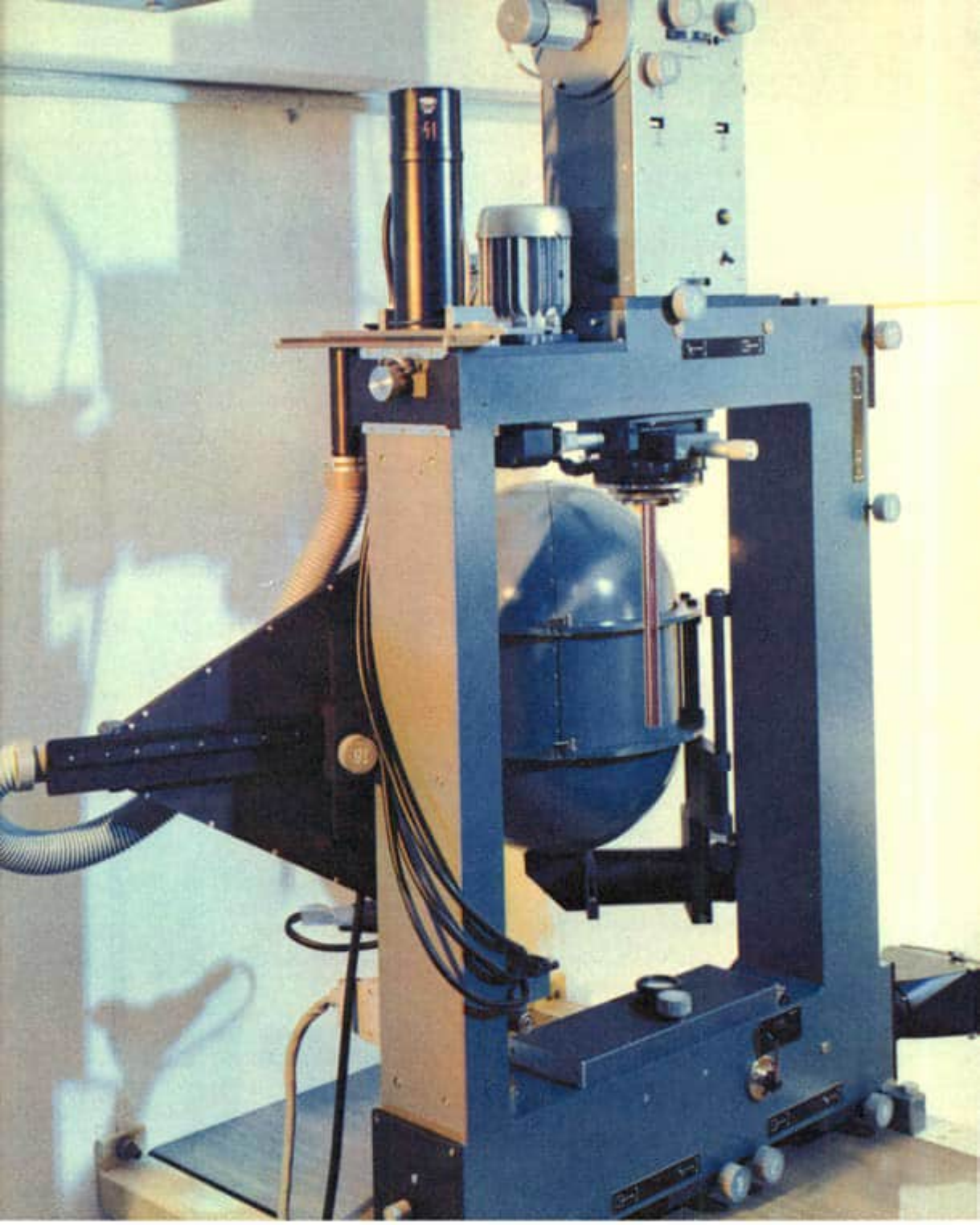
Wie sein nur wenige Jahre älterer Bruder, der MASER, ist der Laser ein neuartiger Verstärker und Erzeuger elektromagnetischer Wellen; wie jener beruht er auf schon von Albert Einstein (1879–1955) vorausgesagten Effekten bei der Strahlungsabsorption und -emission durch Atome und Moleküle. Während sich der Maser als extrem rauscharmer Mikrowellenverstärker – z. B. für Radarfernsuchgeräte, für den Informationsaustausch mit Raumflugkörpern oder in der Radioastronomie – bewährte, verstärkt und strahlt der Laser je nach Ausführung Licht im sichtbaren, infraroten oder ultravioletten Teil des Spektrums aus (wobei jüngste und erfolgreiche Arbeiten noch kürzere Wellen, den Röntgenstrahlenlaser, anvisieren).

Was läßt sich mit Laserlicht anfangen? Nur für kurze Zeit lief unter Wissenschaftlern das ein wenig selbstironische Wort um: »Der Laser ist eine Lösung, für die Probleme gesucht werden müssen.« Bald fanden sich (und finden sich fast täglich) in überreicher Anzahl Aufgaben, deren Lösung durch den Laser überhaupt erst oder auf viel bessere Weise als vorher ermöglicht wurde. Sie reichen von der Spektroskopie bis zur Medizin, von neuen Verfahren der Informationsübertragung und -speicherung bis zur Seismographie, von der Meßtechnik bis zur Materialbearbeitung und zu aussichtsreichen Experimenten auf dem für die künftige Energiegewinnung so entscheidenden Gebiet der gesteuerten Kernfusion. Der Laser ist ein prägnantes Beispiel dafür, wie Wissenschaft zur Produktivkraft wird.

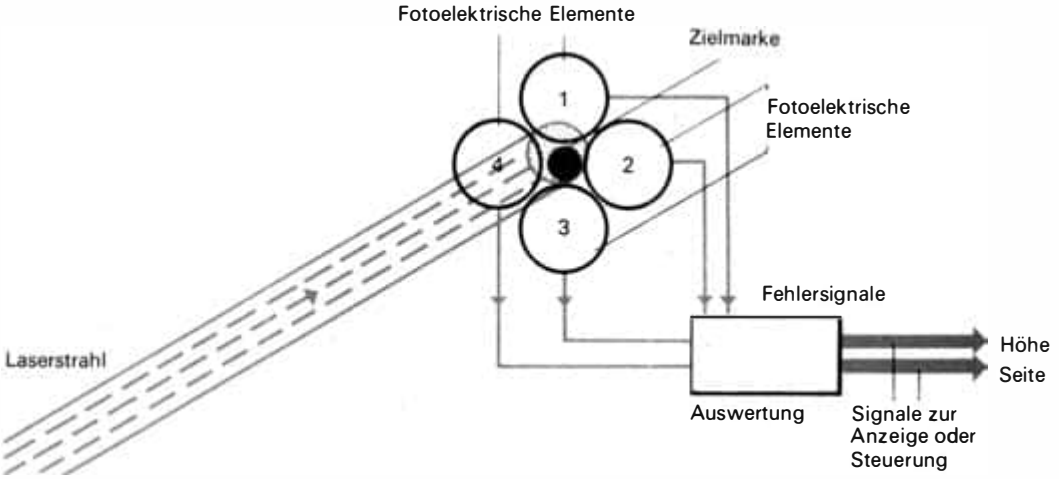
Seine Vielseitigkeit verdankt der Laser der Tatsache, daß sich sein Licht in wichtigen und ursächlichen Eigenschaften von dem aller übrigen Lichtquellen unterscheidet:

- Laserlicht ist monochromatisch, streng einfarbig – eine Eigenschaft, die mit herkömmlichen Lichtquellen nur annähernd und auf Umwegen zu erhalten ist.
- Laserlicht ist kohärent. Seine zusammenhängenden Wellenzüge sind wie die eines Funksenders miteinander verknüpft und bestehen nicht wie etwa das Licht einer Glühlampe aus unabhängig voneinander und spontan ausgestrahlten kurzen Wellenzügen.
- Laserlicht läßt sich zu einem Strahl bündeln, der auch auf große Entfernungen kaum auseinanderläuft und durch optische Mittel, wie z. B. Linsen und Hohlspiegel, auf einen sehr eng begrenzten Fleck konzentriert werden kann.

Laser-Grafik: Interferogramm, hergestellt durch Beugung und Brechung der Laserstrahlung eines Argon-Krypton-Mischgaslasers ILM 120



Vom Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau der Akademie der Wissenschaften der DDR gefertigtes Kristallprüfgerät KP 74 zur Untersuchung optischer Eigenschaften von Kristallen und anderen klar durchsichtigen optischen Medien, wie z. B. Gläsern, Kunststoffen und flüssigen Materialien, mit Hilfe eines Helium-Neon-Laserstrahls großer Intensität

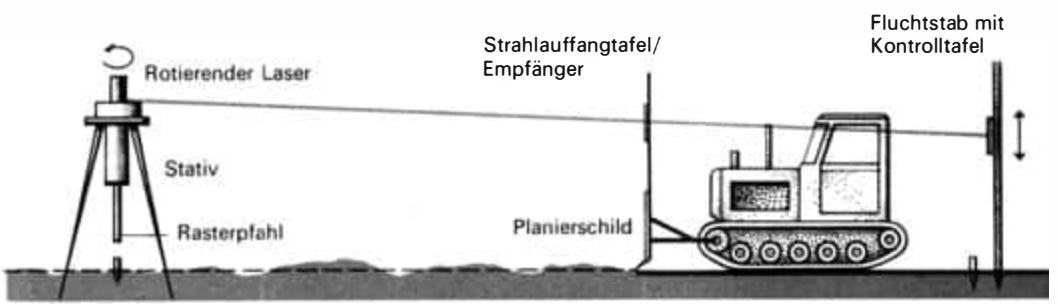


• Laserlicht, als Folge von Lichtblitzen oder ununterbrochen ausgestrahlt, kann sehr hohe Intensität erreichen. Durch Bündelung und Fokussierung können Leistungsdichten erzielt werden, wie wenn man die Leistung eines Großkraftwerkes auf der Fläche eines Fingernagels konzentrierte.

Vor allem die beiden letzten Punkte – sehr gute Bündelungsfähigkeit und die Möglichkeit hoher örtlicher Leistungskonzentration – wurden Grundlage zahlreicher technischer Anwendungen. Nur auf wenige davon können wir eingehen.

Leuchtende Pfade

Unter Fachleuten ist ein neues Landesystem für Flugzeuge im Gespräch. Es heißt Glissada, wurde in der Sowjetunion entwickelt und mit solchem Erfolg erprobt, daß inzwischen zahlreiche Staaten, unter ihnen die USA und Japan, Nutzungsrechte erwarben. Glissada geht von gleichen Grundgedanken aus wie das international eingeführte Instrumentenlandesystem (ILS) und ergänzt es wirkungsvoll. Im Gegensatz zu diesem wird jedoch der vom Piloten bei der Landung einzuhaltende Gleitweg (bzw. Abweichungen davon) nicht durch Funkwellen, sondern durch Laserstrahlen »vorgezeichnet«. Sie sind, rubinrot leuchtend, mit dem Auge und ohne zusätzliche Bordausrüstung zu beobachten und auswertbar. Am Boden in bestimmter geometrischer Anordnung installierte Laser ergeben ein Strahlenmuster, das den Piloten an den Gleitweg heranführt und die Landebahnbegrenzungen und Abweichungen vom Gleitweg erkennen läßt. Dreißig Kilometer weit reicht Glissada; auch unter schlechten Sichtbedingungen ist das Licht gut auszumachen.



Prinzip der selbsttätigen Justierung von Laserstrahl und Ziel mit Hilfe fotoelektrischer Sensoren

Höhensteuerung von Planierraupen mit Hilfe einer Laser-Leitlinie

Lineal aus Licht

Die Anwendung von Laserlicht als Leit- und Meßlinie ist freilich schon weit älter. Bau- und Vermessungstechniker waren mit die ersten, die das »Lineal aus Licht« benutzten. Gleich, ob ein Gelände vermessen, die Trasse für eine Straße, Bahnlinie, Rohr- oder Freileitung, der Verlauf eines Stollens oder Tunnels festgelegt werden sollen – stets sind Geraden abzustecken, eine aufwendige und oft recht umständliche Tätigkeit.

Der schnurgerade Laserstrahl kann diese Arbeiten erheblich vereinfachen und verkürzen (bis auf weniger als die Hälfte des bisher üblichen Zeitaufwandes). Leicht bedienbare Laser, deren Leistung nur Bruchteile eines Watt zu betragen braucht, stehen für solche Aufgaben in abgestuften Typenreihen zur Verfügung (z. B. Helium-Neon-Laser aus dem VEB Carl Zeiss Jena). Auszubaggernde Fahrrinnen z. B. können durch zwei parallellaufende Laserstrahlen begrenzt werden; man kann auf die ständige Auswertung von optisch oder funktechnisch gewonnenen Koordinaten verzichten. In gleicher Weise läßt sich auch ein schwieriges Fahrwasser, etwa eine schmale Hafeneinfahrt, kennzeichnen.

Für die meisten Anwendungen von Laserlicht bei Fluchtungs- und Vermessungsaufgaben ist nur *ein* Strahl erforderlich. Er wird, wenn eine Gerade zwischen zwei festen Punkten zu fixieren ist, auf den zweiten Punkt gerichtet, oder der Zielpunkt wird, nachdem der Laserstrahl genau in die vorgegebene Richtung gebracht wurde, so lange verschoben, bis er vom Strahl getroffen wird. Zwischen den beiden Endpunkten des Laserstrahls können darüber

Laserstrahl ersetzt die Schere: Erprobung eines neuen thermischen Trennverfahrens in der Textilindustrie

Laser-Graviereinrichtung und Laserdrucker (Ausschnitt)

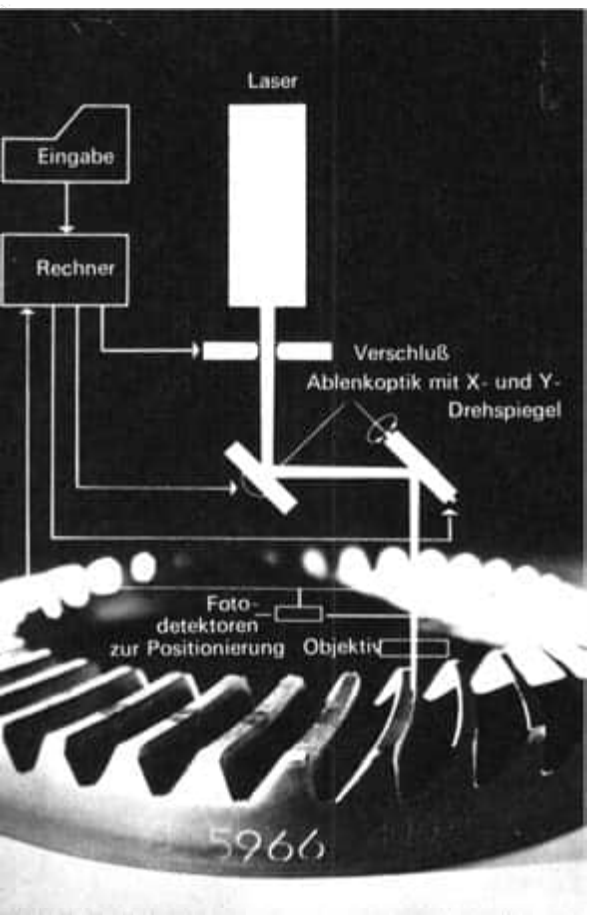
hinaus ergänzende Kontrollmarken angebracht werden.

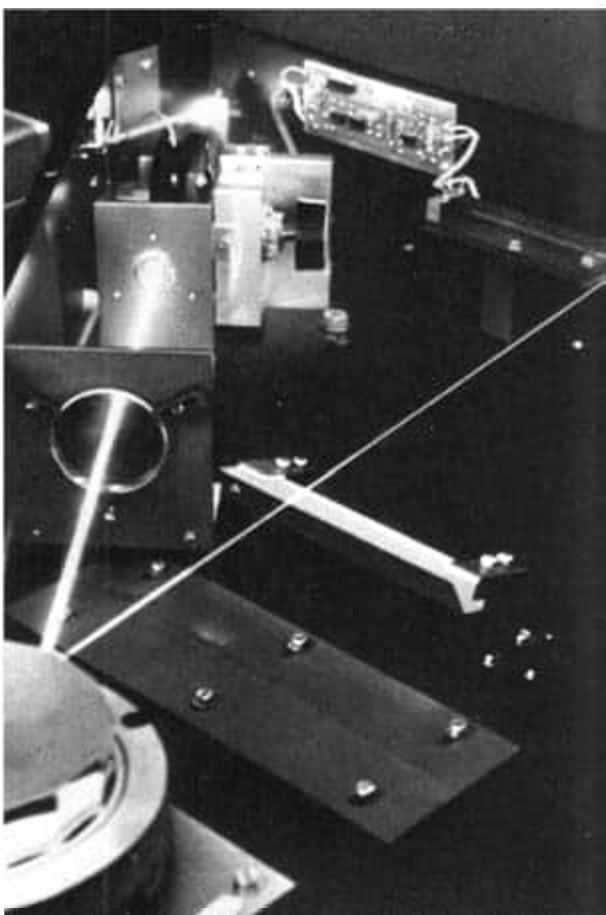
Wegen seiner hohen Meßgenauigkeit (bei Tunnelvortrieben von 10 km Länge wurden Seitenabweichungen von 5 cm unterschritten) wird das »Lineal aus Licht« auch genutzt, wo es um kürzere Strecken geht. Die Verziehung eines Schiffsdecks oder einer Flugzeugtragfläche, die Durchbiegung von Staudämmen unter Belastung sind ebenso feststellbar wie Abweichungen in der Fluchtlinie von Häuserfronten usw.

»Schiefe« Türme sind allenfalls als Touristenattaktion erwünscht. Ansonsten müssen Türme senkrecht stehen. Gleiches gilt für Antennenmasten, Schornsteine usw. Das Senkblei sichert bei ausgesprochen hohen Bauwerken nicht die erforderliche Genauigkeit. Aufwendige optische Präzisionsverfahren mußten an seine Stelle treten. Schon bei der Errichtung des Moskauer Fernsehturms Ostankino, der zum 50. Jahrestag der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution fertiggestellt wurde, diente ein Laserstrahl als Bezugsvertikale; mit dessen Hilfe konnten geringste Abweichungen von der Senkrechten festgestellt und rechtzeitig korrigiert werden. Seitdem hat sich das Laserlot tausendfach bewährt. Zahlreiche Sonderverfahren wurden entwickelt, wie z. B. in der DDR eine Methode zur Kontrolle bei Gleitschalenbauweise. Hierbei wird ein Laserstrahl periodisch so umgelenkt, daß ein einziger Laser mehrere Bezugsvertikalen liefert.

Baumaschinen steuern sich selbst

Richtet man einen Laserstrahl auf einen Sensor aus mehreren fotoelektrischen Elementen, so lassen sich Positionsverschiebungen zwischen Strahl und Sensor selbsttätig feststellen, messen und anzeigen bzw. registrieren. Weicht in unserer Abbildung auf S. 321 oben der Laserstrahl nach links oben von der Zielmarke ab, empfangen die Elemente 1 und 4 mehr Licht als die Elemente 2 und 3. Die Elemente geben dabei – wie bei allen anderen Strahlstellungen – entsprechend größere oder kleinere Signale ab. Nur wenn der Strahl genau auf das Ziel gerichtet ist, sind alle 4 Signale gleich groß. Die Signale werden elektronisch in Höhen- und





Seitenabweichungen umgerechnet und angezeigt. Diese sind Grundlage für Korrekturmaßnahmen.

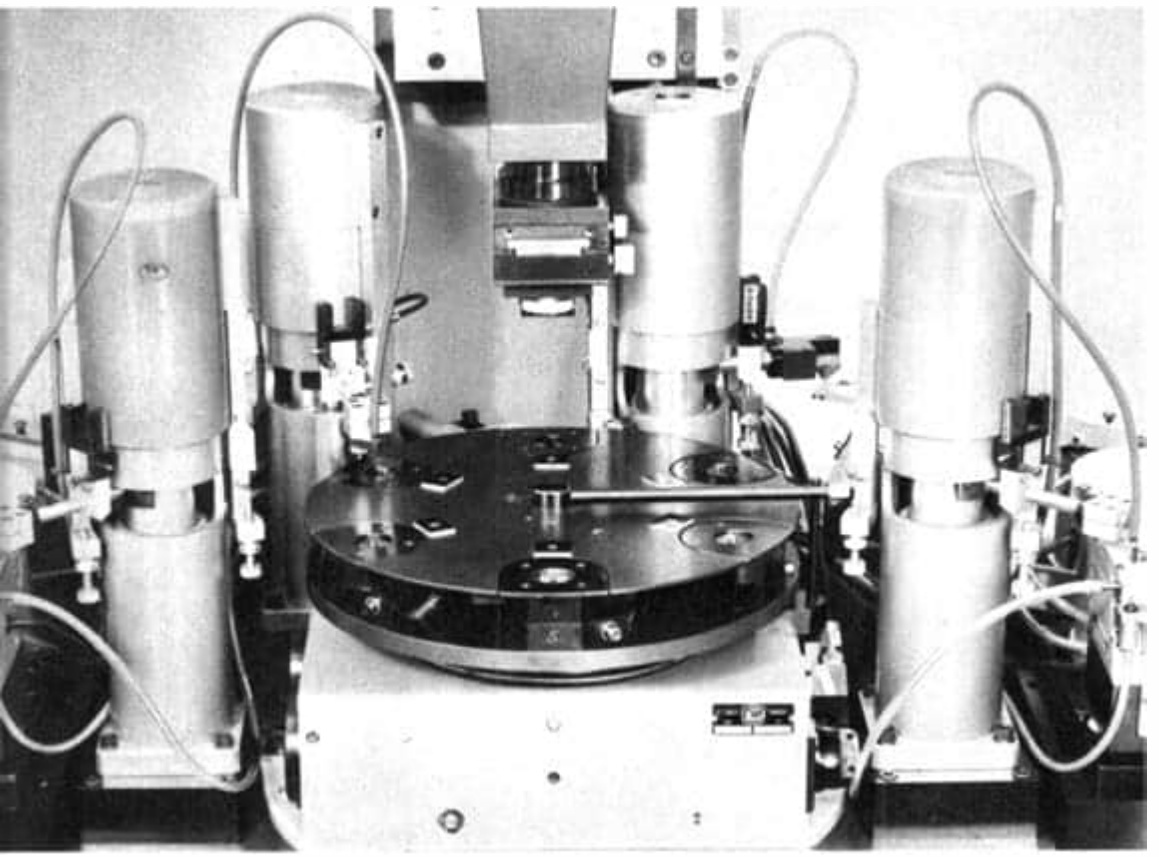
Der nächste Schritt ist folgerichtig und folgenreich: Die Signale dienen selbst als Steuergrößen, die Ziel und Strahl automatisch so justieren, daß der Zielpunkt »im Fadenkreuz« bleibt. Mit anderen Worten: Eine Maschine, die sich entlang einer Geraden bewegen soll, kann sich selbsttätig am Laserstrahl entlangtasten – gleich, ob es sich um Fahrzeuge, Flugkörper oder Baumaschinen handelt.

Schon vor mehreren Jahren wurde in der DDR ein Verfahren zur Höhensteuerung von Planierraupen bekannt. Die Abbildung auf S. 321 unten bedarf keiner Erörterung.

Die automatische Steuerung von Unter-Tage-Bohraggregaten geschieht meistens so, daß der die Bohrungsachse markierende Laserstrahl auf Sensoren an der Hinterseite des Bohrgeräts (in Arbeitsrichtung gesehen) trifft. Die Fehlersignale bei Seiten- bzw. Höhenabweichungen von der Achse korrigieren die Vorwärtsbewegung des Aggregats. Arbeitsunterbrechungen für Kontrollmessungen können erheblich reduziert werden.

Der Laser graviert

Laserlicht läßt sich optisch auf einen Brennfleck von wenigen Mikrometern Durchmesser konzentrieren. Dabei treten, abhängig vom Lasertyp, im Brennfleck Leistungsdichten auf, die jedes Material – Metall, Keramik, Glas, Kunststoffe usw. – nahezu augenblicklich schmelzen und verdampfen lassen. Nichts lag



Laser-Schweißautomat für Relaiskontakte

daher näher, als Laser unmittelbar als »nicht verschleißende« Werkzeuge für die Materialbearbeitung einzusetzen. Innerhalb weniger Jahre entwickelte sich eine Lasertechnologie, die als äußerst zukunftsträchtig gilt.

Führt man die Spitze eines Laserstrahls, den Konturen eines Zeichens folgend, über eine Stoffoberfläche, wird das Zeichen als Furche in diese »eingegraben«. Darauf beruhen in jüngster Zeit geschaffene Systeme zur Lasergravur. Ihre wichtigsten Baugruppen sind ein Laser und eine Vorrichtung zur Strahlablenkung. Diese ist entweder eine Optik, die den Strahl über schwenkbare Spiegel führt, oder eine Koordinaten-Antriebsvorrichtung, die das Material, den Zeichenformen entsprechend, unter dem feststehenden Laserstrahl vorbeibewegt. Ein Mikrocomputer, dem Zeichen, Buchstaben und Ziffern über eine Tastatur oder über ein Lochband eingegeben werden, steuert den gesamten Gravierprozeß.

Ähnlich, aber auf der Grundlage elektrofotografischer Verfahren, arbeiten Laserdrucker für Zeilenleistungen bis zu etwa einer Million Zeilen je Stunde. Mechanische Strahlablenkung scheidet bei solchen Geschwindigkeiten aus. Sogenannte akusto-optische Strahlablenker steuern mit Hilfe von Ultraschallwellen den Strahl.

Werkzeuge, die nicht verschleißen

Selbst härteste und sprödeste Werkstoffe halten fokussiertem Laserlicht nicht stand. Dieser Tatsache verdanken wir Werkzeuge neuer Qualität. Sie bohren und trennen span- und gratlos und nutzen sich nicht ab. Von Mikroprozessoren bzw. Mikrocomputern gesteuert, führen sie automatisch und exakt Folgen komplizierter Arbeitsgänge aus. Eine ganz neue Generation von Werkzeugmaschinen kommt auf uns zu.

Löcher von nur wenigen zehn Mikrometern Durchmesser lassen sich genau und schnell ausführen, gleich, ob sie in Stahl, Uhrensteinen, Diamantziehdüsen, Keramik-, Glas- oder Hartmetallteilen verlangt werden. Sogar weiche und elastische Stoffe wie etwa Gummi können problemlos gebohrt werden. Beim Schneiden erweitert sich der Bereich der bearbeitbaren Werkstoffe noch – Holz, Pappe, Leder, Textilien kommen unter anderen hinzu. Auch hier wieder kann das »punktförmige« Werkzeug beliebige Formen und Konturen ausschneiden, getreu dem im steuernden Mikrocomputer gespeicherten Programm. Schon sind in der Konfektions- und Lederwarenindustrie nahezu lautlos arbeitende Zuschneidemaschinen im Einsatz. Bei zahlreichen Schweißarbeiten, von winzigen Kontaktstellen an Fernmelderelais bis zum Stumpfschweißen, beim Schweißen von Platin, Titan, Molybdän, Wolfram usw., aber auch zur Oberflächenhärtung erweitert sich der Anwendungsbereich des Werkzeugs Laser ständig.

Dank an die Elektronik

Wir lasen es zu Beginn: Der Laser ist eigentlich ein Kind der Elektronik. Auch wären ohne steuernde Elektronik viele seiner Anwendungen wenig sinnvoll. Der Laser hat sich gegenüber der Elektronik, insbesondere der Mikroelektronik, als dankbar erwiesen.

In der Mikroelektronik sind immer wieder kleinste Flächen zu bearbeiten, müssen dünnste Schichten aufgebracht oder zum Abgleich technischer Parameter Teile davon definiert abgetragen werden. Lasereinrichtungen führen das mit ihrem nadelfeinen Strahl automatisch, rasch und zuverlässig aus. Sie »ritzen« Halbleiterscheiben, so daß sie für Schaltkreise auseinandergebrochen werden können. Sie helfen, die ein Höchstmaß an Präzision erfordernden Masken herzustellen und exakt zu justieren, wie sie für die Produktion integrierter Schaltkreise benötigt werden.

Der Laser bietet uns ein breites Spektrum von Möglichkeiten an. Nur Ausschnitte davon sind bis heute erschlossen. Doch ständig werden diese Ausschnitte breiter, enthüllt uns das Spektrum mehr von seiner Vielfalt.

Dr. Heiner Winkler

HONG-KONG

»Duftende Lagune«

Faszinierend, aber auch atembeklemmend ist bereits der Anflug von der Meerseite her: Zunächst rücken zahlreiche kahle Inseln ins Blickfeld, dann schießen einem karstige Bergkuppen entgegen, schließlich schwebt die Maschine ganz flach über wäschebehangene Hochhausdächer in die tief zerklüftete, jadegrüne Hongkongbucht ein, ehe sie auf der weit ins Meer reichenden Piste des Kai-Tak-Flughafens landet. Zuvor aber öffnet sich dem Passagier für Augenblicke jene in nackte Felsen gebettete phantastische Stadtlandschaft, die einem futuristischen Spielzeugkasten entnommen sein könnte: das zweigeteilte Hongkong. Am Nordrand der gleichnamigen gebirgigen und nur zum geringen Teil besiedelbaren Hauptinsel (72 km²) recken sich in drangvoller Enge die vielstöckigen Regierungs-, Bank-, Geschäfts- und Hotelpaläste Victorias; diese monströse City kann sich obendrein rühmen, einen der besten Tiefseehäfen der Welt zu besitzen.

Über den Meeresarm, der Victoria vom Festland trennt, gleitet emsiger Fährverkehr. Doch wichtiger als die zahlreichen grünen Fährschiffe ist ein 1 600 m langer Unterwassertunnel, den täglich – gebührenpflichtig – in dichtester Folge Kraftfahrzeuge in beiden Richtungen passieren. Seit Frühjahr 1980 ist außer-

dem eine in weiterem Ausbau befindliche Stadtbahn (Mass Transit Railway) in Betrieb, die gleichfalls unter dem Hafen hindurchführt und auch sonst – nach Art einer Metro – meist unter der Erde verkehrt.

In der weiten Hafenbucht wimmelt es von Schiffen jeder Art: bizarre Flotten von Dschunken mit ihren Schmetterlingssegeln, Sampans (chinesische Wohnboote), Jachten und Frachter, dazu die Silhouetten von Kriegsschiffen und Ozeanriesen. Sie alle schaukeln vor der von düsteren Felsen eingeschnürten Häuserfront Kowloons, jenes anderen städtischen Teils von Hongkong, der sich auf nur 10 km² an der Festlandküste, genauer gesagt, auf einer Halbinsel erhebt. Aus vielen Fenstern hängen Stangen mit Wäsche zum Trocknen. Durch die verschatteten Häuserschluchten wälzt sich ameisenhaft ein dichter Menschen-, Fahrrad- und Fahrzeugstrom. Auf den Stadtflächen von Victoria und Kowloon sind im Durchschnitt 25 000 Menschen je km² zusammengepfercht, im eigentlichen Zentrum von Kowloon sogar 250 000 – ein Alptraum.

Dort, wo die von Victoria kommenden Fähren anlegen, gewahrt man die Fernbahnstation von Kowloon. In etwa einstündiger Fahrt verkehren von hier aus auf bislang eingleisiger Strecke Züge durch das von China abgepachtete Hinterland, die New Territories (samt Inseln 960 km²), zur chinesischen Grenze. An dem schmalen Fluß Chum Chun, wo im Solde der Briten Bataillone von Gurkhasoldaten aus dem fernen Nepal Grenzdienst tun, ist Hongkong schon zu Ende. Im Interesse scharfer Kontrollen wurde die Grenze in jüngster Zeit von der britischen Kolonialmacht mit einem über drei Meter hohen Stacheldrahtzaun versehen.

Zwar ist die britische Kronkolonie Hongkong auf der Landkarte nur ein winziger Fleck.

Typische Straßenszenen im zweigeteilten Hongkong

Dessenungeachtet ist sie aber mit ihren heute über fünf Millionen (1945 nur 600 000) Einwohnern ein Wirtschafts-, Handels- und Finanzzentrum von internationalem Rang. Da unmittelbar auf der Erde so wenig Platz ist, geht man mit den Bauten immer mehr in die Höhe. Produziert wird nicht wie anderswo in Hallen, sondern in einer Vielzahl gewagt aufeinandergetürmter Stockwerke. Im Containerhafen Kwai Chung bohren sich Lagerhochhäuser in den Himmel, die ihresgleichen in der Welt suchen. Schnelle Aufzüge befördern die Container bis in die höchsten Stockwerke.

Seit weit über hundert Jahren schon weht über Hongkong der britische Union Jack. Als 1840 die kaiserliche Regierung Chinas die Opiumeinfuhr aus Britisch-Indien verbot und Lagerbestände dieses Rauschgifts in Kanton vernichten ließ, da nahm dies London zum Vorwand für einen Waffengang, der als »Opiumkrieg« in die Geschichte eingegangen ist. China unterlag und mußte die damals kahle und wasserlose Insel Hongkong – zu deutsch »duftende Lagune« – an England abtreten. Die britischen Machthaber, die es auf den perfekten Naturhafen abgesehen hatten, richteten dort alsbald nicht nur einen Handels- und Flottenstützpunkt ein; sie schufen sich auch auf Hongkong die Basis für einen höchst profitablen Opiumschmuggel entlang der südchinesischen Küste. 1861 »erwarb« man Kowloon auf dem Festland hinzu und pachtete von Peking 1898 außerdem für 99 Jahre das schon erwähnte Hinterland von Kowloon, die New Territories samt einer Reihe von Inseln.

Heute ist Hongkong die größte Schneiderwerkstatt der Welt. Gespräche in den Lobbys oder den Bars der meist überfüllten Hotels drehen sich häufig um Textilgeschäfte, um den Preis für eine Ladung Jacken, die Lieferzeit für 1 000 Hosen, das Muster für eine neue Pulloverserie. Noch vor 35 Jahren spielten hier weder die Textilproduktion noch eine andere Fertigung eine größere Rolle, wenn man vom Schiffbau absieht. Damals bildete der Transithandel von und nach China die wirtschaftliche Hauptfunktion Hongkongs. Die Lage änderte sich erst nach dem Erfolg der chinesischen Revolution 1949, als Tausende und aber Tausende von Anhängern des geschlagenen Marschalls Tschiang Kaischek nach Hongkong flohen. Zugleich verhängten die imperialisti-

schen Mächte über das neue, ihnen seinerzeit verhaßte China zeitweise eine Handelsblockade, was die Transitgeschäfte Hongkongs empfindlich beeinträchtigte. Dies zwang die Oberschicht in der Kronkolonie, nach anderen Profitquellen Ausschau zu halten. Die Verfügbarkeit zahlreicher billiger und williger Arbeitskräfte gab schließlich den Ausschlag dafür, eine exportorientierte Textilindustrie in Gestalt einer Vielzahl kleiner, wendiger Betriebe ins Leben zu rufen.

Später, als Mao Zedong Anfang der sechziger Jahre mit seiner abenteuerlichen Politik des »Großen Sprungs« experimentierte, hatten die daraus resultierenden Hungersnöte einen neuerlichen Zustrom von Flüchtlingen aus China nach Hongkong zur Folge. Hier entwickelten sich zwei weitere leistungsstarke Exportzweige, die einmal elektronische Erzeugnisse (erst Transistorradios, später auch Spielautomaten, vor allem aber elektrische Uhren und Taschenrechner), zum anderen Kunststoffprodukte (insbesondere Spielzeug) ins Programm nahmen. Bei Fertigkleidung und bei Spielwaren stieg Hongkong zum führenden Exporteur in der Welt auf; der Menge nach hat es auch bei Uhren auf dem internationalen Markt den Spitzenlieferanten Schweiz überflügelt. Hauptmärkte sind die USA, die BRD und Großbritannien. 1979 exportierte Hongkong allein Bekleidung für umgerechnet 10 Mrd. DM; davon ging ein Drittel in die USA. Im Außenhandelsumsatz insgesamt übertrifft die Kronkolonie selbst solche Länder wie Indien und China.

Der große Boom freilich scheint vorüber zu sein. Die wirtschaftliche Stagnation und schleppende Erholung in den Ländern des Kapitals seit der zyklischen Krise 1973/75 erschweren den Absatz auf diesen bereits von neuen Rückschlägen betroffenen traditionellen Märkten. Hongkongs Erzeugnisse stoßen dort nicht nur auf immer höhere Barrieren, die – wie es heißt – zum »Schutze heimischer Fertigungszweige« errichtet werden; sie sehen sich auch einer wachsenden Konkurrenz durch ähnliche Waren aus Gebieten wie Taiwan, Südkorea oder Singapur gegenüber, wo – auf Rechnung meist ausländischen Großkapitals – mit noch niedrigeren Lohnkosten produziert wird. Hinzu kommt die enorme Rohölverteuerung mit ihren ab-

träglichen Folgen für die Energiewirtschaft und die Plastechemie.

Tatsächlich schrumpft nun der Anteil der Verarbeitungswirtschaft an Hongkongs sogenanntem Bruttoinlandsprodukt bereits wieder (1979 nur noch 25 %, 1965 30 %). Zugleich schwillt das Loch in der Außenhandelsbilanz weiter an, denn die Kronkolonie ist – nicht zuletzt wegen ihrer Spezialisierung auf wenige Exportbereiche – hochgradig importabhängig. Allerdings konnte jenes Defizit bisher durch ein großes Plus bei den »Diensten« wettgemacht werden. So verdient Hongkong neuerlich erheblich an dem inzwischen wieder florierenden Warentransit von und nach China. Auch die Erträge aus den z. T. direkt damit verknüpften Börsen- und Finanzgeschäften, die Filialen sämtlicher internationaler Großbanken nach Hongkong gelockt haben, helfen die Zahlungsbilanz zu verbessern. Eine wichtige Deviseneinnahmequelle (11 %) ist ferner der Tourismus. Ein Viertel der Besucher kommt aus Japan. Allerdings nötigt der Fremdenverkehr zu massiven zusätzlichen Importen, ist also – so gesehen – ein zweischneidiges Schwert.

Für das große Kapital ist Hongkong ein geradezu idealer »Platz der schnellen Profite«. Geldleute holen dort angelegte Mittel in höchstens (!) fünf Jahren wieder herein; was danach erwirtschaftet wird, ist purer Gewinn, meist 25, 30 und mehr Prozent. Wenige Länder gestatten eine so rücksichtslose Ausbeutung. In Hongkong gibt es noch immer keine gesetzliche Begrenzung der allgemeinen Arbeitszeit und keine gesetzlichen Mindestlöhne. Allein »Angebot und Nachfrage« entscheiden. Für 75 % der Beschäftigten lag 1979 der Tageslohn

Blick auf eines der Neubaugebiete

Im Hafen von Hongkong

bei 10 Mark und darunter. Versichert sind die Arbeiter nur gegen Arbeitsunfälle, worin Hongkong international einen traurigen Rekord hält; 1979 wurden – vor allem auf Bauplätzen – offiziell 300 »Arbeitstote« und 6 600 Verletzte gezählt. Die in der Industrie Beschäftigten erhalten im Krankheitsfalle nur für insgesamt zwölf Tage im Jahr 50 % ihres Lohnes. Öffentliche Unterstützung für Bedürftige, für Schwerkörperbehinderte und für alte Menschen ist über das Stadium der Erörterung nicht hinausgekommen. Staatliche Krankenversicherung, bezahlter Schwangerschaftsurlaub, Renten – dies alles sind in Hongkong Fremdwörter.

Das Schulwesen war lange Zeit in verheerendem Zustand. Seit 1979 ist zwar die Grundschulausbildung bis zum vierzehnten Lebensjahr kostenlos (vor 1971 gab es überhaupt keine Schulpflicht; statt dessen war Kinderarbeit noch mehr verbreitet als jetzt). Aber auch heute fehlt es den öffentlichen Lehranstalten an Schulplätzen und Lehrern. Privatschulen dominieren; ihr Schicksal liegt in den Händen von Spekulanten und Profitjägern. Das Niveau ist daher denkbar niedrig, die Klassen zählen oft sechzig und mehr Kinder. Zudem wird der Lehrstoff durchweg in Englisch vermittelt; doch die meisten Kinder sprechen als Muttersprache chinesisch. Um Schritt halten zu können (für den späteren Kampf um einen Arbeitsplatz ist das unerläßlich), müssen die Eltern zusätzliche Mittel aufwenden, damit ihre Kinder rechtzeitig englisch lernen.

Entsetzlich ist die Wohnungsnot. Zwar schießen an der Peripherie Kowloons (auf dem Gebiet der New Territories) neuerdings riesige Komplexe mit – wie es heißt – kostengünstigen Massenquartieren (Mietskasernen mit 30 Stockwerken) pilzartig in die Höhe. Doch mangelt es noch an jeder Art von öffentlichen Einrichtungen, vor allem an Verkehrsträgern. Obendrein sind selbst dort die Monatsmieten für breite Bevölkerungskreise unerschwinglich; im Stadtkern Victorias bewegten sie sich 1979 bereits bei 4 000 bis 10 000 Mark.

Hunderttausende klammern sich deswegen entweder an von Ratten wimmelnde Wohnboote oder aber an elende Slumhütten an Kowloons Berghängen, die immer mal wieder Taifunen und Flächenbränden zum Opfer fallen. Die meisten der Bewohner sind Schwarzsiedler (der Boden – außer in den New Territories – gehört ausnahmslos der Krone, also dem Staat). Solche illegalen Behausungen, die oft in Unrat schier ersticken, haben diese Menschen freilich nicht selbst »entwickelt«, sondern von Gewährsleuten millionenschwerer Gangsterkartelle, etwa der Geheimgesellschaft Triad, gepachtet, die die Hütten – ebenfalls illegal – mit Strom- und Wasseranschlüssen aus dem öffentlichen Netz versehen. Die inzwischen auch international wirkenden Verbrecherkartelle, die miteinander heftig rivalisieren, üben auf Hongkongs gesellschaftliches Leben einen verhängnisvollen Einfluß aus. Sie führen in den Slums wie im Vergnügungsgewerbe, in der Prostitutions- und Rauschgiftszene das eigentliche Regiment; mit massiver Bestechung halten sie sich die Polizei und die Behörden vom Leibe.

Verschärft wird das Wohnungsproblem durch einen schwunghaften Menschenhandel, wodurch illegal jährlich etwa 150 000 Personen aus China eingeschleust werden. Hinzu kam in der letzten Zeit ein Zustrom von Elementen aus dem Süden Vietnams, die vordem dort mit den USA-Okkupanten und deren Handlangern bis zum Sieg des Befreiungskampfes kollaboriert

hatten. Nicht wenige dieser »Flüchtlinge« sind auch solche, die Peking erst dazu verführte, wegen ihrer chinesischen Abkunft ihre vietnamesische Heimat in spektakulären Aktionen zu verlassen, die aber dann nach Hongkong abgeschoben wurden.

Die dadurch immer erbitterter werdende Konkurrenz um die Arbeitsplätze, die Streikkämpfe weitgehend ausschließt, behindert wissenschaftlich-technische Verbesserungen und begünstigt naturgemäß den Fortbestand frühkapitalistischer Ausbeutungspraktiken. Aber nicht nur davon werden Geldleute etwa aus den USA (fast die Hälfte aller Anlagen), aus Japan (19%) oder Westeuropa angelockt. Ungeachtet der Höhe ihres Gewinns brauchen sie an die Verwaltung nicht mehr als 15% an Einkommens- und Körperschaftssteuern abzuführen. Es gibt auch keine Umsatz- und Verbrauchssteuer, keine Einfuhr- und Ausfuhrgenehmigungen, keine Devisenbewirtschaftung, keine Beschränkungen im Niederlassungsrecht. Alles zusammen veranlaßte die großbürgerliche »Frankfurter Allgemeine« (BRD), Hongkongs Ökonomie neiderfüllt als »ein letztes Stück Laissez-faire-Kapitalismus« zu bezeichnen, wo die Reallöhne »durch keinerlei Sozialgesetze oder Gewerkschaftsmacht fixiert« würden. Hinzuzufügen wäre, daß die Kolonialadministration Hongkongs auch keinerlei Kontrolle durch irgendeine gewählte Vertretung unterliegt, daß sie nicht einmal dem britischen Parlament, sondern lediglich der »britischen Krone« gegenüber verantwortlich ist.

Man fragt sich, warum Peking einen derartigen Anachronismus auf chinesischem Boden duldet. Gewiß, die betreffenden Verträge mit Großbritannien, von denen jener Vertrag über die eingangs erwähnte Pacht der New Territories am 30. Juli 1997 ausläuft, betrachtet China verbal als »ungerecht«, als »aufgezwungen« und daher als »völkerrechtlich nicht verbindlich«. In der Praxis aber herrscht, wie Hongkongs Gouverneur Sir Murray MacLehose nach seiner Visite 1979 in Peking unterstrich, zwischen der Kolonie und ihrem gigantischen Nachbarn »ein gutes Einvernehmen im besten Klima«. Tatsächlich sichert China sogar die Lebensfähigkeit von Hongkong. Es liefert ihm nämlich außer Rohstoffen nicht weniger als die Hälfte seines Lebensmittelbedarfs. Bei Wasser wird der chinesische Lieferanteil in den nächsten Jahren 60% des Gesamtverbrauchs bestreiten. Demnächst soll Hongkong sogar ein Atomkraftwerk erhalten – auf chinesischem Boden.

Hinter dieser Praxis Pekings stecken handfeste materielle und finanzielle Interessen. Es unterhält in der Kolonie dreizehn Banken, drei Finanzierungsgesellschaften, zwei Versicherungsunternehmen, mehr als fünfzig Warenhäuser, eine Vielzahl von Geschäften, darunter solche, die Antiquitäten aus China veräußern, ferner Restaurants, Transportagenturen, Hotels und eine Reiseagentur. Insgesamt hat Peking umgerechnet etwa 20 Mrd. Mark in Hongkong investiert; von dort kommt ein jährlicher Rückfluß von 8 Mrd., das ist etwa ein Drittel der Gesamteinkünfte Chinas an Devisen überhaupt. Dabei spielen natürlich auch die Überweisungen von Hongkongchinesen an die in der Volksrepublik lebenden Verwandten eine Rolle. Je besser also jener abstoßende Ausbeutungsmechanismus in der Kronkolonie funktioniert, um so größer sind die finanziellen Vorteile für die prinzipienlosen Pekinger Machthaber. Schon deswegen sind sie daran interessiert, daß diese Einnahme- und Valutaquelle nicht aufhört zu sprudeln. An »sozialen Konflikten« ist ihnen daher dort nicht im mindesten gelegen.

Zu berücksichtigen ist auch, daß Hongkong für China eine Art Tor zur sogenannten westlichen Welt ist, daß Peking es vorzieht, seine intensiven Verbindungen zum imperialistischen Großkapital über Hongkong laufen zu lassen, statt diesem Niederlassungsrechte im eigenen Lande einzuräumen. Über die britische Kronkolonie verschafft sich Peking außerdem weniger auffällig Zugang zu den Finanzen und zur Technologie in der Welt des Kapitals. Die Kumpanei mit dem ungenierten »Ellbogen«-kapitalismus in Hongkong geht sogar so weit, daß diesem auf chinesischem Boden für seine Anlagetätigkeit neuerdings zwei Industriezonen zur Verfügung gestellt werden sollen (zur Fertigung billiger Vorprodukte), dazu Bauland für Quartiere, in denen Auslandschinesen durchschnittlich um ein Drittel billiger als in Hongkong wohnen können, sowie exklusive Feriensiedlungen. Alles das erklärt, warum die Kolonialisten und Ausbeuter in Hongkong trotz des verbalen Antikolonialismus und Antikapitalismus Pekings keinen Anlaß sehen, sich auf einen Abzug einzurichten.

Hongkong
(hochchinesisch Xianggang) auf einen Blick

Territorium: Britische Kronkolonie an südchinesischer Küste, 1042 km² (darunter 236 meist unbewohnbare Inseln). Tropisches Monsunklima. 5 Millionen Einwohner, davon 98% Chinesen. Jährlicher Zuwachs durchschnittlich 3%, zuweilen 6%. Bevölkerung konzentriert auf 14% der Gesamtfläche in den Städten Victoria (Hongkong-Insel) und Kowloon sowie in sechs neuen, in den New Territories errichteten Siedlungen, darunter Tsuen Wan (1 Million), Shatin und Taipo (je 500000). Administration auf Leitungsebene durchweg britisch.

Amtssprache: Englisch

Währung: Hongkong-Dollar (11,50 HK $ = 1 Pfund Sterling [1980])

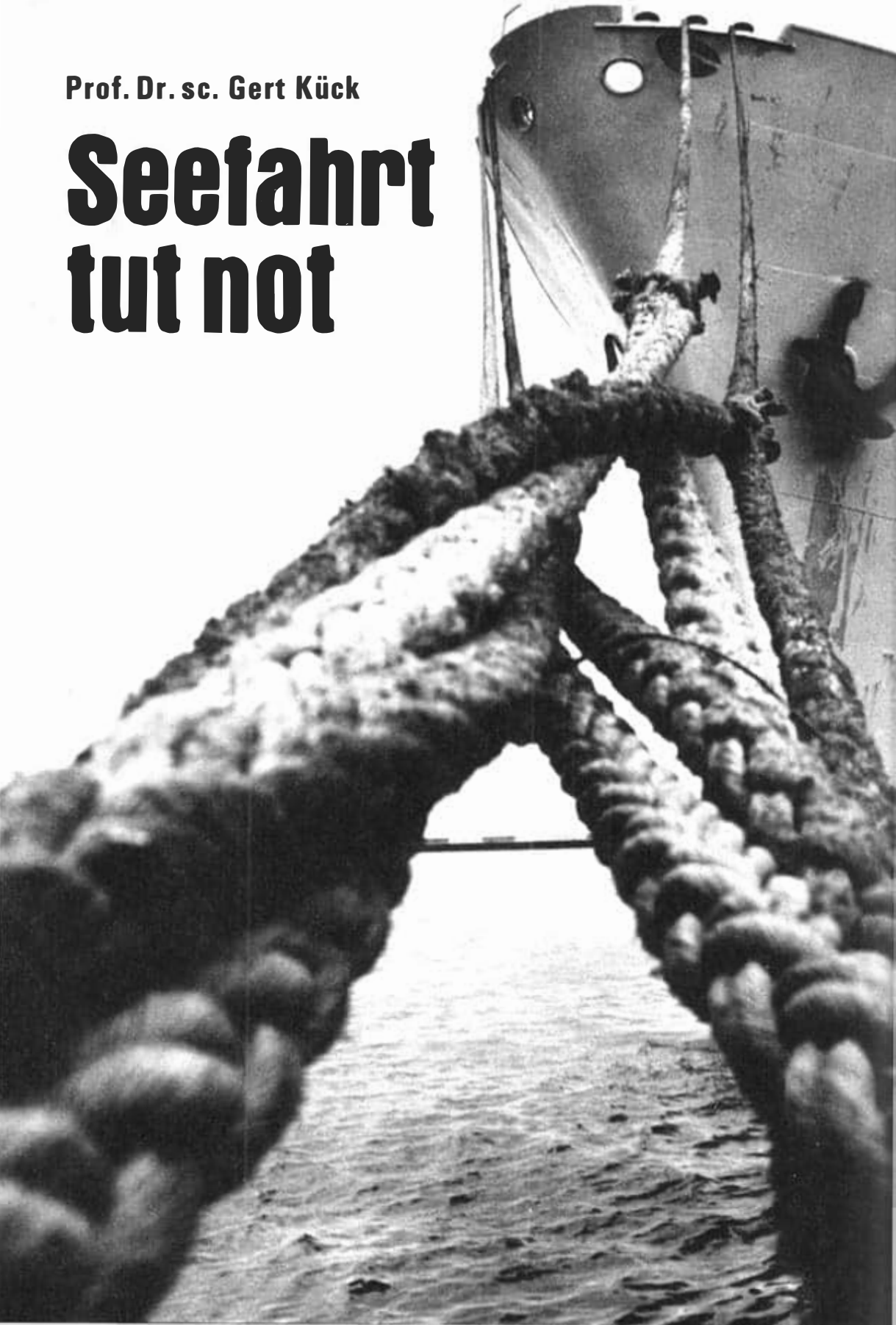
Ökonomie: 1976 (letztes Erhebungsjahr) entfielen 1,7% des Bruttoinlandsprodukts auf den Primärsektor (Landwirtschaft, Fischfang, Bergbau), 33,3% auf den Verarbeitungssektor (einschließlich Energie- und Bauwesen) und 65% auf den Tertiärsektor (Handel, Transport- und Finanzwesen, darunter 116 Großbanken, sowie auf die übrigen öffentlichen und privaten Dienste). 27% der Werktätigen (etwa 800000) arbeiten in der Industrie, deren Betriebe zu 99% weniger als 200, meistens weniger als 30 Belegschaftsmitglieder zählen. Die wenigen Großbetriebe (mit 8% der Beschäftigten) gehören dem Auslandskapital.

Außenhandel (1979): Import 85,8 Mrd. HK $ (7,8 Mrd. brit. Pfund), Export 75,9 Mrd., davon 20 Mrd. Reexporte, vor allem auf Rechnung Chinas. Der Industrie-Eigenexport wurde zu 67% (1959: 57%) von den Sektoren Textil (zur Hälfte Bekleidung), Elektronik und Plastchemie bestritten. Größter Abnehmer: USA; größter Lieferant: Japan

Verkehrswesen: 145000 Kraftfahrzeuge, davon 10000 Taxis und 350 Rolls-Royce-Nobelkarossen; 1117 km Straßen, 16,5 km Untergrundbahn mit 15 Stationen (weitere 10,5 km im Bau); etwa 1000 Flüge wöchentlich, jährlicher Luftgüterumschlag 250000 t; Anlauf von 600 Hochseefrachtern monatlich; 2,2 Millionen Touristeneinreisen (1979)

Prof. Dr. sc. Gert Kück

Seefahrt tut not



Navigare necesse est, Seefahrt tut not – lautet ein bekannter lateinischer Sinnspruch. Rund 2000 Jahre alt, erwies sich seine Richtigkeit im Laufe der Zeit immer wieder. In vieler Hinsicht ist er auch gegenwärtig aktuell. Das wird nicht zuletzt an den Bemühungen der Entwicklungsländer deutlich, ihr Ringen um ökonomische Unabhängigkeit durch die Schaffung eigener Handelsflotten zu unterstützen. Leiden sie doch auf dem Gebiet des Verkehrswesens unter der vom Kolonialismus hinterlassenen Abhängigkeit und Rückständigkeit; zumeist befinden sich nicht nur ihre Bodenschätze und andere natürliche Reichtümer in fremder Hand, sondern ebenso die Schiffe für den Transport ihrer Außenhandelsgüter.

Oberflächlich betrachtet, nehmen die Entwicklungsländer eine erstaunlich starke Stellung in der internationalen Schiffahrt ein. Immerhin sind 38 % der gesamten Weltschiffstonnage in Staaten Lateinamerikas, Afrikas und Asiens registriert. Auffällig dabei ist jedoch, daß die meisten dieser Schiffe den Stern und die rot-weißen Streifen Liberias am Mast führen oder daß auf ihnen die Fahne Panamas weht. Wieso verfügen aber ausgerechnet diese beiden Staaten und weitere kleine Länder, wie Singapur, Hongkong, Zypern oder die Bermudas, über so unverhältnismäßig große Flotten? Warum ist der Schiffsraum allein Liberias größer als der Großbritanniens, Norwegens, der USA und Frankreichs zusammen, die traditionelle kapitalistische Schiffahrtsnationen sind?

Die Antwort heißt »Billigflaggen«. Immer mehr Entwicklungsländer internationalisieren ihr Schiffsregister und vermarkten das Recht zur Führung ihrer Landesfarben, um ihre finanziellen Schwierigkeiten zu mildern. Immer mehr Eigner in kapitalistischen Industriestaaten andererseits »flaggen ihre Schiffe aus«, wie es im Fachjargon heißt, oder lassen sie gleich in »billigen« Ländern anmelden. Dies bringt enorme Extraprofite, verlangen doch solche Länder nur geringe Lizenzgebühren und Steuern. Auch verzichten sie auf Gesetze über Mindestlöhne und Sozialleistungen für Seeleute, und sie stellen in der Regel keine Grundforderungen an den technischen Zustand der Schiffe sowie an die Ausbildung und die Stärke der Besatzungen.

Die Praxis der billigen Flaggen ist zwar nicht neu, sie wird seit Mitte der sechziger Jahre aber verstärkt angewandt. Dabei werden neuerdings nicht nur Mannschaften und Umwelt gefährdende überalterte »Totenschiffe« – wie sie B. Traven beschrieb – angemeldet, sondern auch Neubauten, darunter Großtanker in nicht geringer Zahl. Nach Berechnungen der UNCTAD, der Welthandelskonferenz der Vereinten Nationen, gehört diese sogenannte Offenregistertonnage vor allem Besitzern aus den USA, aus Griechenland und Japan sowie aus der BRD, aus Italien, der Schweiz, aus Kanada, Israel und Großbritannien. Große Monopole, wie der Erdölgigant Exxon, die Schweizer Nestle AG oder die zu 40 % in staatlichem Besitz befindliche bundesdeutsche VEBA, lassen die von ihnen betriebenen Schiffe überhaupt fast nur in Billigflaggenländern registrieren. Auch der Puddingkönig Oetker, einer der größten BRD-Reeder, fährt »billig« und spart dadurch nach Angaben seines Konzerns pro Jahr und Schiff bis zu 400000 DM ein, wobei gewerkschaftliche Berechnungen sogar auf eine drei- bis viermal höhere »Sparrate« verweisen.

Fast drei Viertel der in Entwicklungsländern registrierten Handelstonnage fährt unter »billigen Flaggen« und gehört Eignern in den imperialistischen Zentren. Die mit sehr starkem Anteil von ausländischem Kapital entstandenen beträchtlichen Flotten Südkoreas und Taiwans haben ihre besondere Problematik und können im eigentlichen Sinne ebenfalls nicht dem Schiffsbestand der Entwicklungsländer zugerechnet werden. Berücksichtigt man das, so sind gegenwärtig nur etwa 22 % des in afro-asiatischen und lateinamerikanischen Staaten registrierten Schiffsraumes, d. h. 8,4 % der Weltschiffstonnage, tatsächlich als nationale Flotten dieser Länder anzusehen.

Obwohl dieser Anteil angesichts der großen Anzahl jener Länder verhältnismäßig gering ist,

Kuweit: Im größten Ölhafen der Welt können täglich bis zu acht Großtanker gleichzeitig abgefertigt werden

hat er sich doch in den letzten zehn Jahren beträchtlich erhöht; 1970 betrug er erst 6,4 %. Dahinter steht eine im gleichen Zeitraum auf mehr als das Zweieinhalbfache angewachsene absolute Größe des Schiffsraumes der Entwicklungsländer. Ebenso vollzogen sich auch Veränderungen in der Zusammensetzung ihrer Flotten; insbesondere nahm der Anteil der Tonnage für Öltransporte und Schüttgüter zu.

Von den Handelsschiffen, die sich im Besitz von Entwicklungsländern befinden, haben 54 % ihre Heimathäfen in Asien, 32 % in Lateinamerika und 14 % in Afrika. Die mit Abstand größten nationalen Handelsflotten besitzen Indien und Brasilien, jene Länder, die im übrigen nicht nur Stückgutfrachter, sondern auch Massengutfrachter und Tanker sowie einige Spezialschiffe in Fahrt haben. Weitere Entwicklungsländer, die in bemerkenswertem Umfang über eigenen Schiffsraum verfügen, sind Argentinien, die Philippinen und Indonesien. Diese Länder betreiben seit Jahrzehnten große Flotten. Beträchtliche Tonnage haben in jüngster Zeit Erdölexporteure wie Kuweit, Irak, Algerien, Saudi-Arabien, Libyen, Iran und Venezuela erworben, vorwiegend Tanker z. T. modernster Bauart.

Diese zwölf Staaten konzentrieren mehr als drei Viertel der Gesamttonnage der über hundert Entwicklungsländer auf sich, von denen als seefahrende Nationen besonders noch Mexiko, Peru, Chile, Kolumbien, Ekuador, Malaysia, Pakistan, Ägypten, Libanon, Nigeria und Marokko zu erwähnen sind. Interessant zu wissen ist, daß die Seefahrt in Südamerika wegen des ausgefallenen europäischen Schiffsraumes im zweiten Weltkrieg starke Impulse erhielt, die aufgrund des relativ hohen Standes der Industrialisierung in den genannten Ländern des Kontinents zum raschen Aufbau eigener Handelsflotten führten. Eine gewisse Sonderstellung hat Peru inne, das zwar über eine große Tonnage verfügt, wobei jedoch rund 90 % der Schiffe Fischereifahrzeuge sind. Für Indonesien und die Philippinen ist es seit jeher eine Existenzfrage, ihre Inselgebiete ständig miteinander zu verbinden und die weiten Entfernungen zwischen ihnen zu überbrücken.

Welche Bedeutung eine Handelsflotte für die Außenwirtschaftsbeziehungen eines Landes und seine Einbindung in die internationale Arbeitsteilung, für die Einsparung und Erwirtschaftung von Devisen u. ä. besitzt, können wir in der DDR aus Erfahrung ermessen. Es

ist heute kaum noch vorstellbar, daß zunächst nur ein einziges Schiff mit 1 250 t Tragfähigkeit zur Verfügung stand, nämlich ein 1903 gebauter und unter dem programmatischen Namen »Vorwärts« 1950 noch einmal in Dienst gestellter Dampfer. Ebenso existierte kein moderner Hochseehafen. Die Notwendigkeit, Schiffe und Häfen anderer Staaten – vor allem der BRD – zu nutzen, war zunächst außerordentlich groß und brachte einen hohen Grad von Abhängigkeit mit sich, die imperialistische Kreise zu verewigen trachteten.

Ähnliches gilt, wenn auch unter vielfach anderen Vorzeichen, für die Entwicklungsländer. Viele von ihnen unternahmen vor allem seit Beginn der siebziger Jahre Schritte, sich durch den Erwerb und die nationale Bereederung von Schiffen bessere Voraussetzungen für eine Beteiligung am Welthandel, für den Transport ihrer Ex- und Importwaren, zu schaffen und sich dem Diktat der Frachtraten durch die großen Schiffsgesellschaften in den imperialistischen Staaten zu entziehen. Enorme finanzielle und materielle Aufwendungen waren hierfür notwendig. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß dazu nur die wirtschaftlich stärksten Länder in der Lage waren, darunter nicht zuletzt die erdölexportierenden Staaten. Maßnahmen wie der Aufbau nationaler Reedereien, die bevorzugte Beladung eigener Schiffe oder die Forderung nach Mitbestimmung bei der Festlegung der Frachtraten stießen jedoch von Anfang an auf den erbitterten Widerstand der Schiffahrtsmonopole und der Regierungen der kapitalistischen Industrieländer, die das Bestreben der Nationalstaaten als Angriff auf die »Freiheit der Meere« und als »Flaggendiskriminierung« bezeichneten. Dabei hatten sie »vergessen«, daß in der Kolonialzeit das Flaggenmonopol der »Mutterländer«, also deren alleiniges Recht zum Transport von Waren über See aus den von ihnen beherrschten Regionen, wenn es sein mußte, sogar mit Gewalt durchgesetzt worden war.

Die Anstrengungen der Entwicklungsländer und ihr relativ geschlossenes Auftreten erhielten nachdrückliche Unterstützung durch die rasch wachsenden Positionen der sozialistischen Länder im internationalen Seeverkehr. Infolgedessen besteht die uneingeschränkte

Fischkutter aus der DDR für die Fischereiflotte Algeriens

Im Überseehafen Luanda, dem gegenwärtig größten Warenumschlagplatz der Volksrepublik Angola

Herrschaft von Reedereien und Eignern imperialistischer Staaten in der Weltschiffahrt heute nicht mehr. Vor allem gilt dies für den Linienverkehr mit Stückgutladungen. Die kapitalistischen Industrieländer verfügen zwar noch immer über zwei Drittel der Weltstückguttonnage, 17% gehören aber bereits den sozialistischen Staaten und weitere 17% den Entwicklungsländern. Auf einigen für den Welthandel besonders wichtigen Fahrtrouten wurden die Reedereimonopole sogar noch weiter zurückgedrängt. So sind im Verkehr zwischen Westeuropa und Indien/Pakistan 37% der eingesetzten Linientonnage Eigentum von Entwicklungsländern, 15% gehören sozialistischen Reedereien und nur noch 48% den Schiffahrtsmonopolen der kapitalistischen Zentren. Für das Fahrtgebiet Westeuropa–Südamerika/Ostküste betragen die entsprechenden Anteile 46, 17 und 37%, im Fahrtgebiet Westeuropa–Mittelmeer belaufen sie sich auf 23, 21 und 56%.

Im Gegensatz zum Stückgutverkehr mit herkömmlichen Schiffen jedoch kontrollieren die Schiffahrtsmonopole immer noch fast vollständig den Massengut-, den Kühlgut- und Containertransport und besonders neueste Technologien wie den Ro-Ro- und Bargecarrier-Verkehr mit Spezialfrachtern, der auch nach und von Entwicklungsländern an Bedeutung gewinnt.

Welthandelsflotte insgesamt	383,5
Kapitalistische Industrieländer	199,6
»Billig-Flaggen-Länder«	110,2
darunter Liberia	75,3
Panama	22,5
Singapur	7,0
Hongkong	1,8
Entwicklungsländer (ohne Südkorea und Taiwan)	32,0
darunter Indien	5,6
Brasilien	4,4
Kuweit	2,3
Argentinien	2,3
Philippinen	1,6
Saudi-Arabien	1,4
Irak	1,3
Indonesien	1,2
Algerien	1,2
Iran	1,1
Libyen	0,9
Venezuela	0,7

Die Stellung der Entwicklungsländer in der Welthandelsflotte (in Mill. BRT; Stand vom 1. 9. 1980)

Hier können die Entwicklungsländer, abgesehen von bestimmten Ausnahmen bei der Verschiffung von Erdöl und Erdgas, infolge meist unzureichender Finanzkraft und mangelndem wissenschaftlich-technischem Potential kaum mithalten. Dieser Umstand wird von den imperialistischen Staaten dann auch benutzt, um sich die modernsten Bereiche im Seeverkehr zu reservieren und die Aktivitäten der Entwicklungsländer auf die überkommenen Formen der Tramp- und Linienschiffahrt zu begrenzen. Damit wird zugleich der Versuch unternommen, die »technologische Kluft« der Entwicklungsländer zu den kapitalistischen Industriestaaten, die die materielle Grundlage ihrer Abhängigkeit und Rückständigkeit ist, auch in der Seeschiffahrt auf neuer Basis zu konservieren.

Dem dient ebenso der rasch ansteigende Kapitalexport der Schiffahrtsmonopole zur Bildung gemischter Reedereien in Entwicklungsländern. Deren wachsende Flotten und ihr Einsatz sollen unter Ausnutzung der vom Kolonialismus hinterlassenen technischen, finanziellen und personellen Probleme voll in den Einflußbereich dieser Monopole gebracht werden. Zusätzlich werden den jungen Nationalstaaten »gute Ratschläge« gegeben. So sollen sie vor allem auf den Kauf oder Bau weiterer eigener Schiffe verzichten und ihre knappen Investitionsmittel lieber vorrangig für den Ausbau von Häfen verwenden. Obwohl natürlich niemand die Notwendigkeit moderner Umschlagkapazitäten bestreiten wird, kämen die einseitige Konzentration hierauf und die Vernachlässigung des Aufbaus eigener Flotten in erster Linie den Schiffahrtsmonopolen der ehemaligen Kolonialmächte zugute. Typisch für die Politik westlicher Firmen ist auch deren Bemühen, nach dem Prinzip »Teile und herrsche« unter den Entwicklungsländern Zwietracht zu säen, indem man z. B. dieser oder jener nationalen Reederei gezielte Zugeständnisse macht bzw. verweigert.

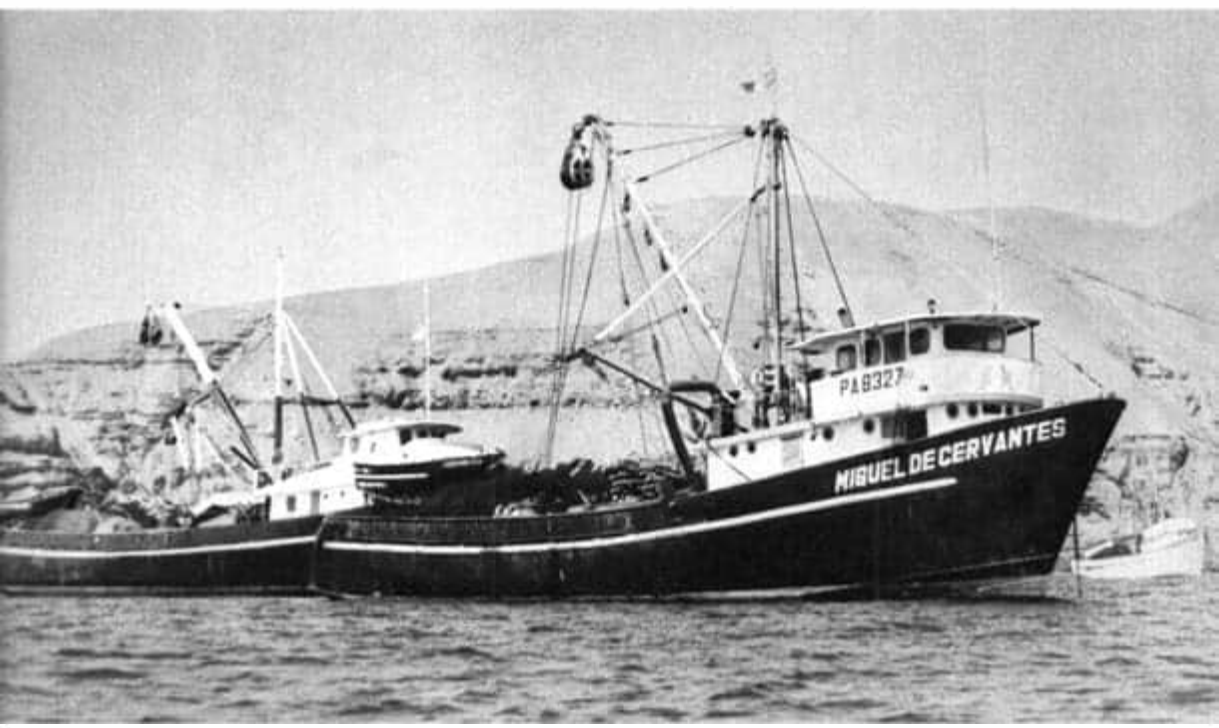
Nur ökonomisch relativ starke und eine nationale Politik verfolgende Länder sind gegenwärtig in der Lage, diesem neokolonialen

Im Hafen von Kalkutta/Indien; im Hintergrund ein Verladekran für Lasten bis zu 200 t

Ansturm wirkungsvoll entgegenzutreten. Erfordert doch der Aufbau nationaler Flotten zugleich in angemessenem Umfang die Rekonstruktion bzw. den Neubau von Häfen, die Errichtung von Werften, zumindest für Reparaturen, den Ausbau des Straßen- und Eisenbahnnetzes und die Heranbildung qualifizierter Kräfte mit verschiedenster Spezialisierung. Für all das sind enorme Mittel erforderlich; außerdem handelt es sich durchgängig um Projekte langfristiger Art.

Am ehesten ist der staatliche Sektor der nationalen Wirtschaft in der Lage, zielgerichtete und effektive Maßnahmen zur Entwicklung der Schiffahrt zu planen, zu finanzieren und zu bewältigen. Das beste Beispiel hierfür ist Indien, dessen Handelstonnage derzeit zu etwa 55 % im Besitz staatlicher Gesellschaften, vor allem der Shipping Corporation of India, ist, der größten Staatsreederei im Bereich der Entwicklungsländer überhaupt. Staatliche Unternehmen haben auch im Irak, in Algerien, Libyen, Ägypten, Nigeria, Ghana und Zaïre sowie in Angola und Moçambique die führende Stellung inne. Die bedeutendste Reederei Lateinamerikas, eine brasilianische Gesellschaft, ist zu 75 % in staatlichem Besitz. Wichtige Reedereien mit staatlicher Mehrheitsbeteiligung gibt es ferner in Kuweit, Malaysia, Mexiko, Peru und Argentinien.

Die Bestrebungen der Entwicklungsländer, ihre Kräfte gegenüber der noch bestehenden Vormachtstellung imperialistischer Schiffahrtsmonopole in ihren lebenswichtigen Überseeverbindungen zu vereinen, nehmen zu. Bemerkenswerte Initiativen für eine Zusammenarbeit zwischen den Staaten Westafrikas gehen von deren Wirtschaftsgemeinschaft ECOWAS aus. Erklärte Ziele sind die Schaffung bzw. die Erweiterung von Handelsflotten auf gemeinsamer Basis, die Zurückdrängung ausländischen Kapitals sowie spezielle Maßnahmen für Länder, die ohne eigenen Zugang zum Meer und dadurch im Außenhandel benachteiligt sind.

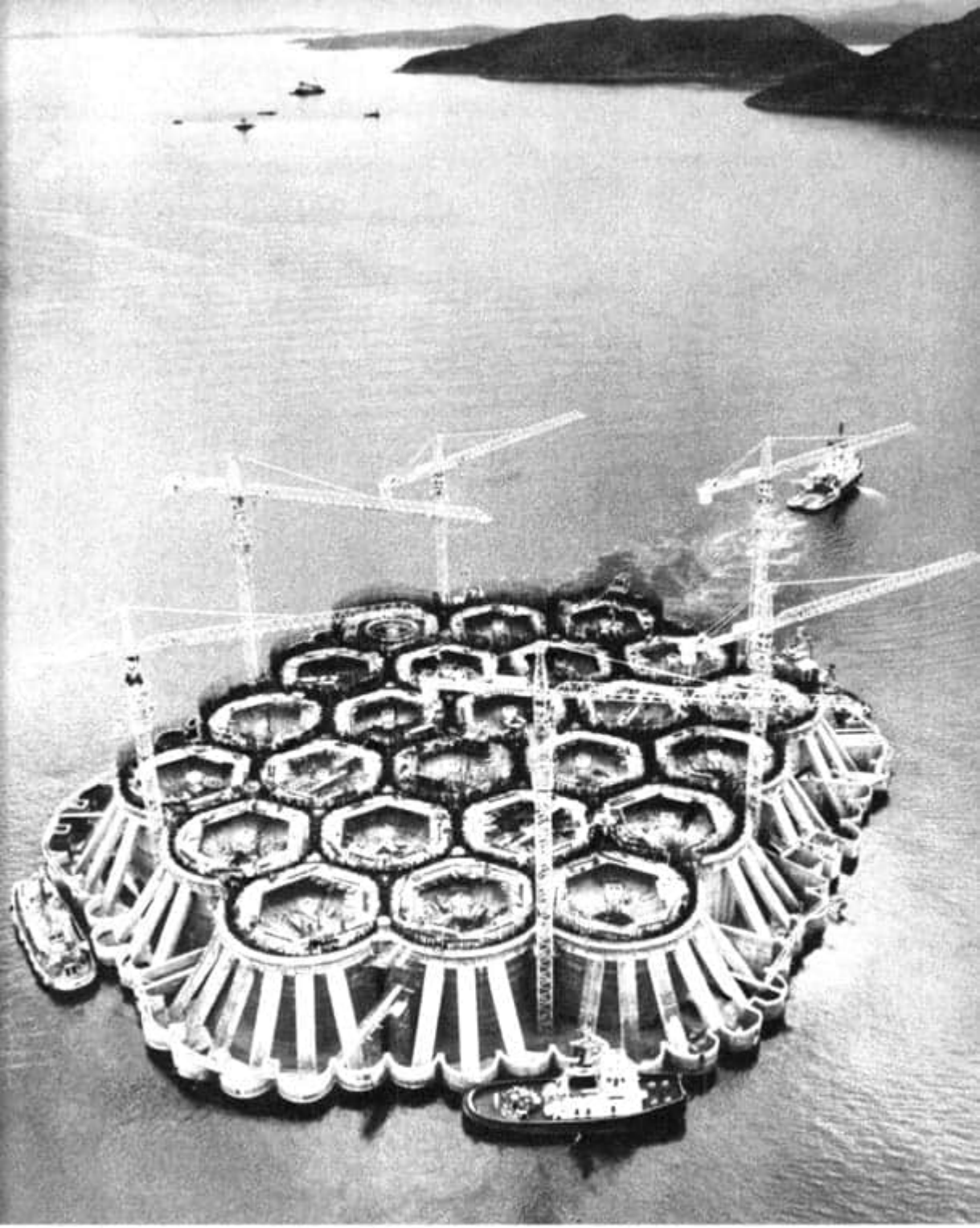


Fischkutter in den Küstengewässern Perus

Im arabischen Raum wurden – vorwiegend von ostarabischen Staaten – verschiedene Gemeinschaftsreedereien gebildet, wie die Arabian Maritime Petroleum Transport Co. oder die United Arab Shipping Co., die über eine hohe Kapitalausstattung verfügen und eine rasch wachsende Anzahl von Tankern, aber auch Trockenfrachter einsetzen. Absprachen zwischen den Staaten des lateinamerikanischen Kontinents sollen die im gegenseitigen Handel anfallenden Seetransporte ausschließlich für Schiffe der Partner reservieren. Von Interesse ist auch die Gründung der Naviera Multinacional del Caribe (NAMUCAR) durch Staaten der Karibik einschließlich Kubas und Mexikos, die den beherrschenden Einfluß ausländischer Firmen im Frachtaufkommen der Mitgliedsländer untereinander durchbrechen helfen soll. War es doch für diese bislang billiger, z. B. Bauxit aus Jamaika nach Europa oder in die USA statt nach Mexiko zu liefern, da die Frachtraten zugunsten der Aluminium erzeugenden Monopole verzerrt werden.

Die DDR baute für Reedereien aus Entwicklungsländern bisher eine ganze Reihe moderner Schiffe und unterstützte die Ausbildung von nautischem und maschinentechnischem sowie von Hafenpersonal. Das gleiche gilt für die Sowjetunion und andere befreundete Länder. Die sozialistischen Staaten wirkten mit den Entwicklungsländern auch bei der Ausarbeitung von völkerrechtlich verbindlichen Regelungen, die sich gegen Diskriminierung und Ungleichberechtigung im internationalen Seeverkehr wenden, eng zusammen. Diese in einer unter Schirmherrschaft der UNO erarbeiteten Konvention niedergelegten Prinzipien werden freilich nur in ständiger Auseinandersetzung mit dem monopolistischen Schiffahrtskapital durchgesetzt werden können.

Die »Ignacio Agramonte« aus Havanna/Kuba im peruanischen Hafen Callao



Luftaufnahme der im Bau befindlichen zweiten norwegischen Erdölproduktionsplattform Statfjord B

NORWEGEN und das Nordseeöl

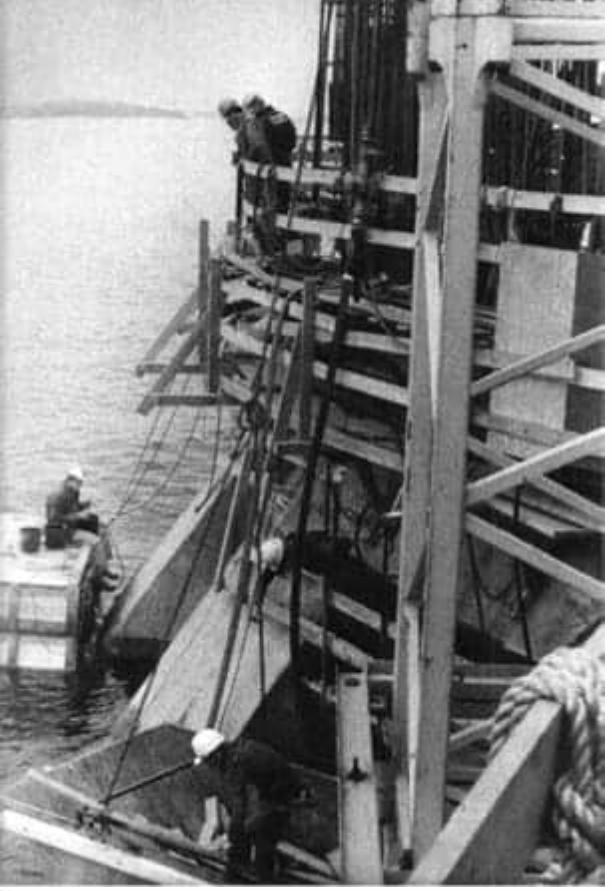
Wolfgang Köster

Der Eintritt Norwegens in das Ölzeitalter kam unerwartet und plötzlich. Vor 20 Jahren hätten nur wenige daran gedacht, daß das Land ein Ölproduzent, ja sogar ein potentieller Ölexporteur werden würde. Inzwischen hat sich die Situation grundlegend geändert. Obwohl erst 5% des norwegischen Kontinentalsockels erforscht sind, belaufen sich die entdeckten und nutzbaren Erdöl- und Erdgasvorkommen auf 4 bis 5 Mrd. t Öläquivalente (bei der Verwendung dieser Maßeinheit wird Gas in Ölgleichwerte umgerechnet: 1 Mrd. m^3 Gas = 1 Mill. t Öläquivalente). Gegenwärtig produziert Norwegen etwa sechsmal mehr, als es selbst verbraucht. Als zweckmäßiges Produktionsquantum pro Jahr werden für die nahe Zukunft 70 bis 90 Mill. t Öläquivalente angegeben.

Vergleicht man jedoch die Einschätzungen und Prognosen norwegischer und westeuropäischer Politiker und Wirtschaftsexperten sowie die Schlagzeilen der bürgerlichen Presse zu Beginn des »Erdölbooms« in der Nordsee mit heute, so haben nüchterne, zweifelnde, ja selbst pessimistische Überlegungen die anfänglichen Freudenausbrüche, Träume und Wünsche verdrängt. Kursierten zunächst nur Parolen wie »Reichtum, Macht und ungeahnte Perspektiven«, »Steuerparadies à la Kuweit«, »norwegische Wohlstandsexplosion« und »blonde, blauäugige Ölscheichs«, so hat sich das Bild in der Zwischenzeit beträchtlich gewandelt. An die Stelle hemmungsloser Öleuphorie sind Schlagzeilen getreten wie: »Vorläufiges Fazit des Ölgeschäfts: Milliarden Schulden und 200 Tote« und »Oslo zieht wirtschaftliche Notbremse«. Was brachte das Erdöl für Norwegen nun wirklich? Wie verlief das Ölabenteuer, und in welchem Verhältnis standen Wunsch und Wirklichkeit?

Mit der Ende der fünfziger Jahre einsetzenden drastischen Erhöhung des Energieverbrauchs und der allmählich fortschreitenden Entwicklung der notwendigen Technologie zur Untersuchung und Gewinnung unterseeischer Erdölvorkommen wuchs das Interesse der multinationalen Ölgesellschaften und Anliegerstaaten für das »schwarze Gold« in der Nordsee. Nach kleineren Petroleumfunden im Eskdale-Gebiet an der Ostküste Englands und dem großen Erdgasfund in der niederländischen Provinz Groningen am 14. August 1959 wurde schließlich die Erkundung des gesamten Nordseeschelfs aktuell. Angesichts dieser Entwicklung erklärte Norwegen am 31. Mai 1963 als erster Nordseestaat seine Souveränität über den Kontinentalsockel, und noch im Juni desselben Jahres wurde ein entsprechendes Gesetz über die Erforschung und Ausnutzung der unterseeischen Naturvorkommen verabschiedet.

Die völkerrechtliche Grundlage dafür bot die auf der 1. UNO-Seerechtskonferenz in Genf



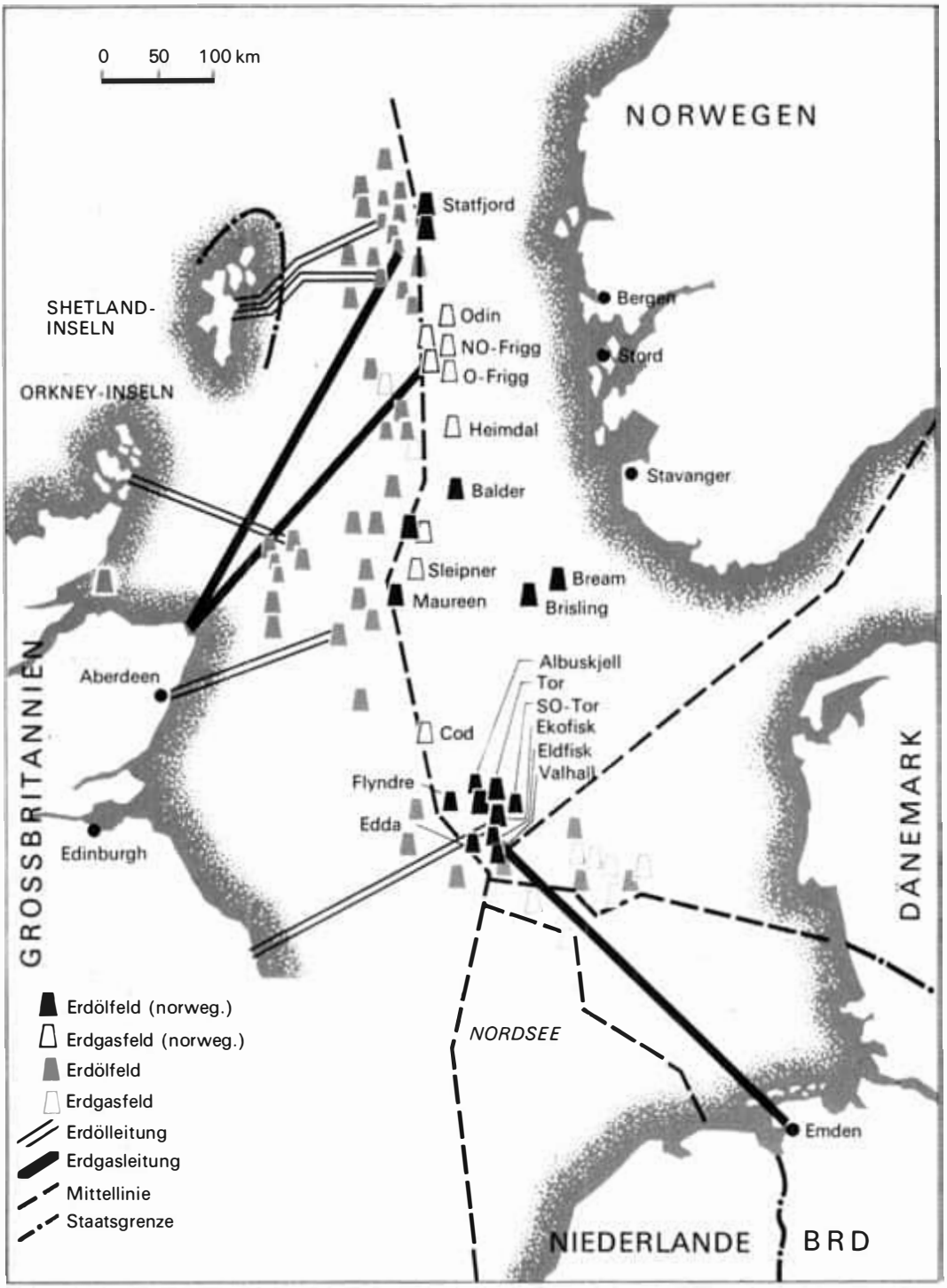
1958 angenommene Konvention, die den Küstenstaaten die souveränen Rechte zur Suche und Gewinnung von Naturreichtümern im Festlandsockel zuerkannte. Der Kontinentalsockel wurde dabei definiert als der Meeresboden und dessen Untergrund in den an die Küste angrenzenden Gebieten bis zu einer Wassertiefe von 200 m oder so weit außerhalb dieser Grenze, wie die Tiefe des Meeres die Ausnutzung der Naturvorkommen zuläßt. Diese Festlegungen erhielten durch die ständige Weiterentwicklung der sogenannten Off-Shore-Technologie zunehmend praktische Bedeutung, denn der Kontinentalsockel deckt immerhin 7,5 % der Seegebiete der Erde, und mehr als 25 % der nachgewiesenen Erdölreserven befinden sich unter den Weltmeeren. Allein der norwegische Kontinentalsockel, der mit einer Fläche von 1 Mill. km² ein Drittel des gesamten europäischen Kontinentalsockels ausmacht, beinhaltet noch 95 % unerforschtes Gebiet, in dem wahrscheinlich bedeutende Öl- und Gaslagerstätten vorhanden sind.

Schweißarbeiten an der Off-Shore-Plattform Statfjord B; im Statfjord-Feld sollen aus 2600 m Tiefe bis zum Beginn des nächsten Jahrtausends 470 Mill. t Öl und 100 Mrd. m³ Gas gewonnen werden

Von der Vergabe der ersten Bohrlizenzen bis zum Produktionsbeginn sollten jedoch noch einige Jahre vergehen, denn der große Durchbruch ließ lange auf sich warten. Als erste Ölgesellschaft hatte Esso Exploration Norway Inc. im Juli 1966 mit einer Probebohrung begonnen, doch erst am 25. Oktober 1969 wurde vom amerikanischen Ölkonzern Philipps Petroleum das erste bedeutende Ölfeld (Ekofisk) entdeckt. Von nun an erhöhte sich das Interesse für den Schatz in der Nordsee schlagartig.

Die internationalen Erdölmonopole witterten ein hochprofitables Geschäft. Besonders amerikanische Superunternehmen heizten den Rummel um das Nordseeöl an, fielen doch die ersten großen Ölfunde im Nordseeschelf mit dem Anschwellen der Energiekrise in der kapitalistischen Welt und infolgedessen mit der Zuspitzung des Konkurrenzkampfes um den Zugang zu neuen Brennstoffquellen zusammen. Nachdem die Mehrzahl der erdölexportierenden Entwicklungsländer weitere Lieferungen zu den von den imperialistischen Staaten diktierten Bedingungen und Preisen verweigert hatte, sollte der Trubel um das »europäische Erdöl« als wirksames Druckmittel insbesondere gegen einige arabische Staaten dienen. Gleichzeitig wollten die USA-Konzerne auf diesem Wege ihren Einfluß auf die Erdölindustrie und Energiepolitik Westeuropas verstärken. Die damit verbundenen Gefahren für den Aufbau einer nationalen Erdölwirtschaft machten auch um Norwegen keinen Bogen.

Solange noch keine kommerziell nutzbaren Vorkommen entdeckt waren, wurden die Bohrkonzessionen für die Blöcke südlich des 62. Breitengrades (ein Block = Konzessionsgebiet mit einer Fläche von 500 km²) großzügig vergeben, ohne eine mögliche staatliche Beteiligung am Ausbau von Ölfeldern in Erwägung zu ziehen. Da es sich vorwiegend um amerikanische und britisch-niederländische Monopole handelte (Phillips, Esso, Amoco, Texaco, Shell,



Lage der norwegischen Erdölfelder in der Nordsee

Mobil, Gulf Oil), wurde der ohnehin große Einfluß ausländischen Kapitals in der Wirtschaft Norwegens weiter verstärkt. Erst seit der Gründung der norwegischen staatlichen Ölgesellschaft Statoil im Jahre 1972 kann der Staat bei Übernahme des entsprechenden Anteils der Erschließungskosten mindestens 50 % der neuentdeckten Vorkommen für sich in Anspruch nehmen. Dementsprechend unterschiedlich ist der konkrete Anteil des norwegischen Staates an den bisher entdeckten Vorkommen. Er schwankt von 5 % im Frigg-Feld und 6,7 % im Ekofisk-Feld bis zu 50 % im Statfjord-Feld und beläuft sich insgesamt auf etwa 30 %.

Weitere Schritte zur Stärkung des staatlichen Einflusses auf das Ölgeschäft waren die Bildung eines staatlichen Öldirektorats (1972), das vor allem technische und sicherheitsmäßige Kontroll- und Verwaltungsfunktionen zu erfüllen hat, und eines eigenen Öl- und Energieministeriums. Obwohl der norwegische Staat bestrebt ist, sich vor allem mit einem umfassenden System der progressiven Besteuerung und durch eine relativ enge zeitliche Begrenzung für die Konzessionsvergabe gute Kontrollmöglichkeiten und hohe Gewinnanteile zu sichern, bleiben die Kernprobleme des Ölgeschäfts mit allen daraus erwachsenden Konsequenzen weitgehend ungelöst. So wurde z. B. 1972 vom norwegischen Storting (Parlament) einstimmig beschlossen, das geförderte Öl grundsätzlich nach Norwegen zu leiten, und zwar als Glied der Energiepolitik und um die Grundlage einer weiterführenden Veredlungsindustrie zu bilden. Als aber die Regierung 1972 erstmals vor diese Entscheidung gestellt wurde, handelte sie gegen den vorher gefaßten Grundsatzbeschluß. Mit der Begründung, die Montage einer Erdölleitung über die Norwegische Rinne – einem Grabenbruch vor der norwegi-

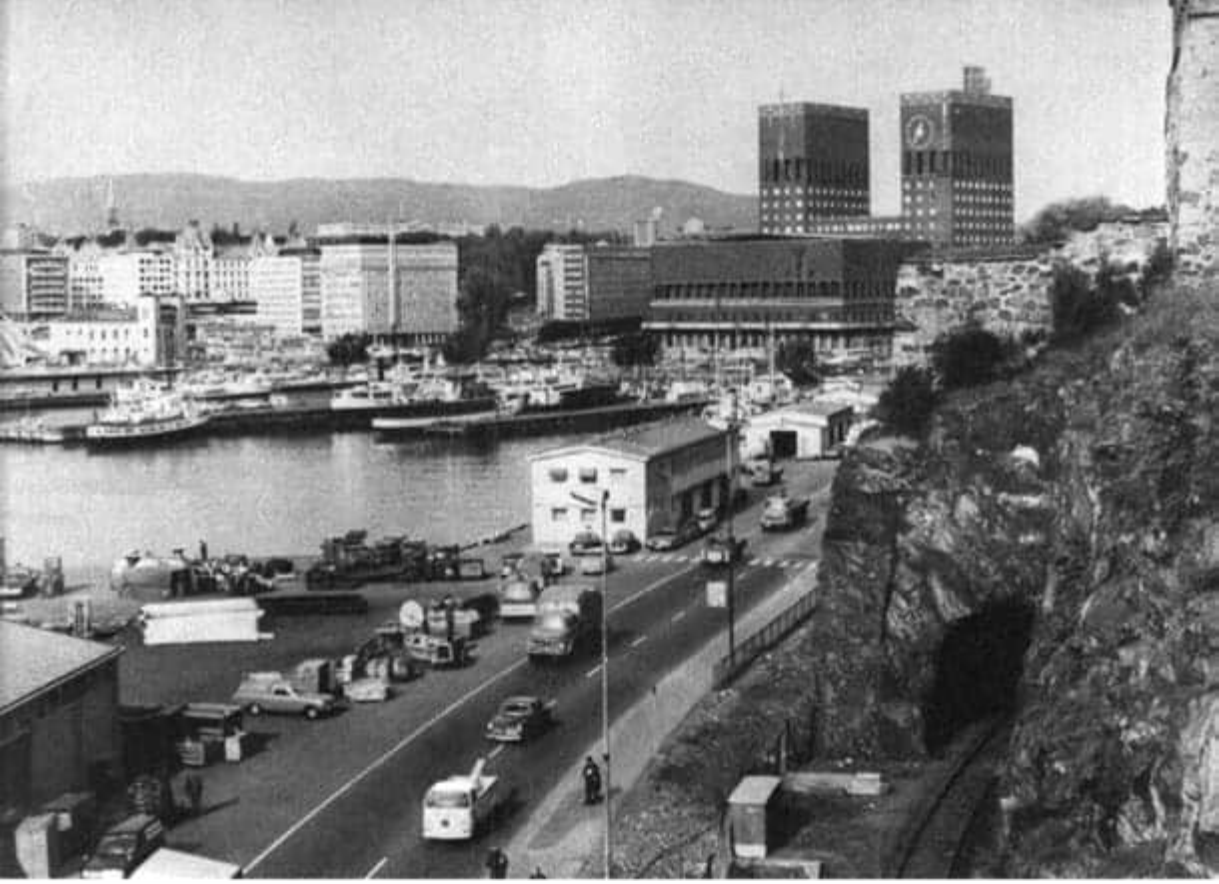
Der Geiranger-Fjord mit den »sieben Schwestern« und Eridal-Veil-Wasserfällen

Die britische »Queen Elizabeth« im Hafen von Oslo

schen Küste – sei vorläufig technisch nicht lösbar, wurde den multinationalen Monopolen eingeräumt, das Erdöl in Teeside (England) und das Erdgas in Emden (BRD) und St. Fergus (Schottland) über Pipelines anzulanden. Man hatte damit dem Drängen der in- und ausländischen Konzerne nachgegeben, die im Interesse des Profits eine möglichst schnelle Lösung anstrebten. Da nur ein geringer Teil der Rohstoffe nach Norwegen zurückgeführt wurde, entstand vorübergehend die paradoxe Situation, daß zusätzliche Mengen Erdöl importiert werden mußten, um die eigene Raffineriekapazität wenigstens einigermaßen auszulasten.

Das am 7. Februar 1975 unterzeichnete Sonderabkommen zwischen Norwegen und dem Internationalen Energiebüro (International Energy Agency – IEA), jener berüchtigten und von den USA beherrschten Einrichtung, beinhaltet zwar eine formelle Wahrung spezifischer nationaler Interessen. In der Praxis bindet das Abkommen jedoch Norwegen faktisch an den Krisenautomatismus dieser Organisation. So kann man gelegentlich in norwegischen Zeitungen Berichte lesen, die USA würden Druck auf Oslo ausüben, um die Ölproduktion über das gesetzte staatliche Limit hinaus zu erhöhen bzw. Israel zusätzlich mit Nordseeöl zu beliefern. Die offiziellen Dementis haben die weit verbreiteten Zweifel nicht zerstreut, ob Norwegen wirklich selbst über seinen wichtigsten Rohstoff bestimmen könne.

Die Ausnutzung der Vorteile der nationalen Wirtschaftsstruktur im Rahmen der kapitalistischen internationalen Arbeitsteilung, dabei vor allem die Aufnahme riesiger Auslandskredite im Ölsektor, hatte Norwegen bis in das Jahr 1977 hinein vorübergehend eine besondere Stellung in der kapitalistischen Weltwirtschaft gesichert. So verzeichnete die norwegische Wirtschaft selbst in den Jahren der 1974 einsetzenden zyklischen Krise ein gedämpftes Wachstum, und auch die Industrieproduktion wies einen geringen Aufwärtstrend auf – Erscheinungen, die angesichts der zunehmenden Phasengleichheit im Krisenzyklus in den entwickelten kapitalistischen Ländern bemerkenswert sind. Spätestens seit 1978 zeigte sich jedoch immer offensicht-



licher die Auswegslosigkeit der bisher von der herrschenden Klasse betriebenen ökonomischen Politik, die sich auf kurzsichtige krisenein-dämmende Maßnahmen gründete und einen baldigen Konjunkturaufschwung zur Voraussetzung hatte.

Während die Ausgaben für das Ölgeschäft längst alle Dispositionen weit in den Schatten gestellt haben (man spricht von bisherigen Investitionen von über 80 Mrd. Kronen), sind dagegen die Einnahmen verzögert worden und beträchtlich unter den Erwartungen geblieben. Dies führte zu einem rapiden Anstieg der Auslandsverschuldung, die bereits 1978 die 100-Mrd.-Kronen-Grenze überschritt. Der expansive Ölsektor konnte die Krise traditioneller Exportzweige wie Handelsschiffahrt und Schiffbau zwar vorübergehend durch Auftragsbestellungen für Spezialschiffe, Lagertanks sowie Bohr- und Produktionsplattformen hinauszögern, jedoch nicht abwenden. Staatsmonopolistische Regulierungsmaßnahmen und andere restriktive und protektionistische Regelungen im Binnen- und Außenhandel hatten nur bedingt Erfolg und verschärften die sozialen Konflikte. Zeitweilige Verbesserungen der Wirtschaftslage wurden nicht zuletzt zu Lasten der Werktätigen erreicht. Ein von September 1978 bis Ende 1979 verfügter Lohnstopp verbot alle Formen von Lohnerhöhungen sowie jegliche Tarifverhandlungen. Mitte Dezember 1979 verabschiedete das Storting ein Lohngesetz, das den allgemeinen Lohnstopp ablöste und die Tarifautonomie der Gewerkschaften bis März 1982 außer Kraft setzte, während es lediglich einen minimalen Lohnausgleich für die zu erwartenden drastischen Preissteigerungen zuläßt. Die sogenannte Maßhaltepolitik der Regierung führte zu harten innenpolitischen Auseinandersetzungen, die unter anderem in landesweiten politi-

Blick auf den Hafen und das Rathaus von Oslo

Young Torget – bekannter Markt und Versammlungsplatz im Zentrum der norwegischen Hauptstadt

schen Streiks und Protestresolutionen zum Ausdruck kamen. Die Zunahme der regionalen Disproportionen, wie z. B. das Risiko der Entvölkerung bestimmter Landesteile, damit verbundene Umstellungsprobleme, Strukturveränderungen und soziale Belastungen sowie nicht zuletzt die ständig akute Gefahr der Umweltverschmutzung sind andere, nicht zu unterschätzende Nebenwirkungen des norwegischen Ölabenteuers.

Die weitere Suche, Produktion und Verarbeitung von Erdöl und Erdgas sowie die Zukunft des Ölgeschäfts insgesamt sind noch mit etlichen Fragezeichen versehen. Eine der am schwierigsten zu beantwortenden Fragen ist die des optimalen Verhältnisses zwischen dem Einsatz äußerst kostenaufwendiger Technik, dem geringsten Sicherheitsrisiko und einem verläßlichen Umweltschutz. Norwegische Unternehmen haben technische Höchstleistungen bei der Projektierung und dem Bau von Spezialausrüstungen und -anlagen erreicht. Dazu gehört neben dem Bau von Lagertanks die Entwicklung von speziellen Plattformen zur Verladung von flüssigem Gas bei –163 °C an Bord sogenannter LNG-Schiffe (LNG = Liquified Natural Gas = flüssiges Erdgas). Und nicht zuletzt zählen dazu die kombinierten Bohr-, Produktions- und Wohnplattformen, bei denen anstelle der bisher üblichen Stahlkonstruktionen Beton verwendet wird. Einige Daten der z. Z. größten in Betrieb befindlichen Off-Shore-Plattform, die den Namen Statfjord A trägt, sollen die Dimensionen verdeutlichen: Gesamthöhe 254 m, Fläche 21 600 m², Gewicht 650 000 t, eigene Lagerkapazität 175 000 t Öl, tägliche Produktionskapazität 40 000 t Öl, mögliche Jahresproduktion 15 Mill. t Öl (der nor-

wegische Jahresverbrauch an Öl beträgt etwa 8 Mill. t).

Die erste kurze Geschichte der Suche nach dem »schwarzen Gold« im Festlandsockel hat uns jedoch bei allem technischen Fortschritt gleichzeitig die Gefahren mit aller Schärfe und Tragik vor Augen geführt. Allein das Ekofisk-Gebiet war bereits mehrmals Unglücksort. 1975 setzte eine Explosion die Plattform »Alpha« in Brand und tötete drei Menschen. 1977 strömten durch ein Leck der Bohrinsel »Bravo« acht Tage lang rund 25000 t Öl ins Meer und bildeten einen Teppich von 5000 km² Ausdehnung. Das bisher schwerste Unglück in der Geschichte der Erdölsuche zur See ereignete sich am 27. März 1980 im Erdölfeld »Edda«. Als bei einem orkanartigen Sturm mit Spitzengeschwindigkeiten von 110 km pro Stunde und bei haushohen Wellen einer der fünf Pfeiler der Wohnplattform »Alexander Kielland« infolge von Materialermüdung abgeknickt war, kenterte die fußballfeldgroße und 10000 t schwere Insel in Sekundenschnelle, und die containerartigen Wohnsegmente tauchten in die See. Das Ergebnis: Trotz sofort einsetzender Rettungsarbeiten, an denen sich 47 Schiffe, 23 Helikopter und mehrere Flugzeuge sowie Taucher beteiligten, fanden 123 der über 200 dort tätigen Erdölarbeiter den Tod. Bei der Auswertung der Katastrophe wurden nicht nur Fragen der unzureichenden Sicherheitsvorkehrungen laut: Auf der Plattform gab es nur 20 »Überlebensanzüge«; lediglich 30 % der etwa 4000 Männer, die auf den Erdölanlagen im norwegischen Sektor der Nordsee beschäftigt sind, haben die gesetzlich vorgeschriebene Ausbildung im Arbeitsschutz erhalten. Man bemängelte auch die unzumutbaren Arbeitsbedingungen und die eingeschränkten Möglichkeiten der gewerkschaftlichen Mitbestimmung. Zugleich richtete sich die Kritik gegen das ungehemmte Profitstreben des in- und ausländischen Kapitals, gegen die mangelnde Handlungsfreiheit der staatlichen Behörden und die Konsequenzen des IEA-Abkommens. Die beim Beginn von Probebohrungen nördlich des 62. Breitengrades – dort befinden sich 85 % des norwegischen Kontinentalsockels – verstärkt geäußerten Befürchtungen der Bevölkerung Nordnorwegens, daß durch die Erdölförderung der Fischbestand, die wichtigste Erwerbsquelle dieses Gebietes, zurückgehen könnte, und der Widerstand einer relativ wirksamen Umweltschutzbewegung sind weitere Faktoren, die die Regierung in ihren zukünftigen Plänen berücksichtigen muß.

Im Mittelpunkt der staatlichen Aktivitäten zur besseren Nutzung des Erdöls steht die Suche nach neuen Formen energie- und industriepolitischer Zusammenarbeit. Dabei geht es vor allem um die Kopplung von ausländischen Investitionen in Norwegen mit der Vergabe von Ölkonzessionen. Im Rahmen der allseitigen Intensivierung der bilateralen Beziehungen zwischen Norwegen und der BRD wurden bereits mit BRD-Konzernen Kooperationsverträge auf den Gebieten Erdölgewinnung und -verarbeitung, Metallurgie, Kunststoffproduktion und in der Kraftfahrzeugindustrie abgeschlossen. Eingeordnet in größere Zusammenhänge, gehen die Konsequenzen des damit wachsenden Einflusses des BRD-Imperialismus in Norwegen weit über die Grenzen der Wirtschaftszusammenarbeit hinaus. Anliegen der BRD ist es letztendlich, auch auf diesem Wege eine engere Bindung Norwegens an die NATO, den weiteren Ausbau der NATO-Nordflanke und der eigenen militärischen Präsenz in Nordeuropa anzustreben. Diese Aktivitäten stehen im vollen Einklang mit dem verstärkten Druck der NATO auf Norwegen, um das Land angesichts seines gewachsenen ökonomischen, politischen und militärstrategischen Stellenwertes im imperialistischem System noch stärker für die aggressive Strategie des Paktes auszunutzen.

Vom verantwortungsvollen Herangehen an die ökonomischen, innen-, außen- und sicherheitspolitischen Komponenten des norwegischen Ölgeschäfts wird in der Zukunft maßgeblich die Beantwortung der Frage abhängen: Erdöl – Traum oder Alptraum?

Die norwegische Statfjord A, die zur Zeit größte in Betrieb befindliche Off-Shore-Plattform

Ein wahrer Auswandererstrom ergoß sich im Verlaufe des 19. Jh. von Europa nach Nordamerika

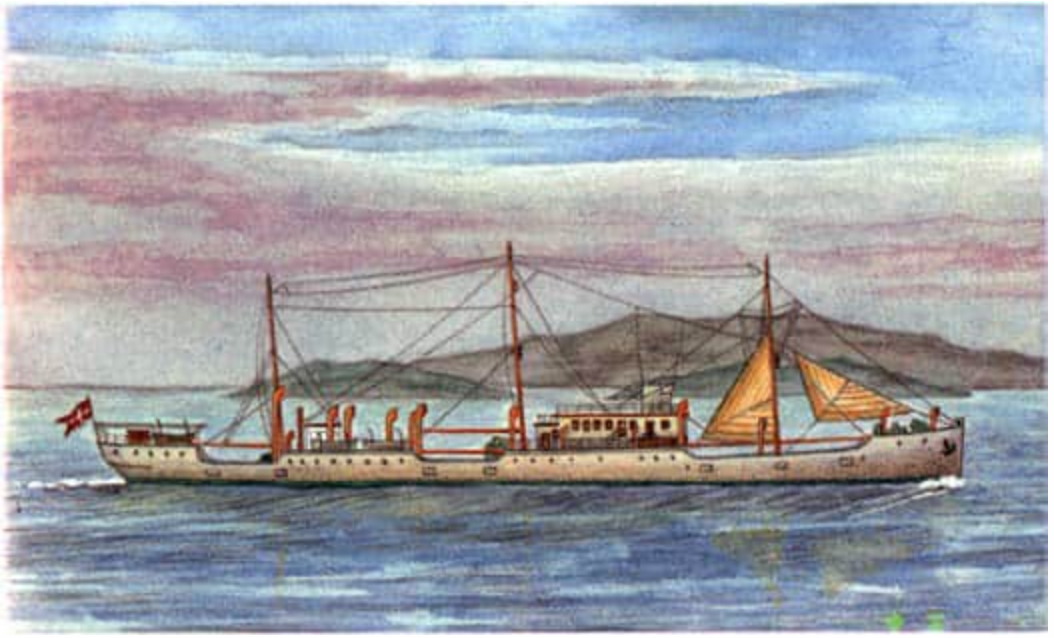
ÜBER DEN ATLANTIK

Dr. Hans-Joachim Rook

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts erfuhr der internationale Konkurrenzkampf eine weitere Zuspitzung. Das amerikanische Bankhaus Morgan war auch in das Schiffahrtsgeschäft eingestiegen und hatte eine englische Reederei nach der anderen aufgekauft. Eine »Morganisierung« der britischen Handelsschiffahrt drohte, als man selbst das traditionsreichste Unternehmen, die »Cunard-Linie«, schlucken wollte. Der englische Nationalstolz regte sich. Die Admiralität der Royal Navy war entsetzt. Nicht auszudenken: Potentielle Hilfskreuzer und Truppentransporter unter Kuratel der Amerikaner. Aus eigener Kraft vermochte sich die »Cunard-Linie« nicht mehr durchzusetzen. Vater Staat, der Interessenvertreter der Monopole, mußte die »Ehre Britanniens« retten. Die »Cunard-Linie« erhielt einen Jahreszuschuß von 3 Millionen Mark sowie ein Darlehen von 52 Millionen Mark. Davon sollten zwei Schnelldampfer gebaut werden mit dem Ziel, das »Blaue Band« zurückzuerobern. 1907 gingen die beiden Schwesterschiffe »Mauretania« und »Lusitania« auf Jungfernfahrt. Größe 31 938 BRT, Vierschraubenvortrieb, Maschinenleistung 70 925 PS. Die Maschinenanlage war das Glanzstück! Nicht mehr Kolbenantrieb wie beim Lloyd, sondern Dampfturbinen. 4 Tage, 22 Stunden und 29 Minuten dauerte die Überfahrt der »Mauretania«. Die Durchschnittsgeschwindigkeit lag bei 25,9 kn. Das »Blaue Band« war zurückgeholt worden und blieb für 22 Jahre im Besitz der »Cunard-Linie«.

Dieser Entwicklung auf der Hauptroute Nordatlantik versuchte die »White-Star-Line« mit dem Bau des bis dahin größten, schönsten und – besonders lauthals propagiert – sichersten Dampfers zu begegnen. 1912 wurde die 46 329 BRT große »Titanic« in Dienst gestellt. Sie bot 3 300 Passagieren Platz: 735 der 1., 675 der 2. und 1 030 der 3. Klasse sowie 860 Offizieren und Mannschaften als Besatzung. Zwei Dampfmaschinen mit je 15 204 PS trieben die Außenpropeller, eine Turbine mit 16 218 PS die Mittelwelle. Auf der Jungfernfahrt nach New York – der zugleich letzten Fahrt – waren 2 206 Menschen an Bord. Am 14. April 1912 geriet das Schiff auf seinem Kurs in ein mit Treibeis durchsetztes Gebiet. Ungeachtet der Funkwarnungen vor driftenden Eisbergen wurde die Geschwindigkeit auf Drängen des an Bord befindlichen Generaldirektors der »White-Star-Line« nicht herabgesetzt. Um 23^{40} Uhr, bei klarer Sicht und ruhiger See, stieß die »Titanic« mit einem Eisberg zusammen. Die Außenhaut wurde vom Vorsteven bis fast zur Schiffsmitte aufgerissen. Viele Abteilungen liefen voll Wasser. Am 15. April, 2^{20} Uhr, ging die »Titanic« unter.

Die »White-Star-Line« wollte mit der »Titanic« dem Konkurrenten Cunard mit seinen Blaubändern »Mauretania« und »Lusitania«



Paroli bieten. Das Ergebnis: eine der größten Schiffskatastrophen aller Zeiten. Nur um einige Zehntel Prozent mehr Passagieranteile oder ein paar Zehntel höhere Geschwindigkeit wurden Menschenleben skrupellos aufs Spiel gesetzt. Prestigedenken, Rekordambitionen, Gewinnsucht gingen vor Sicherheit. Die »Titanic« brauchte – entsprechend einer vom Profitstreben diktierten englischen Sicherheitsbestimmung – als ein »gut geschottetes Schiff« nur für die Hälfte aller Personen an Bord Rettungsboote mitzunehmen. Zwar besaß die »Titanic« 15 Querschotten, damit jedoch nicht mehr als die um 15000 BRT kleinere »Mauretania«. Als das »sicherste Schiff der Welt« gesunken war, hatte es 1503 Menschen, darunter 103 Frauen und 53 Kinder, mit in die eisigen Fluten des Nordatlantiks gezogen. Nach der Titanic-Katastrophe traf eine internationale Schiffssicherheitskonferenz verbindliche Festlegungen für die Abschottung von Schiffen. Außerdem forderte sie, Seeschiffe mit »Rettungsbooten für alle« auszurüsten.

Die um die Jahrhundertwende in Dienst gestellten Schnelldampfer erregten ob ihrer gewaltigen Dimensionen überall Aufsehen und Bewunderung. Im scharfen Kontrast dazu blieben die Arbeitsbedingungen der Decksleute, Heizer und Kohlentrimmer. »An Bord des Bremer Dampfers ›Kaiser Wilhelm der Große‹ sind während der Reise von New York nach Bremerhaven am 5. August 1912 zwei Überarbeiter, die Kohlenzieher Johann März und Johann Lind, an Herzlähmung infolge Hitzschlag verstorben«, hieß es in einem Spruch des Seeamtes Bremerhaven. Für 38 in New York desertierte Kohlenzieher hatte man 36 sogenannte Überarbeiter angeheuert. Es waren Personen, die sich die Überfahrt nach Europa an Bord verdienen mußten . . .

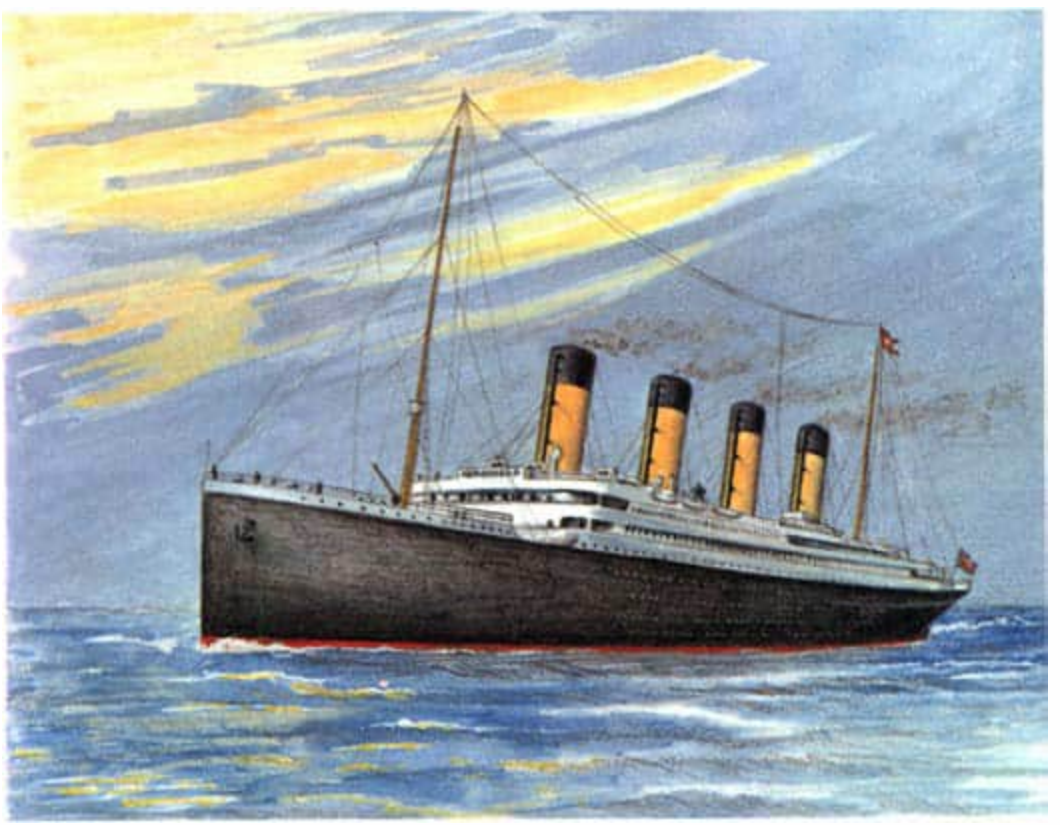
Im Vergleich zur Passagierschiffahrt hielten sich die Größen der Frachtschiffe vorerst in bescheideneren Dimensionen. Große oder gar »Riesenschiffe« waren bei der differenzierten Warenstruktur sowie einem zeitlich und gebietlich schwankenden Transportaufkommen unökonomisch. Der Allzweckdampfer zwischen 2000 und 5000 BRT war es, der den Handelsseglern »die Frachten wegnahm« und schließlich den Sieg der Dampfer über die Segler

Zum Prototyp der Tankschiffe wurde die 1885 in England fertiggestellte »Glück auf«

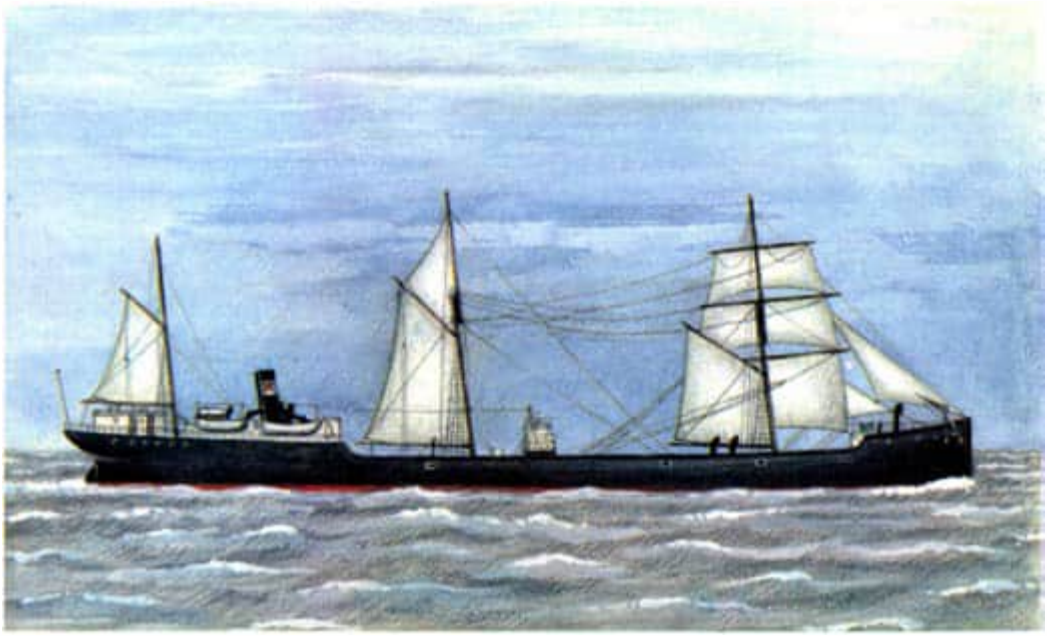
davontrug. Gleichzeitig schritt nach Trennung von Passagier- und Frachtschiffahrt innerhalb des Gütertransportes der Bau von Spezialschiffen fort. Zum Prototyp der Tankschiffe wurde die 1885 in England für den Geestemünder »Petroleumkönig« Riedemann fertiggestellte »Glück auf«. Mit 2307 BRT winzig gegenüber den heutigen Supertankern, jedoch mit beachtlichem wirtschaftlichem Erfolg. 1914 umfaßte die Welttankerflotte 1470000 BRT. Das waren 3% der Weltschiffstonnage. Nach Indienststellung des ersten Erzschiffes auf den Großen Seen in Nordamerika 1882 fuhren dann bald ähnliche Schiffe auf hoher See. Sie mußten aus besonders widerstandsfähigem Baumaterial gefertigt sein, weil sie bei der großen Masse und der hohen Dichte der Ladung steif im Seegang lagen. Das bedeutete, daß die Erzschiffe nicht mit der Bewegung der See mitgingen, sondern »hart« arbeiteten. Zu den ersten Frachtschiffen, das mit einer Kühlmaschine zum Transport von Bananen ausgerüstet war, gehörte der 1904 gebaute Dampfer »San José«. Hinzu kamen Kühlschiffe zum Transport von Gefrierfleisch. Anstelle 700 lebender Ochsen, der Ladefähigkeit eines vergleichbaren Dampfers, konnte das französische Schiff »Belle Isle« schon 1918 etwa 13000 geschlachtete Tiere auf einmal verfrachten . . .

Diesel statt Dampf

Hatte Parsons Dampfturbinenschiff »Turbinia« 1897 wegen der hohen Geschwindigkeit Erstaunen und Bewunderung ausgelöst, so erregte ein Jahrzehnt später ein anderes Schiff ob seines Aussehens ebenso starkes Interesse in der nautischen Welt. Wie bei vielen Dingen



1912 wurde die »Titanic« in Dienst gestellt – die Jungfernfahrt wurde zugleich zur letzten Fahrt

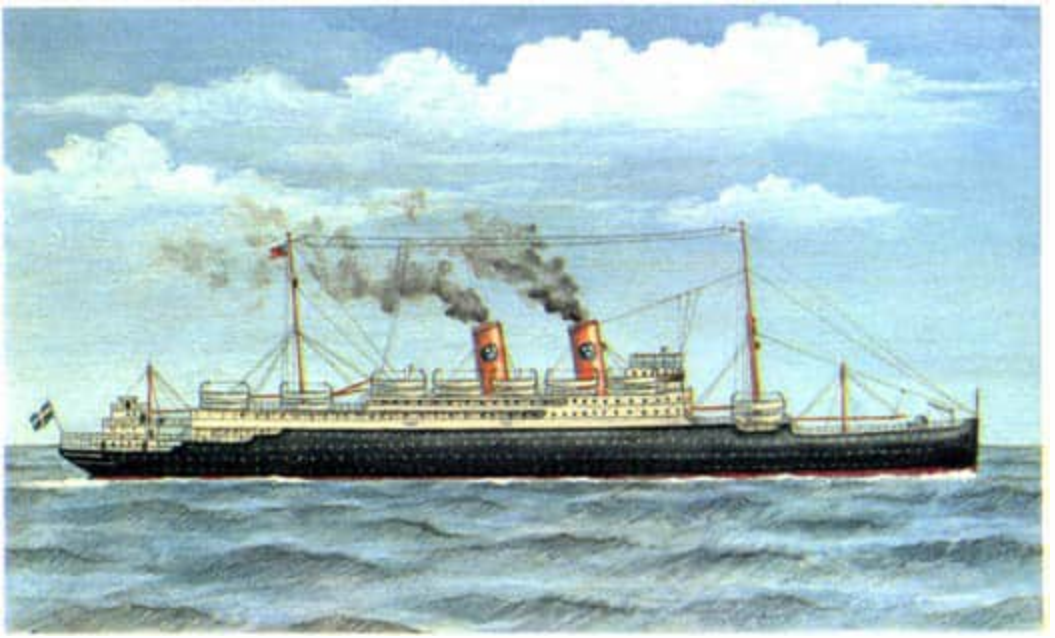


im täglichen Leben die äußere Erscheinung von wesentlicher Bedeutung für eine Beurteilung sein kann, durfte dabei auch die Dampfschiffahrt keine Ausnahme machen. Kleider machen Leute – ein schönes Profil ein Dampfschiff. Eher wurden falsche Rauchzüge aufgesetzt, als daß man mit einer »geschmacklosen« Schornsteinanlage fuhr. Und nun kam ein Schiff daher, das besaß überhaupt keinen Schornstein! Es zog keine langen und dunklen Rauchfahnen hinter sich her. Von Geisterkräften schien es vorwärtsbewegt zu werden. Mit Absicht hatte man auf den Schornstein verzichtet, um so aller Welt den neuen Antrieb zu dokumentieren. Im Innern des Schiffes befand sich keine Dampfmaschine mehr, sondern ein Dieselmotor.

Die 1912 in Dienst gestellte »Selandia« war das erste ozeangehende Schiff mit Dieselmotoren. Einige kleinere Motorboote mit Dieselantrieb gab es bereits. Das Schiff war bei Burmester & Wain in Kopenhagen gebaut worden. Die Größe betrug 4950 BRT. Die beiden Propeller wurden von zwei Motoren mit je 1250 PS angetrieben. Der Besanmast diente als Auspuff. Der Brennstoff wurde im Doppelboden des Schiffes gebunkert. Bei einer Marschfahrt von 11 kn reichte der Inhalt für 30000 Seemeilen. Bis 1936 fuhr das Schiff auf der vorgesehenen Route Kopenhagen–Bangkok. Über norwegische und finnische Eigner kam es dann nach Japan, wo es 1942 strandete.

Nach Überwindung von Kinderkrankheiten sowie unter dem Druck des ersten Weltkrieges, der zahlreiche Länder von den traditionellen Kohlelieferanten England und Deutschland abschnitt, war der Diesel für die Schiffahrt zweckentsprechend weiterentwickelt worden. Am 21. November 1925 ging dann das erste mit Dieselmotoren ausgerüstete Passagierschiff auf die Jungfernreise. Es gehörte der Svenska-Amerika-Linie und war auf den Namen »Gripsholm« getauft worden. Rumpf und Inneneinrichtungen waren in England, die Dieselmotoren neuerlich bei Burmester & Wain in Dänemark gebaut worden. Dem 18000 BRT großen Schiff verliehen die beiden Motoren mit insgesamt 13500 PS eine Geschwindigkeit von 17 kn. Zur Abführung aller Auspuffgase – hinzu kamen noch mehrere Hilfsmaschinen – wurden zwei Rauchzüge notwendig. Bei 320 Mann

Die 1912 in Dienst gestellte »Selandia« war das erste ozeangehende Schiff mit Dieselmotoren



Besatzung konnte das Schiff 129 Passagiere der 1. Klasse, 482 der 2. und 1 006 der 3. Klasse aufnehmen. Bis zum zweiten Weltkrieg war es auf der New York-Route im Einsatz. Während des Krieges diente die »Gripsholm« als Repatriierungsschiff, wurde dann umgebaut und 1954 an den Norddeutschen Lloyd verkauft, der das Schiff unter dem Namen »Berlin« auf die Reise nach New York schickte.

Gegenüber der Dampfmaschine bestanden die Vorteile des Dieselmotors im außerordentlich niedrigen Brennstoffverbrauch, im geringen Raumanspruch sowie in erheblichen Personaleinsparungen. Bei gleicher Leistung verbrauchte ein Diesel nur ein Viertel an Kraftstoff, was eine Dampfmaschine an Kohle benötigte. Zugleich konnte auf die umfangreichen Kohlebunker verzichtet werden, da der flüssige Treibstoff in den bisher meist ungenutzten Zellen des Doppelbodens Platz fand. Von diesem Raumgewinn profitierten anfänglich aber auch die auf Ölheizung umgestellten Dampfschiffe und machte sie – aufgrund gleichzeitiger Einsparung an Heizern und Kohlenziehern – zeitweise durchaus konkurrenzfähig gegenüber dem Diesel.

Am 21. November 1925 ging das erste mit Dieselmotoren ausgerüstete Passagierschiff auf die Jungfernreise: die »Gripsholm«

Zusätzlich brachte der Dieselmotor durch den Wegfall der gesamten Kesselanlage und der gewaltigen Schornsteine beträchtliche Raumersparnisse. Das bedeutete: Entweder mehr laden oder – durch mehr Brennstoffaufnahme – weiter fahren zu können. Da nicht mehr geheizt wurde, konnte das Personal stark reduziert werden. Bei durchschnittlicher Schiffsgröße benötigte das Motorschiff rund 30 % weniger Mannschaft als ein Dampfer. Größere Investitionen durch 15 % höhere Baukosten konnten aufgrund der hohen Wirtschaftlichkeit in relativ kurzer Zeit amortisiert werden.

Mit Beginn der zwanziger Jahre erwies sich der Dieselmotor als der eindeutig rentabelste und damit überlegene Antrieb in der Schiffahrt. Der von dem Deutschen Rudolf Diesel (1858 bis 1913) entwickelte Motor trat seinen Siegeszug um die Welt an. Erst mit dem Aufkommen der Superschiffe während der letzten Jahrzehnte nahm infolge der begrenzten Leistungshöhe des Dieselmotors die Anzahl der mit Dampfturbinen angetriebenen Schiffe wieder zu.

(Gekürzter Auszug aus dem akzent-Taschenbuch »Oldtimer der Flüsse und Meere«)

Dünner als ein Haar

Doz. Dr.-Ing. Erhard Grimm

Dünner als ein Haar ist das neue Medium, dessen sich die Informationstechnik künftig bedienen wird, um den wachsenden Bedarf an Übertragungsmöglichkeiten befriedigen zu können. Es ist eine Faser aus speziellem Glas von nur einigen tausendstel Millimetern (µm) Durchmesser, die riesige Informationsmengen, z. B. als Telefongespräche, als Fernsehübertragungen, als Steuerimpulse für große Werkzeugmaschinen usw., übertragen kann. In den traditionellen Übertragungsanlagen war der elektrische Strom, waren also die Elektronen Träger der Information; in einem Lichtleiter sind es die Lichtquanten, die Photonen.

Die Übertragung von Informationen durch Licht ist nicht neu. Bereits der altgriechische König Agamemnon nutzte das Licht (nämlich Feuer), um seiner Frau die Nachricht vom Sieg über die Stadt Troja zu übermitteln. Zwischen dem seinerzeitigen »Übertragungssystem« und einem modernen Lichtleiter-Übertragungssystem besteht freilich der Unterschied, daß man beim ersteren »Sicht« haben mußte, während beim letzteren das Licht auch auf »verschlungenen« Wegen geführt werden kann.

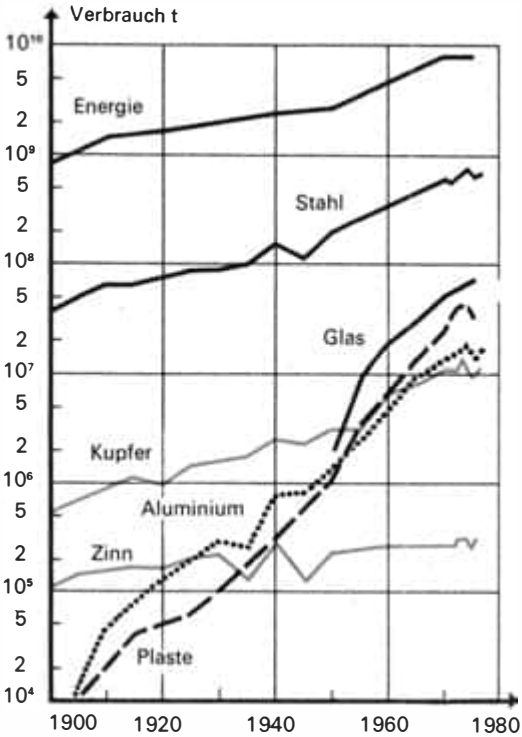
Was sind die Triebkräfte dieser Entwicklung? Entscheidende Schritte waren die Erfindung des Lasers, also einer Lichtquelle, die einfarbiges (monochromatisches) Licht höchster Dichte und Parallelität abstrahlt, und das Beherrschen der Technologie zum Herstellen von Glasfasern als Lichtleiter. All das wurde beschleunigt durch den exponentiell zunehmenden Bedarf an Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten sowie durch den steigenden Verbrauch an Rohstoffen und deren absehbare Erschöpfung.

Ein Lichtleiter besteht aus einem Quarzglaskern von 2 bis 300 µm Durchmesser mit einem Glas- oder Plastmantel. Das heißt, daß die DDR beim Einsatz des neuen Übertragungsmediums in der Lage sein wird, den Bedarf an Lichtleitern durch eigene Rohstoffe zu decken, während dies bei Kupfer nicht der Fall ist. Zum Herstellen eines hochreinen Lichtleiters sind allerdings sehr komplizierte und kostenaufwendige Verfahren erforderlich.

Welchen Reinheitsgrad Lichtleiter im Vergleich mit dem vertrauten »Fensterglas« besitzen, beweisen folgende Tatsachen. Setzt man das Transmissionsvermögen (Lichtleitvermögen, Lichtdurchlässigkeit) von handelsüblichem Glas gleich eins, so ist es bei einem technischen Lichtleiter tausendmal und bei einem Lichtleiter modernster Art, wie sie z. Z. in Labors hergestellt werden, acht- bis zehntausendmal besser. Umgekehrt besitzt ein Lichtleiter eine (Licht-)Dämpfung, die um ein Vielfaches geringer ist als die Dämpfung durch gewöhnliches Glas.

Ein Lichtleiter wird z. B. nach dem Stab-in-Rohr-Verfahren so hergestellt, daß man zu-

Moderner Lichtleiter von 50 µm Kerndurchmesser: Durch ihn wird rotes Licht geführt und am Lichtleiterende unter einem Winkel von etwa 25° in den Raum gestrahlt



Weltverbrauch an Werkstoffen und Energie seit 1900

nächst Vorformen, Preforms genannt, fertigt. Sie haben einen Durchmesser von etwa 1 cm und eine Länge von etwa 40 bis 80 cm. Diese Preforms werden dann in einem Arbeitsgang zu einer Faser, dem eigentlichen Lichtleiter, ausgezogen (s. Abb. rechts).

Beim Ziehen eines Lichtleiters nach dem Stab-in-Rohr-Verfahren bleiben die Querschnittsverhältnisse der Preform erhalten, so daß die Geometrie und die Qualität der Vorform auch die Geometrie und die Qualität des gezogenen Lichtleiters bestimmen. Mit diesem Verfahren kann man bei entsprechender Komposition der Preßform alle möglichen Typen von Lichtleitern herstellen. Der Durchmesser wird dabei kontinuierlich mit einem optischen Dikkenmesser kontrolliert. Die Ziehgeschwindigkeit beträgt etwa 1 m/s, und es können Lichtleiter bis zu 10 km Länge gezogen werden.

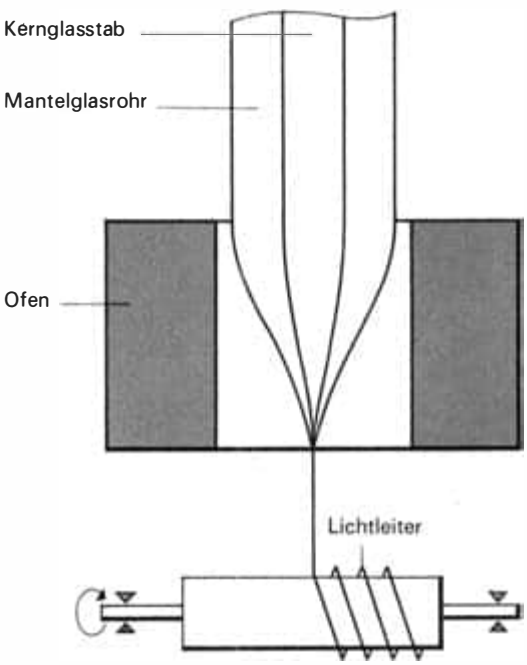
Für die Informationsübertragung bieten die Lichtleiter gegenüber den klassischen elektrischen Leitern folgende Vorteile:

- Kleine Abmessungen des Übertragungsmediums und damit gute Verlegbarkeit

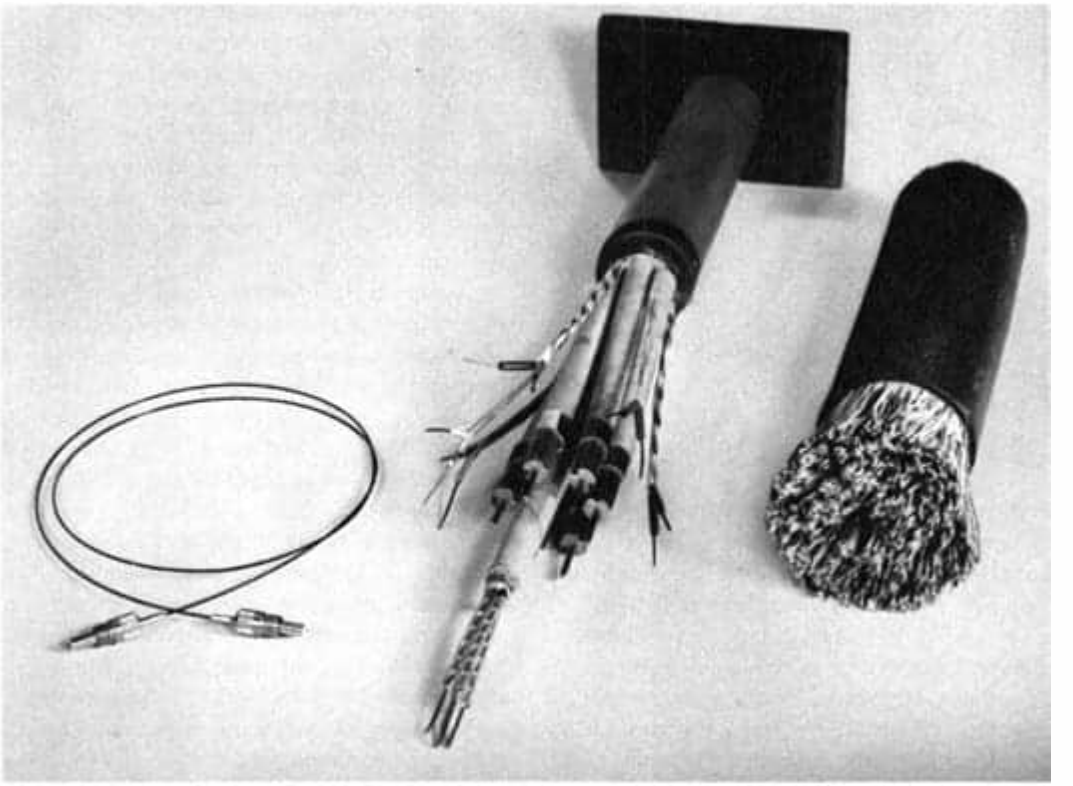
In der Praxis benötigt man zum Einziehen eines Lichtleiters nur Zugkräfte von wenigen Kilopond; dagegen sind zum Einziehen eines Fernmeldekabels Zugkräfte von etwa 800 Kilopond erforderlich.

- Geringe Dämpfung
- Große Übertragungsbandbreite

Beim Telefonieren hört man die Stimme des Gesprächspartners nicht so natürlich wie bei einer direkten Unterhaltung. Das liegt daran, daß bei der Fernsprechübertragung die Bandbreite, d. h. der Durchlaßbereich, aus technischen Gründen eingeengt wird, so daß der natürliche Klang bei der Wiedergabe verlorengeht. Die Bandbreite des menschlichen Hörvermögens, auch Frequenzumfang genannt, beträgt 20 Hertz (Schwingungen je Sekunde) bis 15000 Hertz. Über eine Telefonanlage wird aber nur eine Bandbreite von 300 bis 3200 Hertz übertragen; zur Übertragung eines Fernsehbildes benötigt man z. B. eine Bandbreite von 5500000 Hertz = 5,5 MHz. Demgegenüber hat



Schematische Darstellung der Fertigung eines Lichtleiters nach dem Stab-in-Rohr-Verfahren



ein Lichtleiter eine so hohe Bandbreite, daß man über ihn theoretisch gleichzeitig etwa drei Millionen Telefongespräche oder 50000 Fernsehprogramme übertragen könnte.

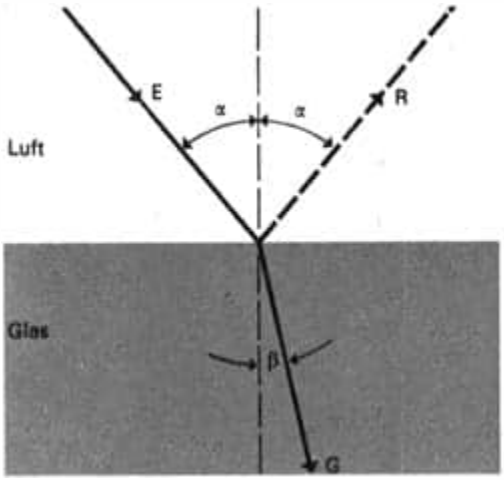
- Einsparung von Kupfer und Blei
- Keine Einstreuung elektromagnetischer Strahlung, d. h. eine störungsfreie Übertragung bzw. kein Übersprechen

Die Übertragung einer Information in einem elektrischen Leiter bedeutet die Übertragung eines elektrischen Stroms. Jeder elektrische Strom ist aber von einem Magnetfeld umgeben, das sich bei Änderung des Stroms (lauter und leiser sprechen, hohe und tiefe Stimme) ebenfalls ändert. Nach dem Transformatorprinzip erzeugt das mit dem Strom verkoppelte Magnetfeld in Nachbarleitern Induktionsströme, so daß ein Gespräch je nach Intensität auf einer benachbarten Leitung mitgehört werden kann. Bei einem Lichtleiter kann dieses unerwünschte Übersprechen nicht auftreten, da er ein elektrischer Nichtleiter ist.

In der Abbildung oben sind vergleichsweise ein Fernmeldekabel (800 Adern), eine moderne Koaxialtube und ein Lichtleiter dargestellt; alle drei gestatten annähernd die Übertragung der gleichen Informationsmenge. Die Abbildung demonstriert ebenfalls die Einsparung an Kupfer: Bei Einsatz eines Lichtleiters kann man 10 kg Kupfer durch 1 g Glas ersetzen. Dieses große Massenverhältnis von 10000:1 prädestiniert den Lichtleiter überall dort, wo es auf Gewichtseinsparung ankommt, z. B. in der Militärtechnik und in der Weltraumfahrt.

Ein weiterer wichtiger Vorteil des Lichtleiters besteht darin, daß er in Hochspannungskabel eingezogen werden kann. Dadurch wird eine gefahrlose Informations- und Datenübertragung zwischen den Energiewerken möglich,

Vergleich zwischen einem Lichtleiter und konventionellen Kabeln mit annähernd gleichen Übertragungseigenschaften

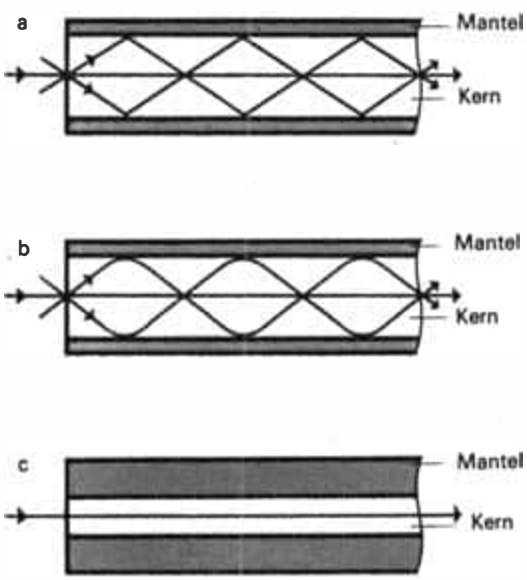


ohne daß man spezielle und teure Schutzmaßnahmen für das menschliche Leben ergreifen muß, wie es beim Telefonieren über Hochspannungsanlagen zur Zeit noch erforderlich ist.

Wie wird nun das Licht in einem Lichtleiter geführt? Das hängt von seinem Aufbau, insbesondere von der Brechzahl ab. In unserer Abbildung oben ist der Übergang des Lichtes von einem optisch dünneren Medium (Luft – kleinere Brechzahl) in ein optisch dichteres Medium (Glas – größere Brechzahl) dargestellt. Diese Erscheinung kann man beobachten, wenn man eine Stange ins Wasser hält; sie erscheint geknickt.

Beim Übergang des Lichtes in ein optisch dünneres Medium wird der Winkel des gebrochenen Strahls größer als der Einfallswinkel. Von einem bestimmten Einfallswinkel ab, dem Grenzwinkel, tritt das Licht nicht mehr in das angrenzende Medium über, sondern es wird total reflektiert. Von technischer Bedeutung ist dabei, daß das Licht im Gebiet mit der kleineren Brechzahl die größere Ausbreitungsgeschwindigkeit hat. Diese Verhältnisse bilden die Grundlage für Lichtleiter mit Stufenprofil (s. Abb. rechts, oberer Teil).

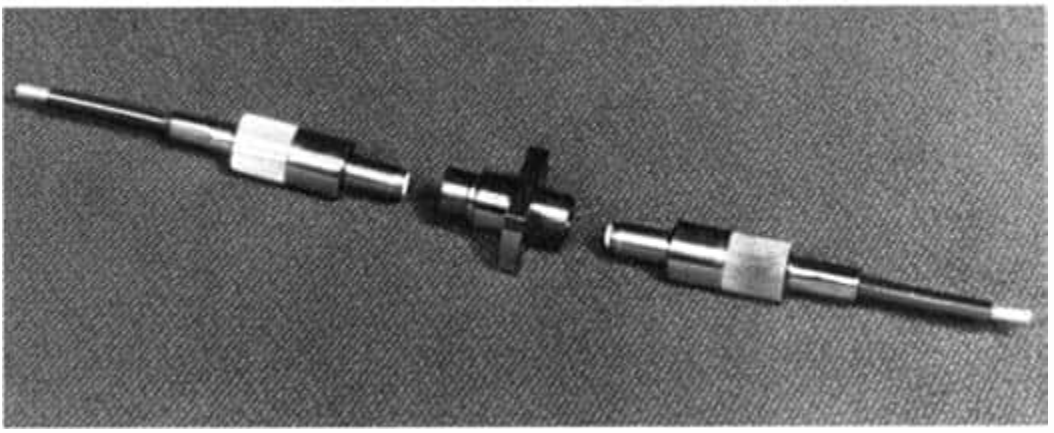
Je größer der Unterschied der Brechzahlen ist, um so größer sind die möglichen Einfallswinkel des Lichtes, was sich nachteilig auf die Qualität der übertragenen Information auswirkt. Die Ursache liegt darin, daß sich Lichtstrahlen, die unter verschiedenen Winkeln zur gleichen Zeit in den Lichtleiter eingekoppelt werden, zu verschiedenen Zeiten am Ausgang erscheinen; d. h., am Ausgang tritt ein Lichtimpuls bestimmter Form »verschmiert« auf, da bestimmte Lichtanteile wegen des längeren Weges verzögert dort ankommen. In der Praxis ist man daher bemüht, das Abweichen der Laufzeit der Lichtstrahlen gering zu halten. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten. Man kann z. B. den Kern des Lichtleiters so weit verkleinern, bis im wesentlichen nur derjenige Lichtstrahl ausbreitungsfähig ist, der entlang der optischen Achse läuft; man erhält dann den Monomodenlichtleiter (vgl. Abb. unten, unterer Teil). Bei einem derartigen Lichtleiter liegt der Kerndurchmesser in der Größenordnung der Wellenlängen, also bei etwa 1 µm. Bei einem Multimodenlichtleiter dagegen liegt der Kerndurchmesser je nach Verwendungszweck zwischen 40 und 300 µm. Mit einem Monomodenlichtleiter können höchste Informationsmengen sehr verzerrungsarm übertragen werden. Voraussetzung dafür ist eine Lichtquelle, die große Lichtleistungen stark gebündelt abstrahlt, damit man genügend Licht in



Strahlengang des Lichtes beim Übergang von Luft in Glas: E – einfallendes Licht; G – gebrochenes Licht; R – reflektiertes Licht

Lichtführung in den drei technisch angewendeten Arten von Lichtleitern: a – Multimodenlichtleiter mit Stufenprofil, b – Multimodenlichtleiter mit Gradientenprofil, c – Monomodenlichtleiter mit Stufenprofil

Eine der wichtigsten Grundlagen der modernen Lichtleittechnik: der Laser – eine Lichtquelle, die einfarbiges Licht höchster Dichte und Parallelität abstrahlt

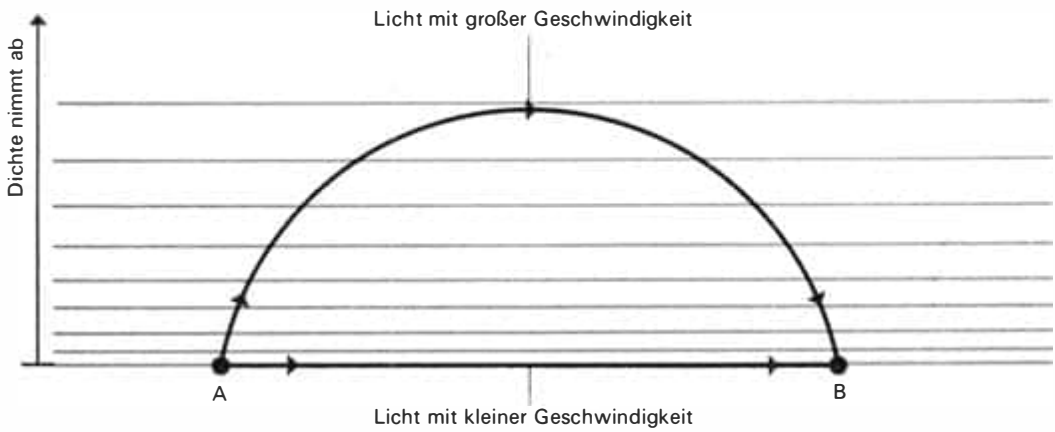


den extrem kleinen Kern einkoppeln kann. Ein Laser als Lichtquelle erfüllt diese Bedingung am besten.

Der sehr kleine Kerndurchmesser des Monomodenlichtleiters hat natürlich auch beachtliche Nachteile: Steck- und Schweißverbindungen sowie die Ankopplung an den Sender und den Empfänger müssen sehr präzise ausgeführt werden, so daß eine aufwendige Technologie notwendig ist und damit sehr hohe Kosten entstehen.

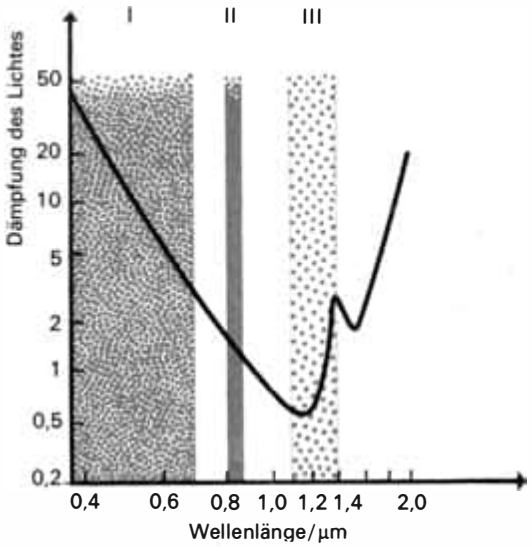
Eine gute Möglichkeit, die Laufzeitunterschiede der einzelnen Lichtstrahlen praktisch gleich Null zu halten und den Vorteil eines relativ großen Kerndurchmessers zu nutzen, bietet der Lichtleiter, wie er in der Abbildung auf S. 364 unten, mittlerer Teil, dargestellt ist. In ihm wird dem Licht mit der größeren Weglänge eine höhere Durchlaufgeschwindigkeit ermöglicht, so daß kaum Laufzeitunterschiede entstehen. Man erreicht dies, indem man die Materialdichte, d. h. den Brechungsindex des Kernglases, von der Kernmitte bis zum Rand kontinuierlich verkleinert (s. Abb. unten). Ein solcher Gradientenlichtleiter wird zur Zeit am häufigsten angewendet.

Auf Verunreinigungen und Inhomogenitäten als Dämpfungsursache im Lichtleiter wurde bereits hingewiesen. Die Dämpfung ist aber nicht nur von der Reinheit des Glases abhängig, sondern auch von der Wellenlänge des durchlaufenden Lichtes. Diese Wellenlängenabhängigkeit der Übertragungseigenschaften des Lichtleiters, hier speziell die Dämpfung,



Oben: Lichtleitersteckverbindung

Lichtbrechung in einem Medium mit abnehmender Dichte im Kern des Lichtleiters. Trotz der unterschiedlichen Wege treffen die vom Punkt A ausgehenden Strahlen im Punkt B zur gleichen Zeit wieder ein



wird in der Praxis berücksichtigt. Der sichtbare Bereich (vgl. Abb. oben, Bereich I) wird für die Informationsübertragung nicht genutzt, da in diesem Gebiet die Lichtdämpfung zu hoch ist. Zur Zeit wird hauptsächlich im Bereich II gearbeitet, da für dieses infrarote Gebiet sehr leistungsfähige Lichtquellen (Lumineszenzdioden, Laserdioden) und Lichtempfänger (Fotodioden) zur Verfügung stehen. Wegen der sehr geringen Dämpfung und der minimalen Verzerrungen wird in der Perspektive dem Bereich III der Vorzug gegeben.

Wie könnte nun z. B. ein modernes Telefonnetz aussehen, wenn man als Übertragungsmedium statt eines Kupferleiters einen Lichtleiter verwendet? Aufgrund der hohen Bandbreite, also der großen Informationsmenge, die Lichtleiter zu übertragen gestatten, kann man auf das herkömmliche und unflexible zentrale Vermittlungsamt verzichten und zur dezentralen Vermittlung übergehen. Das dezentrale Vermittlungssystem besteht aus einer Lichtleiterschleife, an die praktisch beliebig viele Teilnehmer angeschlossen werden können. Jeder Teilnehmer hat die Möglichkeit, seine Information, die er übermitteln will, in die Schleife einzukoppeln. Die Information läuft dabei auf der Schleife um. Auskoppeln kann sie nur derjenige Teilnehmer, für den sie bestimmt, d. h., an den sie adressiert ist. Die eindeutige Zuordnung der Gespräche übernimmt bei jedem Teilnehmer ein eingebauter Mikroprozessor, der sie gewissermaßen wie ein »Verkehrspolizist« eindeutig steuert. In einem derartigen Breitband-Kommunikationssystem wird der Mikroprozessor den Datenstrom überwachen und die für den Teilnehmer bestimmte Information aussuchen. Wegen der digitalen Übertragung – es werden nur so viele Stücke einer Information übertragen, wie zu ihrer sicheren Erkennung notwendig sind – sucht sich der Mikroprozessor vorher die Zeitlücken aus und »schachtelt« die Informationsstücke ein. Selbstverständlich werden zum richtigen Zeitpunkt auch die unbedingt notwendigen Signale, wie Wählton, Rufzeichen und Klingelzeichen, erzeugt und an die richtige Adresse übermittelt. Darüber hinaus eröffnen der Einsatz der Lichtleiter und die moderne Mikroelektronik eine ganze Reihe neuer Möglichkeiten, z. B. Datensichtgerät, Bildtelefon, Klopf-Rufeinrichtung, Ruf- oder Datenumleitung, Gebührenanzeige, Konferenzschaltung usw. Die Klopf-Rufeinrichtung zeigt beispielsweise einem bereits im Gespräch befindlichen Teilnehmer an, daß ihn ein weiterer Teilnehmer zu sprechen wünscht; die Nummer des Rufers bzw. »Klopfers« wird angezeigt. Es besteht dann die Möglichkeit, das Gespräch entweder anzunehmen oder es durch die Rufumleitung zu einem anderen Teilnehmer umzustellen. Alle angeführten Varianten werden über ein Übertragungsmedium laufen, das aus einer dünnen Glasfaser besteht – sie ist dünner als ein menschliches Haar.

Welche Möglichkeiten uns die Lichtleittechnik in Verbindung mit der Mikroelektronik noch bringen wird, ist noch nicht in jeder Beziehung abzusehen. Soviel kann aber gesagt werden, daß diese neue Technik eine Herausforderung an uns alle ist – wir müssen sie zu unserem Wohle nutzen.

Dämpfungsverlauf eines modernen Lichtleiters mit Quarzglaskern

Dr. habil. Heinz Helmert

1941: Schlacht vor Moskaus Toren

Der Winter hatte schon begonnen, mit Frost und Schnee seine Herrschaft anzutreten, als am Abend des 6. November 1941 in der Moskauer Metrostation »Majakowskaja« der Vorsitzende des Staatlichen Verteidigungskomitees und Oberste Befehlshaber der Roten Armee und Flotte, J. W. Stalin, die Festansprache zum 24. Jahrestag der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution hielt. Der unterirdische Versammlungsort erinnerte daran, daß sich das Sowjetland im Kriege befand und seine Hauptstadt sich gegen feindliche Flugzeuge schützen mußte, die mit ihren Angriffen die Bevölkerung einzuschüchtern versuchten. Nüchtern nannte Stalin die in den seit dem 22. Juni vergangenen vier Monaten erlittenen bitteren Niederlagen und Rückzüge, wies aber auch auf die unzählbaren Heldentaten der Soldaten und Offiziere und aller Sowjetmenschen hin, die Mut, Standhaftigkeit und Opferbereitschaft in allen, auch in den schwierigsten, Lagen bewiesen hatten. Die sozialistische Ordnung mit ihren unerschöpflichen Kraftquellen und die feste Einheit von Partei und Volk bildeten die Gewähr für eine baldige Wende im Kriegsverlauf, und eben deshalb strahlte Stalins Rede unerschütterliche Zuversicht in den künftigen Sieg aus. »Unsere Sache ist gerecht, wir werden siegen«, das wurde zur Losung des fortgesetzt hartnäckigen Kampfes gegen den Feind.

Am 7. November, dem eigentlichen Festtag, erfolgte wie alljährlich auf dem Roten Platz die traditionelle Militärparade. Während ein kalter Wind heftig wehte, rief der Oberste Befehlshaber die aufmarschierten Soldaten und Offiziere auf, ihre sozialistische Heimat von den Landräubern zu säubern, die Okkupanten zu vernichten und auch den geknechteten Völkern Europas als Befreier zu Hilfe zu kommen. Anschließend marschierten Infanterie, Artillerie, Panzertruppen, Kavallerie und bewaffnete Arbeitsabteilungen, nachdem sie ge-

Mit Ski ausgerüstete sowjetische Truppen auf dem Marsch an die Front

schworen hatten, Moskaus Zugänge selbstlos zu verteidigen und dort den faschistischen Truppen das Grab zu bereiten, am Mausoleum Lenins vorbei auf direktem Wege zum Schlachtfeld, auf dem das Schicksal der Stadt in diesem Kriege entschieden wurde.

Begonnen hatte die Schlacht vor Moskau Ende September/Anfang Oktober 1941, als die Naziwehrmacht erneut einen groß angelegten Versuch unternahm, die sowjetische Hauptstadt zu erobern und auf ihren Türmen die Henkersfahne mit dem Hakenkreuz aufzupflanzen. Hitler versprach sogar den Soldaten, daß dieser Angriff die letzte Offensive sei, mit der die Rote Armee endgültig vor Beginn des Winters so geschlagen werden würde, daß sie sich nie wieder zum Kampfe stellen könnte. Aber das Versprechen blieb ebenso trügerisch wie alle von ihm gegebenen Zusicherungen, daß es keine große Schwierigkeit wäre, den angeblichen Koloß auf tönernen Füßen im Osten zu besiegen und das riesige Land in eine deutsche

Kolonie zu verwandeln. Anstatt in einem kurzen Feldzug von wenigen Wochen Dauer, wie es Hitlers Stäbe überheblich geplant hatten, einen neuen Blitzkrieg zu vollziehen, zog sich der verbrecherisch provozierte Krieg hin, auch wenn es der Naziwehrmacht gelungen war, bis in den September hinein mehrere hundert Kilometer weit vorzustoßen. Doch das strategische Ziel ihres berüchtigten Planes »Barbarossa«, im Frühherbst 1941 bereits die Linie Archangelsk–Wolga–Astrachan zu erreichen, zuvor Leningrad, Moskau und auch den Donez zu erobern und die sowjetischen Streitkräfte völlig auszuschalten, war bisher unerreichbar geblieben.

Dabei hatte der Aggressor einmalige Vorteile für sich ausnutzen können. Seine Streitkräfte waren damals die mächtigste Kriegsmaschinerie der kapitalistischen Welt, zudem kriegserfahren und durch die Siege von 1939 und 1940 vom Taumel der eigenen Unbesiegbarkeit ergriffen. Der feige Wortbruch an bestehenden Verträgen vergrößerte den Überraschungserfolg, mit dem es der Wehrmacht gelang, das Gesetz des Handelns an sich zu reißen und mit ihren starken Panzer- und Infanterieverbänden an der gesamten deutsch-sowjetischen Front die Offensive blitzartig zu eröffnen. Ihre Panzer drangen in den drei Hauptrichtungen auf Leningrad, Moskau und den unteren Don zügig vor, aber doch, für die Nazigeneräle unerwartet, nur in zähen und zermürbenden Gefechten und mit einem hohen Blutzoll belastet. Wiederholte Umgruppierungen der Panzerkräfte und die Zuführung von Reserven wurden notwendig, die weder für diesen Feldzug vorgesehen noch an Zahl und Stärke ausreichend waren. Jeder weitere Vorstoß mußte mit erschreckenden Katakomben von Leichen bezahlt werden, auch wenn die Wehrmacht bis Ende September Leningrad blockieren, Kiew erobern und den Dnepr überschreiten konnte. Ihr Vorstoß auf Moskau dagegen war bei Smolensk im Juli und August zum Stehen gekommen, nachdem diese Stadt gleich anfangs in faschistische Hände geriet. Um dennoch den erträumten totalen Sieg über die Rote Armee zu erringen und den Zusammenbruch der Sowjetunion zu erzwingen, einigten sich Hitler und seine Berater, im Oktober alle verfügbaren Kräfte auf Moskau anzusetzen, die zwar verspätet, aber nunmehr die für die Betroffenen meist lebensgefährliche Blitzkriegsstrategie um jeden Preis verwirklichen sollten. Darin lag eine ernste Gefahr für die Hauptstadt und für das ganze Sowjetland.

Von der Kommunistischen Partei und der Sowjetregierung waren im Wettlauf mit der Zeit lange vor Kriegsbeginn alle Anstrengungen unternommen worden, um das Land auf den

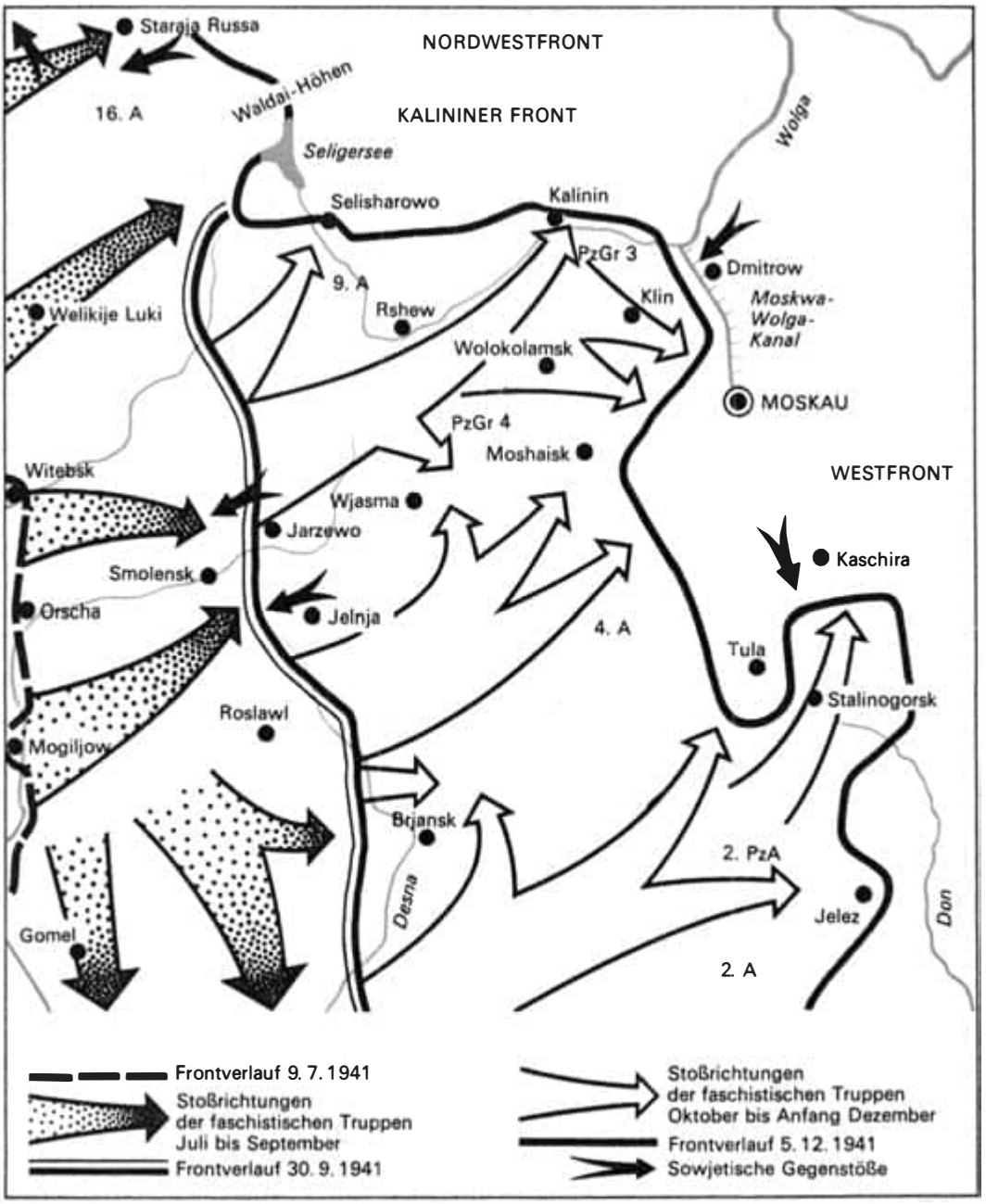
wahrscheinlichen Überfall vorzubereiten und seine Verteidigungskraft zu stärken. Aber nicht jede eingeleitete Maßnahme konnte völlig verwirklicht werden, und andere Vorbereitungen erwiesen sich als nicht ausreichend genug, um die an sich gewaltigen Kräfte des gesamten Landes in allerkürzester Frist für den Kriegsfall mobilisieren zu können. Das erschwerte anfangs den Kampf gegen den Feind, lähmte jedoch nicht den Willen des überfallenen Sowjetvolkes und seiner Streitkräfte, auch unter widrigen Umständen jeden nur möglichen Widerstand zu leisten. Während der opferreichen Rückzüge blieben Moral und Entschlossenheit erhalten. Wohl traten beträchtliche Verluste auf, die nur begrenzt ersetzt werden konnten, es gingen ausgedehnte Gebiete mit wichtigen Industrien, Bodenschätzen und fruchtbaren Feldern verloren, und Millionen von Sowjetbürgern gerieten in faschistische Sklaverei. Aber es gelang Partei und Staat auch, wesentliche Teile der Bevölkerung zu retten und viele Fabriken und Maschinen in die östlichen Landesgebiete zu bringen, wo sie bald wieder behelfsmäßig aufgebaut werden konnten. Ihre Produktion ersetzte zwar den industriellen Ausfall nicht, trug jedoch spürbar dazu bei, die Rote Armee ausreichender mit Waffen, Geräten und Munition zu versorgen. Trotzdem blieb die wirtschaftliche Lage gespannt, auch als die sozialistische Volkswirtschaft des Sowjetlandes bis hin zum Amur vollkommen auf die Kriegsbedürfnisse umgestellt worden war.

Alle seit Kriegsbeginn getroffenen Maßregeln zum Schutze von Moskau wurden bedeutend vermehrt, als der Feind bei Smolensk stand und sich anschickte, weiter vorzustoßen. Hunderttausende Moskauer Arbeiter und Angestellte mit den Kommunisten und Komsomolzen an ihrer Spitze traten als Freiwillige in die reguläre Armee ein oder bildeten Arbeiterbataillone, die nach dem Beginn der Schlacht in Volkswehrdivisionen aufgingen und die vor Moskau kämpfenden Fronten verstärkten. Die Moskauer Männer und Frauen und die Jugend bekämpften im Luftschutz die von Bomben angerichteten Schäden, bauten vor dem Weichbild der Stadt ausgedehnte Stellungen und richteten auch die Straßen von den Vororten bis zum Zentrum zur Verteidigung ein. In den Fabriken und Werken wurden Tag und Nacht in angestrengter Arbeit Waffen, Munition und Bekleidung und anderes mehr hergestellt. Auch beteiligten sich alle dafür tauglichen Bürger an einer militärischen Ausbildung. Das verdunkelte Moskau lebte und arbeitete unter den schwieriger werdenden Verhältnissen des nahe heranrückenden Krieges. Das half den sowjetischen Truppen, denen es trotz aller Mühen zu jener Zeit an modern ausgerüsteten Kräften mangelte, dem Ansturm des Feindes kämpfend zu begegnen und ihn bis Anfang November zu zwingen, seine Offensive vorübergehend einzustellen. Doch waren weitere Landstriche verlorengegangen, und auch die Rote Armee hatte bedeutende Verluste erlitten. Ende Oktober kam überdies der erste Kälteeinbruch, und von nun

Moskauer Bürger beim Bau von Verteidigungsstellungen in den Vororten der Hauptstadt
Sowjetische Flakartillerie schützt zuverlässig den Luftraum über Moskau

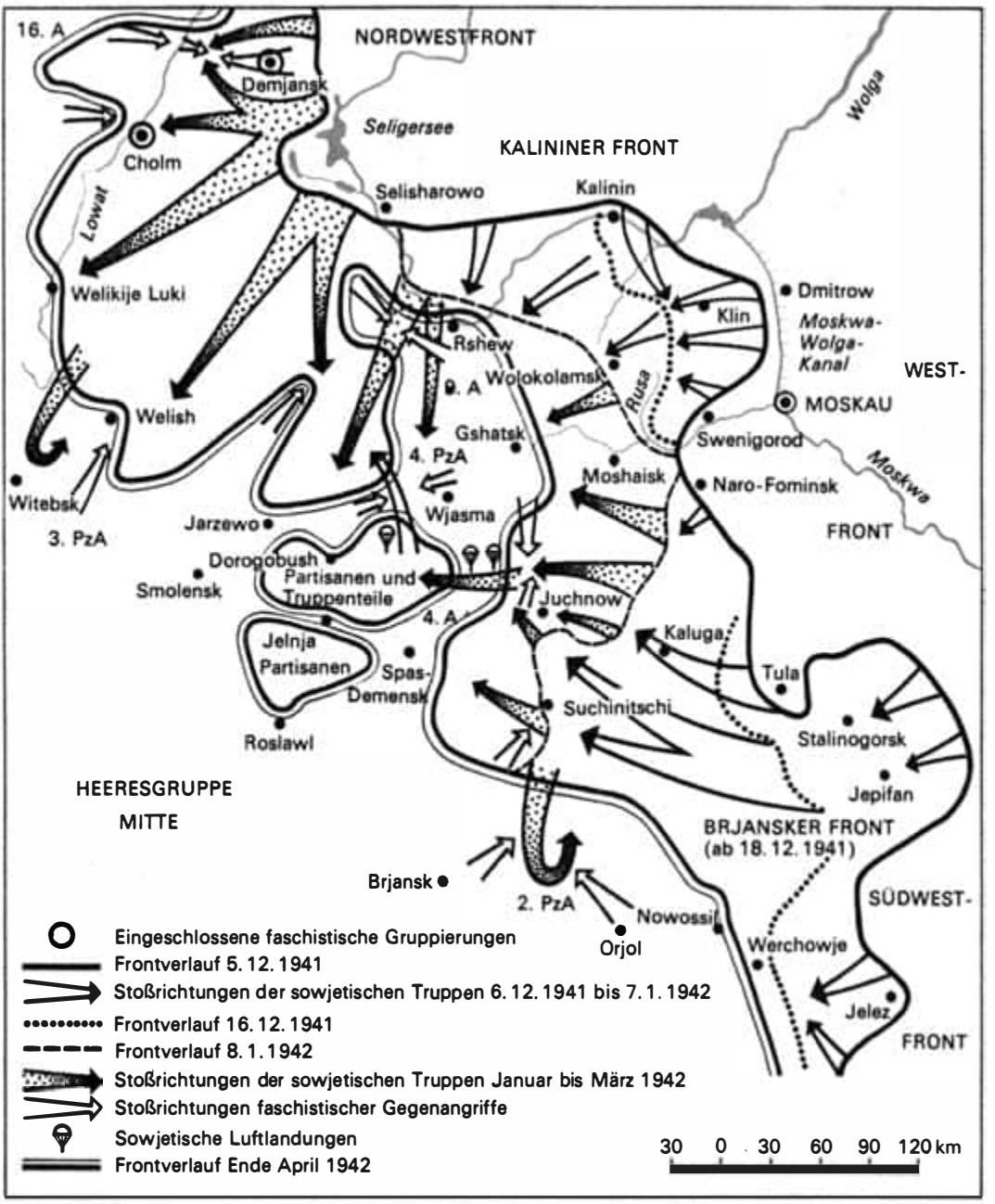
an mußten sich beide Armeen darauf einstellen, bei Schnee und Kälte zu kämpfen.

Obwohl also der Versuch, auf Moskau durchzubrechen, vorerst gescheitert war, versteiften sich Hitler und seine Generäle darauf, nach kurzer Pause den Angriff wieder aufzunehmen, während der eklatante Mangel an Winterausrüstung und ebenso die beträchtlich nachge-



Verlauf der faschistischen Offensive auf Moskau

lassenen Gefechtsstärken der eigenen Regimenter eigentlich hätten davon abhalten müssen. Selbstverblendet rechneten sie mit einer fortgesetzten Überlegenheit ihrer Kriegsmaschinerie, auch damit, daß die technische Ausrüstung selbst bei scharfen Frösten nicht ausfallen könnte. Öffentlich verkündeten die Nazihäuptlinge den Sieg, der ihnen so sicher sei wie



Verlauf der sowjetischen Gegenoffensive vor Moskau

das Amen in der Kirche. Ein letzter Schlag noch würde die geschwächte Rote Armee zerschmettern und ihnen Moskau in die Hände spielen, wobei sie im wildesten Haß beabsichtigten, die Stadt nicht zu besetzen, sondern sie nur hermetisch abzuriegeln und dann mit ihren Bewohnern vom Erdboden zu vertilgen.

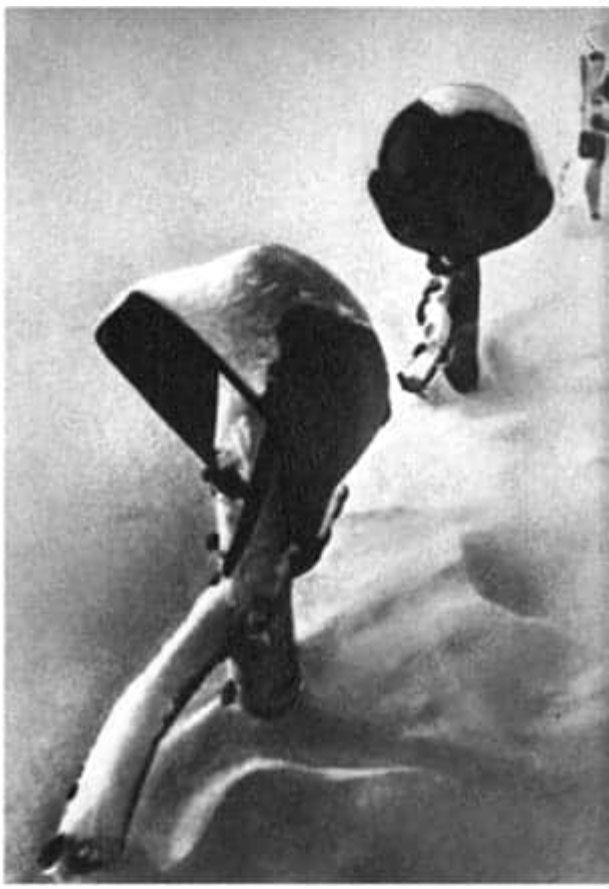
Mitte November traten die Divisionen der Heeresgruppe Mitte wieder zum Angriff an, und Schritt für Schritt gewannen sie südlich und nördlich von Moskau neuen Raum. Tula, die alte Waffenschmiede Rußlands, mußten sie allerdings umgehen, was ihren Vorstoß vom Süden abschwächte, während ihre vorderen Truppen im Norden den Moskwa-Wolga-Kanal und Stellen erreichten, die nur noch 25 km von der Stadt entfernt lagen, indes ohne diesen Erfolg aufrechterhalten zu können, was Moskau den Beschuß mit Langrohrgeschützen ersparte. Anfang Dezember griffen andere Kräfte direkt aus westlicher Richtung an und versuchten um jeden Blutpreis, den Verteidigungsgürtel zu durchbrechen. Aber die Verteidiger unter der Führung von G. K. Shukow, K. K. Rokossowski, I. S. Konew und anderen Heerführern warfen sich überall und zu jeder Zeit dem Feind entgegen. Beispielhaft dafür waren die Kämpfe an der Wolokolamsker Chaussee. Am 4., örtlich auch am 5. Dezember war die Stoßkraft der Nazitruppen erschöpft, und kein Befehl brachte sie auch nur einen Meter mehr weiter. Nicht Kälte und Schnee, nicht der »General Winter«, wie die Nazipropaganda nachher lauthals behauptete, brachen der faschistischen Offensive das Genick, sondern der Heldenmut aller Kämpfer der den Abwehrkampf führenden sowjetischen Fronten.

Das sowjetische Hauptquartier handelte in der wohlüberlegten Erkenntnis, daß eigener zäher Widerstand, längere Nachschubwege und fehlende Reserven des Feindes, dessen wachsende Verluste und auch Schnee und Kälte die faschistische Offensive – ohne daß es deren Gefährlichkeit unterschätzte – in eine Krise führen müsse, die einen Gegenangriff größten Ausmaßes begünstigen würde. Deshalb ließ es von den eintreffenden frischen Truppen nur so viele an die Front abrücken, wie dort unbedingt benötigt wurden. Die übrigen Reserven aber versammelte das Oberkommando abseits des Schlachtfeldes und führte sie gut getarnt in den Kampf, als mit der Erschöpfung des Feindes der entscheidende Moment für den Gegenschlag gekommen war. Am 5. und 6. De-

zember traten die vor Moskau stehenden Fronten, durch Reservearmeen verstärkt, jedoch der Wehrmacht zahlenmäßig nicht überlegen, ihrerseits überraschend zum Angriff an und warfen den bestürzten, sich aber erbittert zur Wehr setzenden Feind zurück. Die Schlacht vor Moskau trat in ihre zweite Etappe ein, in deren Verlauf die Rote Armee die faschistischen Divisionen allein bis zum Jahresende über 150 bis 250 km zurückwarf, ihnen ungeheure Verluste beibrachte und von Moskau jede Gefahr beseitigte. Die Gegenoffensive endete erst im Frühjahr 1942 mit gewaltigem Erfolg, als auch die Rote Armee, durch die kräftezehrenden Kämpfe veranlaßt, ihren Angriff einstellte.

Die Schlacht vor Moskau war der erste große Schlachtensieg der Sowjetarmee über den Aggressor und leitete die vom ganzen Volk ersehnte Wende im Kriegsverlauf ein. Der Mythos von der Unbesiegbarkeit der Nazi-wehrmacht war zerstört; nur mit drakonischen Mitteln hatt es das faschistische Oberkommando noch fertiggebracht, seine wankende und mehrfach durchbrochene Front an einer Flucht ohne Ende zu hindern. Aber seine Blitzkriegsstrategie war endgültig gescheitert. Wenn die Machthaber des Dritten Reiches auch nicht die Hoffnungen aufgaben, in einem zweiten Feldzug doch noch den Staat der Arbeiter und Bauern zu vernichten, den Sozialismus auszurotten und die weltgeschichtlichen Ergebnisse des Roten Oktobers rückgängig zu machen, so hatten doch ihre Wehrmacht und das deutsche Monopolkapital eine katastrophale Niederlage einstecken müssen, die ihr verbrecherisches Regime erschütterte und in allen von ihnen eroberten und unterdrückten Ländern den Widerstandskampf lebhaft beseelte.

Angesichts der verfolgten Ziele hatten beide Oberkommandos während der mehrere Monate dauernden Schlacht alle verfügbaren Kräfte auf dem Schlachtfeld eingesetzt. An der Schlacht nahmen nach und nach 172 Divisionen teil, die über 30000 Geschütze und Granatwerfer sowie über 2500 Panzerkampfwagen und Sturmgeschütze verfügten und von rund 1500 Flugzeugen unterstützt wurden. Das Schlachtfeld erreichte eine Breite von 750 km und eine Tiefe von 400 km, was in der Kriegsgeschichte beispiellos war, gab es doch Operationen von solchem Ausmaße noch nicht. Die Naziwehrmacht büßte bis Ende Dezember 1941 über 120000 Mann, 4000 Geschütze und Granatwerfer sowie 1300 Panzerkampfwagen ein. Auch unter den Schichten, die, von der Demagogie der Nazis und ihren ersten Kriegserfolgen verblendet, an Hitlers Stern glaubten, trat mit der Trauer um die Gefallenen erstes Erwachen ein. In den deutschen Bibliotheken begann indes eine rege Nachfrage nach Büchern, in denen Napoleons Flucht aus Rußland 1812 und der Untergang seiner Großen Armee beschrieben wurden.



Sowjetische Panzer bereiten im Hinterland ihr Eingreifen in die Schlacht von Moskau vor

Sie bezahlten die faschistische Aggression mit ihrem Leben

5 Finger hat die Hand
Mit 5 packst Du den Feind!
Wählt Liste
Kommunistische Partei!

Dr. Anneliese Hübscher

FOTOGRAFIE + DYNAMIT

John Heartfield und die Fotomontage

»Als John Heartfield und ich 1916 in meinem Südender Atelier an einem Maientage frühmorgens um 5 Uhr die Fotomontage erfanden, ahnten wir beide weder die großen Möglichkeiten noch den dornenvollen, aber erfolgreichen Weg, den diese Entdeckung nehmen sollte.« Die genaue Angabe des Geburtsdatums dieser neuen Kunstgattung stammt von George Grosz, dem Freund und Mitstreiter John Heartfields in den zwanziger Jahren. Allerdings entstand damals eigentlich nur eine dadaistische Vorform dessen, was wir heute unter Heartfieldscher Fotomontage verstehen. Es war eine Spielerei mit ernster Absicht. George Grosz hatte den Einfall, seinen Freunden an die Front Kartengrüße ganz besonderer Art zu schicken. Aus Zeitungen und Zeitschriften schnitt er Schlagzeilen, einzelne Wörter oder ganze Werbeanzeigen aus, klebte diese zusammen mit Fotofragmenten aus den verschiedensten Bereichen des Lebens auf die Karten. Manchmal fügte er noch Etiketten von Wein- und Schnapsflaschen hinzu. Diese pointiert zugespitzte Sinnlosigkeit der Zusammenstellung sollte den Wert der als »lebensnotwendig« gepriesenen oder empfundenen Dinge relativieren, sollte allzu starre Wert- und Lebensvorstellungen ins Wanken bringen, in der Hoffnung, daß die Adressaten darüber nachdenken würden. – Die große Resonanz dieser Kartengrüße ermunterte John Heartfield, hieraus eine bewußte Technik zu entwickeln.

Aber die traditionellen Wertvorstellungen des Bürgertums waren durch den ersten Weltkrieg überall ins Wanken geraten, in Europa wie in Amerika suchten junge Künstler und Intellektuelle die Sinnlosigkeit der bestehenden Kultur zu demonstrieren. 1916 wurde in Zürich von Emigranten und Pazifisten das »Cabaret Voltaire« gegründet. Hier agierten Maler, Schriftsteller und Schauspieler, die die vertraute Form der traditionellen Kunstgattungen zerstörten, um den »braven Bürger«, den Spießer, der sich als Hüter der Kunst ansah, zu verunsichern, zu schockieren und zu beschimpfen. Als die Dada-Bewegung Berlin erreichte, nahm sie als Folge der Novemberrevolution spürbare politische Züge an. Neben George Grosz und John Heartfield pflegten auch andere Dada-Künstler, z. B. Raoul Hausmann und Hannah Höch, die Fotomontage. Es war eine radikale Absage an die traditionelle bildende Kunst. Man malte und zeichnete nicht mehr, man montierte Fotos. Man begriff sich nicht mehr als Künstler, sondern als »Ingenieur«, als »Monteur«. Schon in der neu gewählten Berufsbezeichnung sollte die Beziehung zur modernen Industrieproduktion zum Ausdruck kommen. Der Fotografie galt ihr besonderes Interesse deshalb, weil das Foto nicht wie das Gemälde als elitäres Einzel-

Fünf Finger hat die Hand. Wahlplakat für die KPD, 1928

stück existierte, sondern weil es massenweise zu vervielfältigen war und weil der technische Herstellungsprozeß dieses Medium in die Nähe der maschinellen bzw. automatisierten Fertigungsprozesse der Industrie rückte. Man wollte nicht nur, wie es z. B. Menzel und andere Maler bereits getan hatten, Maschinen- und Industrieobjekte in die Kunst integrieren, sondern sich voll in die technische Welt des 20. Jahrhunderts eingliedern. Ursprünglich nur ein Element unter anderen, begann die Fotografie sehr bald zu dominieren; denn durch die Illustrierten und durch den Film war sie längst zu einem Massenkommunikationsmittel geworden.

Bereits Mitte der zwanziger Jahre fand das neue künstlerische Verfahren internationale Verbreitung. Interessanterweise waren es besonders revolutionäre Künstler, die die Fotomontage zur Aufklärung und zur Mobilisierung der Massen nutzten. Die jungen Sowjetkünstler El Lissitzky und Rodschenko schufen auf diesem Gebiet großartige und dauerhafte Werke.

Die Verschärfung der politischen Auseinandersetzungen in Deutschland wirkte sich auch auf die Zielstellung der Heartfieldschen Kunst aus. Die witzigen und charmanten Einfälle der Dada-Zeit wichen der zwar noch immer

Dadaistisches Klebebild von Grosz und Heartfield, 1919

geistvollen, aber glasklaren politischen Satire, die den Gegner schlagartig entlarvte. Louis Aragon schrieb 1935 dazu: »John Heartfield spielte nicht mehr. Die Fototeile, die er noch unlängst zusammenfügte, weil es Spaß machte, Staunen zu erregen, begannen unter seinen Händen etwas zu bedeuten. Sehr rasch hatte die soziale Auflehnung die poetische ersetzt, oder genauer: unter dem Druck der Ereignisse, in dem Kampf, in den der Künstler sich gestellt fand, waren beide Auflehnungen verschmolzen; es gab keine andere Poesie mehr als die der Revolution.«

Wer war dieser Mann, in dessen Werk sich der skizzierte grundlegende Bedeutungswandel vollzog?

Am 19. Juni 1891 wurde dem erfolglosen, aber leidenschaftlich engagierten sozialistischen Dichter Franz Herzfeld, der seine Stücke unter dem Pseudonym Franz Held veröffentlichte, in Berlin-Schmargendorf als erstes von vier Kindern sein Sohn Helmut Herzfeld geboren. Helmut war acht Jahre alt, als die Kinder beide Eltern verloren. Er, sein Bruder Wieland und die beiden anderen Geschwister kamen zu Zieheltern nach Aigen bei Salzburg. Dort erlebte er eine wechselvolle und konfliktreiche Kindheit. Nach achtjähriger Volksschulzeit kam er nach Wiesbaden in die Buchhändlerlehre. Dort lernte er den Maler Bouffier kennen und nahm bei ihm Malunterricht. 1907 bewarb er sich an der Königlich-Bayrischen Kunstgewerbeschule in München und bestand die Aufnahmeprüfung. Hier studierte er bis 1911, um anschließend als erster Zeichner in die Werbeabteilung der Papierverarbeitungsfabrik der Gebrüder Bauer in Mannheim einzutreten. Die Übersiedlung in seine Geburtsstadt Berlin 1912 war verbunden mit einem weiteren Studium an der Kunst- und Handwerkerschule in Charlottenburg. Der Beginn des ersten Weltkrieges unterbrach diese kontinuierliche künstlerische Entwicklung. Helmut Herzfeld wurde Soldat. Schon damals war er ein konsequenter Gegner des Krieges, außerdem erzürnten ihn der schnell um sich greifende gefährliche Hurra-

Patriotismus, der durch Hetzverse und den neuen Gruß »Gott strafe England« genährte Haß gegen England. Dies veranlaßte ihn, seinen Namen zu anglisieren. Von nun an nannte er sich – zunächst nur unter Freunden – John Heartfield. Ein Antrag auf Legalisierung des Pseudonyms wurde allerdings von den kaiserlichen Behörden abgelehnt.

1917 gründete John Heartfield mit seinem Bruder Wieland Herzfelde den Malik-Verlag, in dem antimilitaristische, gesellschaftskritische und sozialistische Literatur und Kunst verlegt wurden. Heartfield übernahm die Verantwortung für die Buchausstattung und die Werbung. Hier konnte er erstmals, unterstützt von seinem Bruder und umgeben von gleichgesinnten Mitarbeitern, seine neuen künstlerischen Vorstellungen realisieren, hier entwickelte er die Fotomontage zu seinem Medium. Er sammelte fanatisch Fotos aus allen in- und ausländischen Zeitungen, in Archiven und Redaktionen. Wenn er nicht fand, was er brauchte, standen ihm Fotografen zur Verfügung, die nach seinen Vorstellungen arbeiteten. Einer von ihnen, W. Reismann, erinnert sich an jene Jahre der Zusammenarbeit: »Die Aufnahmen, die ich für Heartfield nach einer genau festgelegten Bleistiftskizze und immer unter seiner persönlichen Leitung machte, dauerten oft Stunden, viele Stunden lang. Er kämpfte um Nuancen, die ich gar nicht mehr wahrnehmen konnte. Beim Entwickeln in der Dunkelkammer stand er auch am Vergrößerungsapparat, bis die Abzüge fertig waren. Ich war meist so müde, daß ich nicht stehen, nicht denken konnte, nur schlafen wollte, – er aber rennt mit den noch feuchten Fotos nach Hause, trocknet sie, schneidet sie aus, stellt sie unter einer schweren Glasplatte zusammen. Er schläft ein, zwei Stunden, um acht Uhr früh sitzt er schon bei dem Retuscheur, zwei, drei, vier, fünf Stunden lang, seine Nerven sind aufs äußerste gespannt, der Retuscheur könnte die Sache noch verderben. Die Montage ist fertig, die Entspannung währt nicht lange: neue Aufgaben, neue Ideen.«

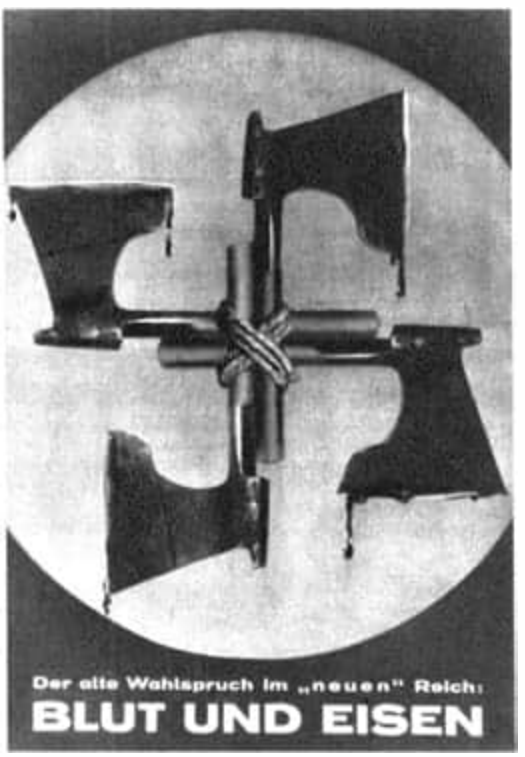
Diese Arbeitsbesessenheit verband Heartfield mit einem ebenso intensiven politischen Engagement. Er und sein Bruder Wieland Herzfelde traten 1918 der KPD bei. John Heartfield schuf nicht nur jene schon fast klassisch gewordenen Wahlplakate für die Partei, er setzte sich auch mit den marxistischen Ideen auseinander und trat auf Kundgebungen und Kulturveranstaltungen als Redner auf. In dieser Zeit bildete sich seine klare und unbestechliche Sicht der gesellschaftlichen und politischen Verhältnisse heraus. Aber gleichzeitig entwickelte er auch die Fähigkeit, seine Einsichten und Erkenntnisse bildhaft umzusetzen, einfache und einprägsame Bildzeichen zu schaffen. Sie waren meist mit ebenso lapidaren, literarisch ausgefeilten Sätzen verbunden. Heartfield suchte die Ausdruckskraft des Bildes durch die des Wortes zu steigern. Seine künstlerische Entwicklung erreichte im Kampf gegen den Faschismus in den Jahren zwischen 1928 und 1938 ihren Höhepunkt. Die Diskrepanz zwischen der ge-

Buchumschlag für den Malik-Verlag zu »Alkohol« von Upton Sinclair, 1932

Millionen stehen hinter mir. Der Sinn des Hitlergrußes. Geklebte Fotomontage, 1932

sellschaftlichen Realität und den Phrasen und Versprechungen der faschistischen Ideologen reizte Heartfield aufs äußerste. Wieland Herzfelde sprach vom »produktiven Jähzorn« seines Bruders, d. h., immer dann, wenn er sich über Ereignisse oder Proklamationen der Nazis besonders ärgerte und in Zorn geriet, hatte er seine besten Einfälle und Ideen. Bereits zu diesem Zeitpunkt deckte er wie kein anderer Künstler das Wesen des Faschismus auf, zeigte er immer wieder, was hinter den Erscheinungen und Phrasen wirklich stand.

Heartfield wußte sehr wohl, daß die Fotografie am überzeugendsten den Anschein von Tatsachen vermittelte, daß ihre Authentizität kaum angezweifelt wurde und daß das Foto jedem vertraut und verständlich war. In seinen Fotomontagen gegen den Faschismus schnitt und klebte und retuschierte er verschiedene Fotos so geschickt zusammen, daß die Nahtstellen nicht mehr zu erkennen waren und eine neue, scheinbar dokumentarische Aufnahme eines realen Ereignisses entstand. Dem Betrachter wurde suggeriert: So und nicht anders ist es! Die Wahrheit dieser Arbeiten ergab sich aus der neuen Beziehung zwischen den Erscheinungen, wie etwa bei dem Blatt »Millionen stehen hinter mir. Der Sinn des Hitlergrußes«, entstanden am 16. Oktober 1932. Heartfield verband zwei Seiten miteinander, erstens die jedermann vertraute: Hitler mit seiner zum faschistischen Gruß erhobenen rechten Hand; die zweite, den meisten Menschen unbekannte Seite war, daß das deutsche Großkapital Hitler und die Nazipartei finanzierte. Die Personifikation des Großkapitals durch einen korrekt angezogenen, aber anonymen Mann, dessen Kopf angeschnitten ist, legt Hitler einige große Scheine in die zum Gruß erhobene Hand. Als Hitler in einer Rede verkündete: »Millionen stehen hinter mir«, meinte er damit natürlich Anhänger seiner Ideen und Ziele. Indem Heartfield diesen Ausspruch zu der neuen, sich aus dem Bild ergebenden Beziehung hinzufügt, entlarvt er die finanzgewaltigen Hintermänner des Faschismus. Er benutzt ein authentisches Foto, ergänzt es, fügt eine authentische Äußerung Hitlers hinzu, und beides wird zur schärfsten Waffe. Oder denken wir an die vielen Variationen zum Hakenkreuz, die Heartfield schuf. Bereits das Symbol sollte den wahren Charakter des Faschismus enthüllen. Wohl am konsequentesten ist das Blatt »Der alte Wahlspruch im ›neuen‹ Reich: Blut und Eisen«. Aus Henkerbeilen, von denen noch das Blut tropft, ist das Hakenkreuz zusammengefügt. Mit »Blut und Eisen« war, nach einem Ausspruch Bismarcks, das deutsche Kaiserreich 1871 geschaffen worden, mit »Blut und Eisen« wollte die faschistische Diktatur ihre innen- und außenpolitischen Ziele durchsetzen. Über die Absichten John Heartfields schrieb sein Bruder Wieland Herzfelde: »... es kam meinem Bruder darauf an, Menschen unmittelbar vor eine Entscheidung zu stellen, sie zum politischen und moralischen Widerstand und zur Aktionsgemeinschaft gegen Militarismus und



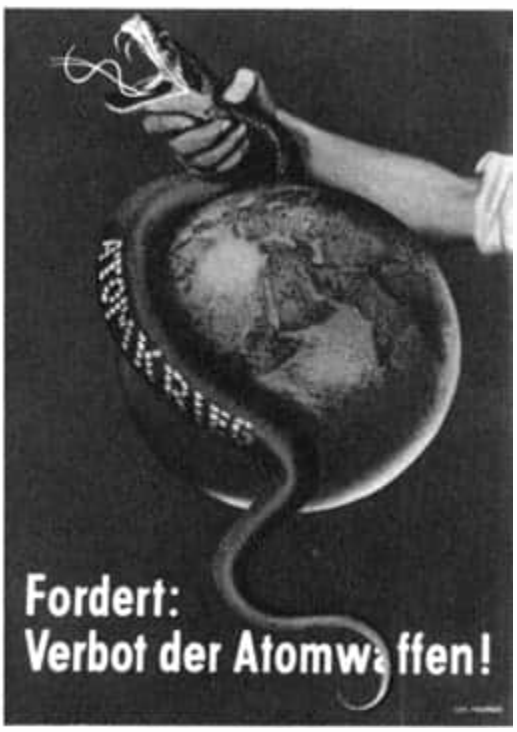
Der alte Wahlspruch im neuen Reich: Blut und Eisen. Fotomontage, 1934

Faschismus zu ermutigen – und es ist ihm nicht selten gelungen.«

Heartfields Arbeiten veröffentlichte die seit 1927 wöchentlich in Berlin erscheinende Arbeiter-Illustrierte-Zeitung (AIZ). Als die Faschisten zur Macht kamen, wurde sie als erste verboten. F. C. Weiskopf und Hermann Leupold führten die Redaktion der AIZ vom März 1933 bis Oktober 1938 in Prag fort. Im März 1933 gelang auch John Heartfield die abenteuerliche Flucht aus dem »Neuen Reich« in die Tschechoslowakei. Von nun an fehlten die den Faschismus attackierenden Fotomontagen in keiner Nummer der AIZ. Auf verschiedenen Wegen wurden die Zeitung und die Montagen Heartfields zur Stärkung des antifaschistischen Widerstandes über die Grenzen nach Deutschland geschmuggelt – leider erreichten sie nur einen geringen Teil der Deutschen.

Am 6. April 1934 wurde im Prager Mánes-Pavillon eine Ausstellung internationaler Karikaturen eröffnet. John Heartfield war mit seinen besten antifaschistischen Fotomontagen vertreten. Es kam zu einem Skandal und zu internationalen Verwicklungen. Die Hitlerregierung forderte die Entfernung jener bitter-satirischen, die führenden nazistischen Staatsmänner entlarvenden Blätter. Die tschechoslowakische Regierung griff jedoch nicht ein, und die Prager Bevölkerung strömte in die Ausstellung. Die internationale Presse berichtete ausführlich über die Vorgänge und veröffentlichte Heartfields Arbeiten. Zahlreiche Künstler solidarisierten sich mit ihm, aus Frankreich kam eine Einladung, dort auszustellen. Skandalerfolge waren schon damals die sichersten – und nichts hätte der Verbreitung der antifaschistischen Propaganda dienlicher sein können!

Infolge der schrittweisen Okkupation der Tschechoslowakei durch das faschistische Deutschland mußte Heartfield ein zweites Mal emigrieren. Am 7. Dezember 1938 entkam er mit einem Flugzeug nach London. Der Ausbruch des zweiten Weltkrieges verschärfte aber



Fordert: Verbot der Atomwaffen! Plakat, 1955. Variante einer Heartfield-Montage für den Weltfriedenskongreß in Brüssel 1936

Plakat für das Berliner Ensemble zu »Winterschlacht« von Johannes R. Becher, 1955

auch in England die Lage der deutschen Emigranten, sie wurden teilweise vorübergehend interniert, so auch Heartfield. Die linken Blätter deutscher Emigrantengruppen veröffentlichten seine immer noch blutig aktuellen Fotomontagen gegen den Faschismus. Während des Krieges arbeitete Heartfield für den englischen Verlag Lindsay Drummond und für den Taschenbuchverlag Penguin Books als Grafiker und Buchgestalter.

Nachdem der Hitlerfaschismus 1945 zerschlagen war, bereitete John Heartfield seine Rückkehr nach Deutschland vor – aber er war schon schwer krank. Als ihn sein Bruder Wieland Herzfelde, aus der New Yorker Emigration kommend, 1949 nach zehnjähriger Trennung wiedersah, erschrak er und schrieb: »Ein alter Mann humpelte mir in stark gebückter Haltung auf der Mole des Hafens von Southampton entgegen.« Erst 1950 war Heartfield gesundheitlich so weit hergestellt, daß er die Übersiedlung wagen konnte. Sein erster Wohnsitz war Leipzig, aber es zog ihn wieder nach Berlin, in jene Stadt, in der er geboren wurde und in der er der Heartfield geworden war. Wieder begann ein neuer Abschnitt seines Lebens, wieder war er mit einer neuen gesellschaftlichen Situation konfrontiert, die ihm neue Aufgaben stellte, denen er als Künstler und Mensch gerecht werden wollte. Er arbeitete jetzt vornehmlich für das Theater, schuf Plakate und Bühnenausstattungen für das Berliner Ensemble und für das Deutsche Theater. Agitatorische Fotomontagen entstanden nur noch selten, und wenn, dann griff er vielfach auf Bildideen der zwanziger und dreißiger Jahre zurück. Sie gewannen im Kampf um die Erhaltung des Friedens erneut an Bedeutung. 1936 hatte er z. B. anläßlich der Brüsseler Weltfriedenskonferenz die Fotomontage »Weg frei für den Frieden« geschaffen. Zwanzig Jahre später hatte sich die den Erdball bedrohende Schlange »Krieg« in die gefährliche Schlange »Atomkrieg« verwandelt – die veränderte Wiederverwendung der Idee war nahezu folgerichtig, sie wurde ergänzt durch die neue Losung »Fordert: Verbot der Atomwaffen«. Viele Kritiker und Künstler, Historiker und politisch bewußte Menschen schätzten und schätzen noch heute besonders jene visionäre, nicht nur den Augenblick, sondern die Zeittendenzen und historischen Prozesse durchschauende Kraft Heartfields. Am 26. April 1968 starb dieser Künstler, der Klassiker der politischen Fotomontage, dessen Arbeit Adolf Behne bereits 1931 mit den Worten charakterisierte: »Die Fotomontage Heartfields: das ist Fotografie plus Dynamit.«

Seither haben sich in fast allen Ländern der Welt Künstler der Fotomontage zugewandt und deren technische Möglichkeiten erweitert. Zur Positivmontage kam die Negativmontage auf dem Lichttisch. Der Herstellungsprozeß wurde perfektioniert, und neue Bereiche in der Kunst und in der Werbung wurden erschlossen. Aber es offenbarte sich auch, daß die Kunst der Fotomontage getragen wird von der Persönlichkeit des Künstlers, von seiner Verwurzelung in den Problemen seiner Zeit, und von ihrem gesellschaftlichen Wirkungsfeld.

Theater ohne Worte

Ingeborg Stiehler sprach mit Ladislav Fialka

Ladislav Fialka, einer der großen Pantomimen unserer Zeit, trägt seit über zwanzig Jahren zur Entwicklung der modernen Pantomime bei und errang internationalen Ruf. Er begründete das Pantomime-Ensemble beim Theater am Geländer in Prag, ist Ensembleleiter, Hauptdarsteller, Choreograph, Autor und Regisseur und prägte unverwechselbare, eigenwillige stilistische Ausdrucksformen.

Er wurde 1931 in der Moldaustadt geboren. Sein Elternhaus förderte die Neigungen für bildende Kunst, Literatur, Musik und auch den Sport. Fialka spielte Klavier, Violine sowie Trompete und war lange Zeit Mitglied einer Jazz-Gruppe, außerdem auch Leistungssportler. Seinem Wunsch entsprechend, studierte er am Prager Konservatorium Tanz. In dieser Zeit weckten Literaturstudien, ein Film über Jean Gaspard Debureau, den Erneuerer der Pantomime des 19. Jh., und die Begegnung mit der Kunst Marcel Marceaus seine Leidenschaft für das »Theater ohne Worte«. Nach dem Studium konnte er während seiner Militärzeit im Armee-Ensemble die Reaktion unterschiedlichster Zuschauerkreise auf seine noch junge Kunstausübung erleben. Zur gleichen Zeit arbeitete er mit dem berühmten Trickfilmschöpfer und Maler Jiři Trnka zusammen.

1958 fand sich unter seiner Leitung das heutige Pantomime-Ensemble zusammen, das zur Gründung des Theaters am Geländer beitrug, einer Stätte vieler kleiner Kunstformen. Schon 1960 fanden erste Auslandsgastspiele in der UdSSR und in der DDR außergewöhnliche Resonanz. Bis heute gastierte das Ensemble in 50 Ländern der Welt. Ladislav Fialka wirkte allein und mit der Pantomimengruppe mehrfach in preisgekrönten Fernseh-, Kino- und Trickfilmen mit. Oft strahlten internationale Fernsehstationen die Programme aus, als erstes übrigens 1960 das Fernsehen der DDR.

Für seine hervorragenden Leistungen wurde Fialka mit hohen Staatsauszeichnungen geehrt, unter anderem mit dem Ehrentitel Nationalkünstler. Das Pantomime-Ensemble erhielt zweimal den Preis der Stadt Prag als Bestes Theater. Internationale Anerkennungen, so beim Roma-Festival und beim Pantomime-Festival Belgrad-Zemun, bestätigten das hohe künstlerische Niveau der Gruppe.

I. S.: Ihre künstlerische Arbeit verfolge ich seit über zwei Jahrzehnten. Übereinstimmend mit vielen Kennern und Verehrern Ihrer Kunst möchte ich unterstreichen, daß Sie mit Ihrem Ensemble ein Stück Pantomimegeschichte gestaltet haben. Dabei wird stets von neuem sichtbar, wie viele historische Traditionen Sie aufgenommen haben.

L. F.: Diese sind reichhaltig und haben viele Quellen. Die Pantomime, eine darstellende Kunst ohne Worte, lebt in ihrer Gestaltung von Gestik, Mimik, Körperhaltungen und Bewegungen. Sie ist so alt wie das Theater überhaupt und reicht bis zur Antike zurück, zu Komödien von Aristophanes z. B. Damals wurden dra-

Aus dem Film »Ich und mein Hund«

Langjährig ist der freundschaftlich-künstlerische Kontakt mit dem weltberühmten Marcel Marceau

matische Handlungen stets von einem Pantomimechor ausgedeutet und vertieft. Einflüsse lassen sich auch im römischen Theater zu Zeiten von Augustus, Caligula, Nero und Justinian nachweisen.

I. S.: Aus der Geschichte ist ja bekannt, daß die Pantomimen unter allen Künstlern damals eine besonders geachtete gesellschaftliche Stellung einnahmen. Im kaiserlichen Rom gab es zeitweise 6000 Pantomimen. Die Pantomime lebte dann erst wieder in den Mysterienspielen der Kirche im Mittelalter auf und gewann im 17. Jh. neu an Bedeutung.

L. F.: Ja, dort liegen besonders produktive Ansätze zu meiner Arbeit. Das gilt auch für die Darstellungselemente der italienischen Commedia dell'arte. Diese Stegreifkomödie mit ihren originellen Typen, mit stilisierten Figuren des Menschlichen wie dem dummen Kapitano, dem halbgebildet-dümmlichen Dottore, der raffiniert-verspielten Colombine, dem geizigen Pantalone, dem listigen Harlekino und dem dumm-guten Pierrot war ein Straßentheater. Es nahm Einfluß auf Entwicklungsprozesse des europäischen Theaters bis heute.

I. S.: An die Einbeziehung solcher historischer Typen mit ihrer komödiantischen Turbulenz und Gestaltungsfreude, ihrem drastischen Humor, dem Lachen und Weinen, der Komik und Tragik, auch der Philosophie erinnere ich mich sehr genau.

L. F.: Jene menschlichen Gefühle, Situationen und Verhaltensweisen sind ja bis heute gültig, natürlich unseren veränderten gesellschaftlichen Verhältnissen entsprechend. Für das Spezifische meiner Arbeit gilt überdies auch die Form des Jahrmarkttheaters jener Zeit mit den Gauklern, Possenreißern und Clowns des 17. und 18. Jh. Damals verbot die Obrigkeit den Darstellern das Sprechen. Ihren Dialog führten sie dann mimisch und in origineller Gebärdensprache – übrigens stark gesellschaftskritisch. Ganz ausgeprägt sind in meiner Arbeit ebenfalls Inspirationen durch das Schaffen von Jean Gaspard Debureau, dem Erneuerer der Pantomimekunst im 19. Jh. und berühmtesten Pier-

rot. Seit seinem Debüt 1830 im Theater »Funambules« am Pariser Boulevard de Temple genoß er die Liebe und Verehrung des Volkes; er verstand es, die Gefühle und Probleme der einfachen Menschen in seinen Pantomimen darzustellen und war einer der ihren.

I. S.: In einem früheren Gespräch nannten Sie ihn den »Molière der Pantomime«.

L. F.: Mit Recht! Wenn er im klassisch weiten, weißen Pierrotgewand, mit bemehltem – nicht etwa bemaltem – anonymem Gesicht hintergründige Späße machte und Ereignisse aus dem Alltag drastisch karikierte, lagen darin tiefer Ernst und oft eine der Obrigkeit höchst peinliche Kritik. Debureau nahm Partei gegen die Besitzenden, für die Rechtlosen, die Armen, und das in künstlerisch perfekten, burlesken, ja artistischen Pantomimen. Sie sind uns glücklicherweise als Aufzeichnungen überliefert und heute nachvollziehbar. Dieser große Mime, ein schlichter Mensch, spürte den Geist jener Zeit nach Napoleons Niederlage, vor der herannahenden Revolution. Er gab der Pantomime eine gesellschaftliche Funktion. Auch darum fühle ich mich ihm so verwandt.

I. S.: Könnten Sie diese Verwandtschaft noch näher erklären?

L. F.: Während meines Tanzstudiums wurde für mich der Film »Kinder des Olymp« über das Leben Debureaus ein aufwühlendes Ereignis. Der Pariser Schauspieler Jean-Louis Barrault, ein bedeutender Pantomime, spielte die Hauptrolle. Es war faszinierend! All das löste bei mir den Wunsch und Entschluß aus, selbst Pantomime zu werden, ein Pierrot unserer Zeit. Mit gleichgesinnten Studenten erarbeitete ich die Debureau-Pantomimen »Pierrot als Barbier« und »Pierrot als Bäcker« für eine Schulvorstellung. Und zum Abschluß meines Studiums konnte ich dann drei eigene Pantomimen vorstellen: einen choreographischen Versuch im Stile des Jahrmarkttheaters; »Die Schiffbrüchigen« mit Pierrot, dem Kapitano und einer Seejungfrau, voller Situationskomik, und dazu noch eine moderne, fast abstrakte Pantomime. Dabei verdankte ich meiner Lehrerin Prof. Laurette Hrdinová, einer berühmten Vertreterin des modernen Tanzes, Kennerin auch der französischen Pantomimeschule, viele Kenntnisse und Erkenntnisse. Die Erfolge unserer ersten öffentlichen Vorstellungen im Maltesergarten und im Hofe des Klementinums, der Universität, ermutigten mich für meinen Weg.

I. S.: Ein Wort zur französischen Pantomime. Sie verbindet sich ja in unserer Zeit mit dem weltberühmten Marcel Marceau.

L. F.: Diesem größten Pantomimen von heute begegnete ich in Paris, als dort unser Nationaltheater gastierte. Ich hatte dabei eine stumme Rolle. Marceau spielte damals Solopantomimen und mit seiner Gruppe auch Mimodramen. Das sind Handlungspantomimen mit dramaturgischem Aufbau. Ich war begeistert, doch voller Minderwertigkeitsgefühle. Aber dieses Erlebnis wurde für meine Arbeit entscheidend.

I. S.: Der Stummfilm gehört ebenfalls zur Geschichte der Pantomime und hat Ihren persönlichen Stil beeinflußt. Ich erinnere mich an Ihre Chaplin-Figur mancher Szene, ebenso an Clownerien à la Charlie Rivels.

L. F.: Die moderne Pantomime ist ohne jene Großen der englischen Clowns und des Stummfilms, wie etwa Buster Keaton und Harold Lloyd, undenkbar. Chaplin gehört meine tiefe Verehrung. Er gestaltete Menschen in der Tretmühle des Alltags, die fast zu zerbrechen drohen, aber mit philosophischer Heiterkeit geradezu entwaffnend jede Tragik, jede Komplikation überwinden.

I. S.: Die hier genannten Beispiele zeigen schon den Reichtum unterschiedlichster Formen, Gestaltungs- und Stilelemente, die in einem schöpferischen Umsetzungsprozeß auch zu der Körpersprache, zu dem Bewegungsvokabular beitrugen, das den besonderen Stil der heutigen Prager Pantomime ausmacht. Damit führen Sie die breitgefächerten Traditionslinien dieser ausdrucksstarken, sensiblen Kunst weiter. Jede Geste drückt ja ein Gefühl aus. Jede feinste Reaktion bis in die Finger- und Zehenspitzen hat etwas zu sagen, selbst das Zucken der Augenbrauen, der Mundwinkel. Auch stark

Aus dem grotesken Mimodrama »Der Knopf«

geometrische Bewegungselemente, Tänzerisches wie Akrobatisches im Gesten- und Minenspiel sind Ausdrucksformen. Hinzu kommt die inhaltliche Zeitraffung.

L. F.: Bei den unterschiedlichsten Stilmitteln, die Sie in meiner Arbeit beobachteten, nutze ich auch vieles von Etienne Decroux, dem Pariser Schauspieler und Pädagogen der dreißiger Jahre. Er schuf eine eigene »Bewegungsgrammatik« der modernen Pantomime und betonte die Ausdrucksfähigkeit des Körpers: Spannung und Entspannung, Haltung, Dynamik und Rhythmus der Bewegungen im Raum. Neu formulierte er die Bedeutung von Druck und Gegendruck, Zug und Gegenzug. Unsichtbare Gegenstände lassen sich damit sichtbar machen. Denken Sie an »Seilziehen«, an »Gehen gegen den Wind«, an »Treppensteigen«, die tastende Hand an einer imaginären Wand . . . Decroux entwickelte eine abstrakte Pantomime ohne Handlung, ohne Mimik – die »mime statuaire«. Marcel Marceau und Jean-Louis Barrault lernten von ihm, entwickelten aber wie ich daraus ihren eigenen Stil.

I. S.: Eine Pantomimekunst des Menschlichen! Marceaus Bip-Figur, dieser naive kleine Mann aus dem Volk mit zerbeultem Zylinder, komisch und ernsthaft zugleich, stets im Konflikt mit der Umwelt, immer Gutes anstrebend, ist dafür ein Beispiel . . .

L. F.: . . . und eine ähnlich soziale Figur wie der Pierrot Debureaus. Alle drei – Debureau,

Schlußszene des Ensembleprogramms »Liebe?« – eine Ehrung für Victor Jara, Symbol der Liebe, des Einsatzes für die große Idee des Menschlichen

Marceau und Barrault – wurden meine Vorbilder, selbst wenn ich künstlerisch völlig eigene Wege fand und mit Vorliebe experimentiere. Unsere Pantomime – das streben wir alle an – soll das Mitdenken und die Phantasie, die Parteinahme für das Gute anregen, an das Gefühl und die Menschlichkeit appellieren und auch brennend Aktuelles ansprechen.

I. S.: Letzteres empfand ich bei einem Ihrer ersten Programme, betitelt »Wenn tausend Klarinetten . . .«

L. F.: Damit haben Sie recht. Meine Idee dabei war: Wenn alle Waffen der Welt Musikinstrumente wären . . . Das gestaltete ich symbolhaft und auch konkret als Appell gegen das Wettrüsten, für den Frieden. Auch die Pantomimekunst darf an den Lebensfragen unserer Welt nicht vorübergehen. Sie beschäftigen mich ständig.

Eine ähnliche Warnung enthält unser letztes Programm »Noss«. Der Meisternovelle Gogols »Die Nase« entnahm ich den Gedanken, daß ein Mensch mit der Nase auch seine Individualität verliert und daß ein Mensch, der sich von den anderen hierdurch unterscheidet, aus der Gesellschaft ausgeschlossen wird. Diesen Gedanken entwickelte ich zu einem Spiel und Gegenspiel von Menschlichkeit und Unmenschlichkeit, aber nicht als Dramatisierung der Gogol-Novelle. Auch hier sind wieder Fragen von Liebe und Leben, von Tod und Vernichtung der Menschheit eingeschlossen.

I. S.: Immer stellen Sie Ansprüche an Kopf und Herz des Zuschauers. Ich denke an Verfremdungseffekte, Abstraktionen und Phantastereien neben Realem und Lebensvollem, wie es im Programm »Liebe?« mit unterschiedlichsten Episoden über die Liebe zum Ausdruck kommt. All das sind wertvolle Diskussionsbeiträge zur Pantomime von heute.

»Etüden« nach Marcel Marceau, schöpferisch übertragen auf die Gruppe

L. F.: Darum geht es mir vor allem. Zu Beginn unserer Arbeit mußten wir allerdings versuchen, dem Publikum durch große Anschaulichkeit unsere Kunst überhaupt nahezubringen. »Neun Hüte zu Prag« war solch ein Programm. Wir gestalteten einige Episoden aus Prags Geschichte, die dem Publikum bekannt waren.

I. S.: Wie hier aus der Historie nahmen und nehmen Sie ja auch Probleme des Alltags, Themen der Literatur und anderer Künste als Anregung für Ihre Sujets – und oft mit großer Experimentierfreude.

L. F.: Ohne diese kommen wir nicht zu Neuem. Unser Programm »Caprichos« zählte dazu. Goyas satirische Graphiken regten mich zu einem mimischen Drama mit manch skurrilen, hintergründigen Assoziationen an.

I. S.: Eine andere Adaption war »Der Weg«, mit dem Sie das Schaffen des Malers František Tichy ehrten und unterschiedlichste Begegnungen pantomimisch erzählten. Wieder anders gebaut ist »Der Knopf«, den ich seit 1968 in Ihrem Repertoire kenne.

L. F.: Diese theatralisch durchgestaltete Geschichte wird dramaturgisch durch eine Klammer zusammengehalten. Viele menschlich heitere und ernste Situationen und Probleme von heute sind in dem originellen Spiel um einen Wanderclown phantasievoll gestaltet. Ich halte dies für eine unsere gelungensten, wichtigsten Arbeiten und habe sie in einer Publikation wissenschaftlich kommentiert und analysiert. Wieder anders die »Etüden«. Hier versuche ich, klassische Pantomimen im Stile Marcel Marceaus auf unsere Gruppe zu übertragen, ohne Dekoration und Kostüm, nur im Trikot, allerdings mit Lichtregie.

I. S.: Diese »Etüden« machen verständlich, welche fast unbegrenzten darstellerischen Möglichkeiten sich dem Pantomimen eröffnen, denn aussagestark wird gerade hier das Imaginäre der Szene deutlich.

L. F.: Unbedingt müssen wir von »Funambules 77« sprechen, dem Programm, das anläßlich des 100. Todestages von Debureau entstand. Wir stellen einige seiner historischen Libretti vor, ein komödiantisches Spiel in Form der Commedia dell'arte, auch Jahrmarkts- und Tierpantomimen wie im »Pierrot in Afrika«, ein Mimodrama mit ernstem politischem Hintergrund zur Zeit von Napoleons Untergang.

I. S.: Der Pierrot trägt dort zweifellos auch Schwejk-Züge. Das Heitere, Tragikomische berührt darin ebenso wie das Symbolhafte am Anfang und Ende des Programms, wenn Debureaus Pierrotgewand in die Höhe schwebt und Sie – ein Mensch unserer Zeit – eine Rose für ihn auf ein Podest legen. Diese Szenen werden durch Dekoration, Kostüm, Musik, Geräusche und Lichtregie ungemein wirkungsvoll. Welche Rolle spielen solche Mittel für die Wirkung der Pantomime?

L. F.: Im Gegensatz zur Solopantomime kann man im Ensemble nicht darauf verzichten. Wir arbeiten ja meist mit einer theatralischen Szenerie. Das Publikum läßt sich dadurch bei der Vielfalt der Handlungseindrücke schneller mit der Situation vertraut machen, während im Solo das Zuschauerinteresse völlig dem einen Mimen gilt. Im Ensemble nutze ich alle Effekte mit dramaturgischen Absichten für die Handlungsvertiefung. Musik wird oft synchron komponiert. Doch verwenden wir wie im Tanz auch Musikstücke – viele aus der Barockzeit –, um nach ihrer Thematik, Melodieführung und Architektur unsere Pantomimen zu gestalten. Sie brauchen jene große Einheit von Bewegung und Musik. Langjährig ist hierbei die Partnerschaft mit Zdeněk Šikola. Aber auch jüngere Komponisten suchen den Kontakt zu unserer Kunst.

I. S.: Wir sprachen bereits über Wechselbeziehungen zwischen der Pantomime und anderen darstellenden Künsten. Schon bei Goethe, Lessing, Hugo von Hofmannsthal u. a. findet man Abhandlungen dazu. Wir kennen die Einflüsse der Pantomime auf das realistische Theater eines Max Reinhardt, Erwin Piscator und Bertolt Brecht, auf das absurde Theater von Beckett und Ionesco.

L. F.: . . . nicht zu vergessen auch auf Meyerholds und Wachtangows Arbeit in der Sowjet-

Ladislav Fialka in der klassischen Maske des Pierrot

union. In Italien sind das »teatro piccolo« Mailand zu nennen, ferner Regisseure wie Strehler oder Fellini im Film. Wie diese alle meine auch ich, daß jeder Schauspieler sehr intensiv lernen muß, mit seinem Körper zu arbeiten; das gehört zur Ausbildung. Auch ich habe schon im Schauspiel mitgewirkt, so in der Hamlet-Inszenierung des Nationaltheaters Prag mit unserem Ensemble; andererseits zeichnete ich mehrfach für die Bewegungsregie verantwortlich. Sehr oft arbeite ich mit der Dramatischen Gruppe unseres Theaters am Geländer, z. B. bei Brechts »Don Juan«, den Regisseur Schorn inszenierte, bei »König Hirsch« des italienischen Dramatikers Gozzi, bei »Marathon« von Claude Convertes, einem Portugiesen. Das sind ja zur Hälfte dramatische und pantomimische Darstellungsformen. Auch planen wir Molière-Inszenierungen, in denen jede Figur durch einen Schauspieler und einen Pantomimen agieren soll. Und ich trainiere mit dem Schauspielensemble unsere Bewegungstechnik der Pantomime, die unter anderem auf dem klassischen Exercice aufgebaut ist und Bewegungselemente auch von Decroux enthält.

I. S.: Wie ich weiß, haben Sie auch an Spiel- und Trickfilmen mitgearbeitet?

L. F.: Das wurde sehr bedeutungsvoll für mich. Jiři Trnka, Schöpfer meisterhafter Marionetten- und Trickfilme, holte mich schon während meines Studiums zu pantomimischen Beratungen. Ihm ging es darum, die Bewegung der kleinen Puppen menschlicher zu machen. Das zwang mich zu intensiven Analysen ihrer Bewegungstechnik, ihrer Glieder und Ausdrucksmöglichkeiten, auch der Beziehung zu Raum und Zeit. Von den Animatoren – wir haben wahre Meister – lernte ich, daß weniger Bewegung oft mehr ist und eine nicht zu Ende geführte Geste den Zuschauer zum Weiterdenken aktivieren kann. All das brachte entscheidende Erkenntnisse für meine Kunst. Damals ging es in Shakespeares »Sommernachtstraum« um die pantomimische Form der origi-

Kurz vor dem Auftritt

nellen Handwerker-Schauspielerei. Bewegung und Musik mußten synchron sein. Ich glaube, daß ich für den Trickfilm den Bewegungsstil vielfach beeinflussen konnte.

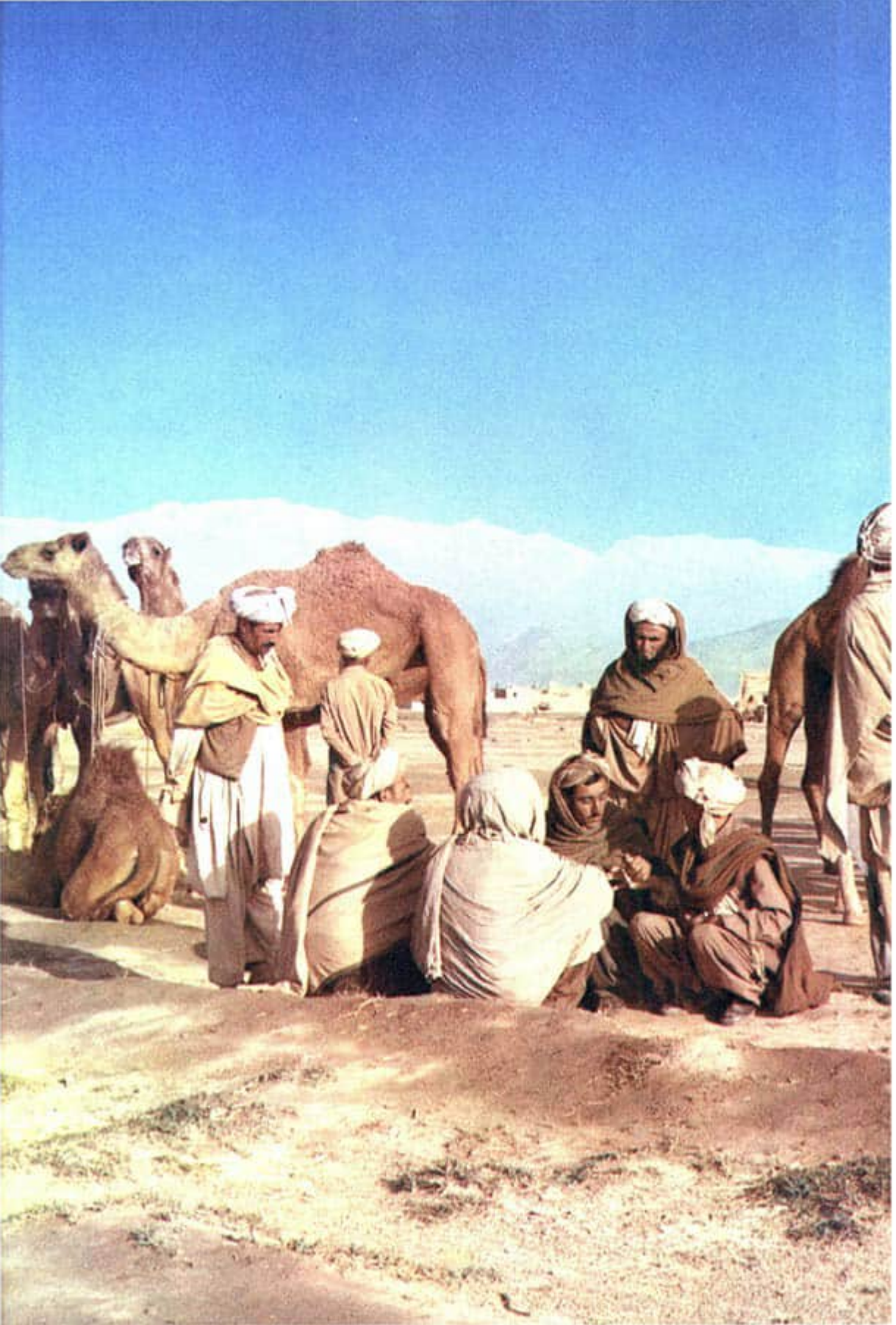
I. S.: Noch ein Wort zu Ihrer Ensemblearbeit. Wie geht der schöpferische Prozeß einer Neueinstudierung vor sich?

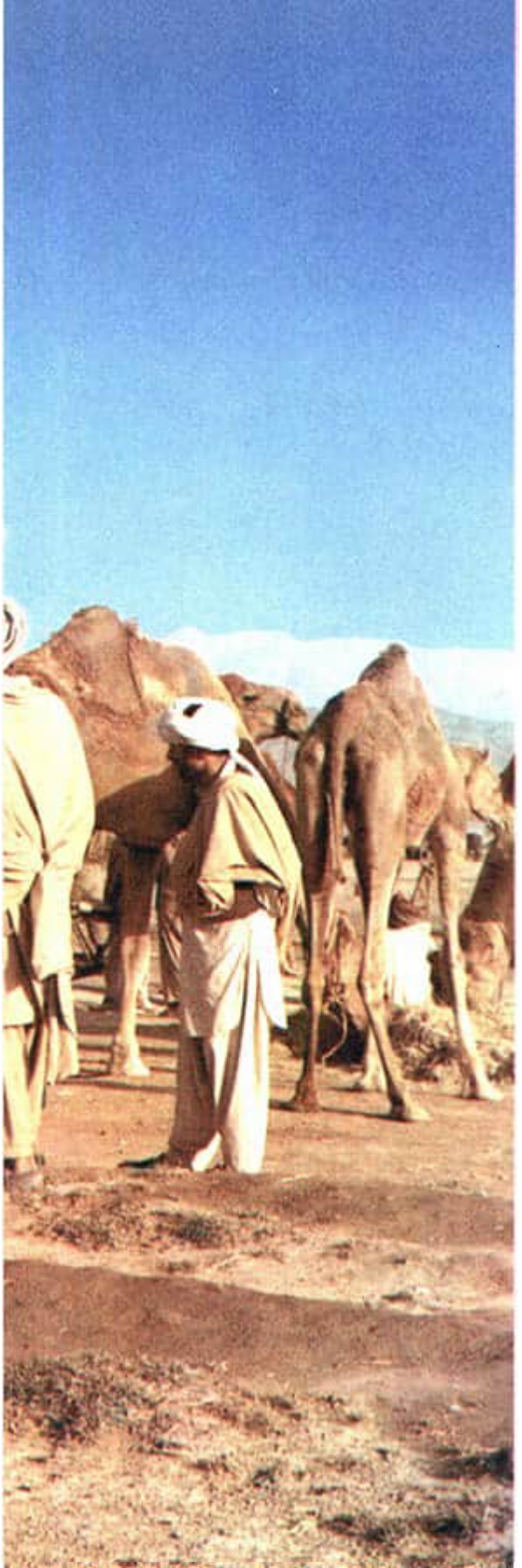
L. F.: Alles entwickelt sich in gemeinsamer Arbeit. Heute sind wir so weit, daß ich meist nur einen Punkt der Handlung festlege, dazu natürlich meine konzeptionellen Absichten sowie die prinzipielle Charakteristik jeder Figur. Dann entsteht durch Proben ein wunderbares kreatives Zusammenspiel. Jedes Ensemblemitglied kann eigenschöpferisch seine Figur gestalten, aber die Grundsubstanz muß erhalten bleiben. Ich glaube, daß dadurch jeder Pantomime noch tiefer in seiner Aufgabe lebt, weil er sie so intensiv erarbeitete.

I. S.: Zu Ihren künstlerischen Aufgaben kommt schließlich die Funktion des Dozenten hinzu.

L. F.: Das ist eine wunderbare Ergänzung. Ich arbeite an der Akademie der musischen Künste Prag mit Schauspielern, Opernsängern, Regisseuren und Choreographen und bleibe damit auch ihrer Arbeit verbunden. Wichtig sind mir vor allem unsere alljährlichen Seminare im Theater am Geländer mit internationaler Beteiligung, übrigens auch aus der DDR. Die Entwicklung der Pantomime in Ihrer Republik mit so begabten Vertretern wie Eberhard Kube, Volkmar Otto, Peter Lux/Berlin, Harald Seime/Jena und ihren Gruppen verfolge ich mit Interesse. Dankbar bin ich allen Verbündeten, vor allem aber meinen engsten Mitstreitern, den elf Ensemblemitgliedern, für ihre Bereitschaft zum Suchen nach neuen Wegen, für alle schöpferischen Impulse, die der Pantomime ihren geachteten Platz im Reigen der darstellenden Künste sichert und erweitert.

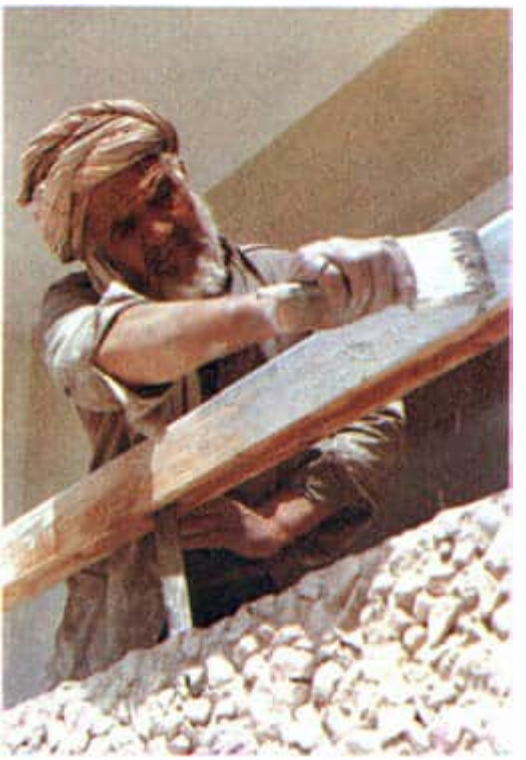
Links und oben: Szenen aus dem Programm »Funambules 77«, das Jean Gaspard Debureau gewidmet ist





Aufbruch am HINDU-KUSCH

Dr. sc. Manfred Lorenz

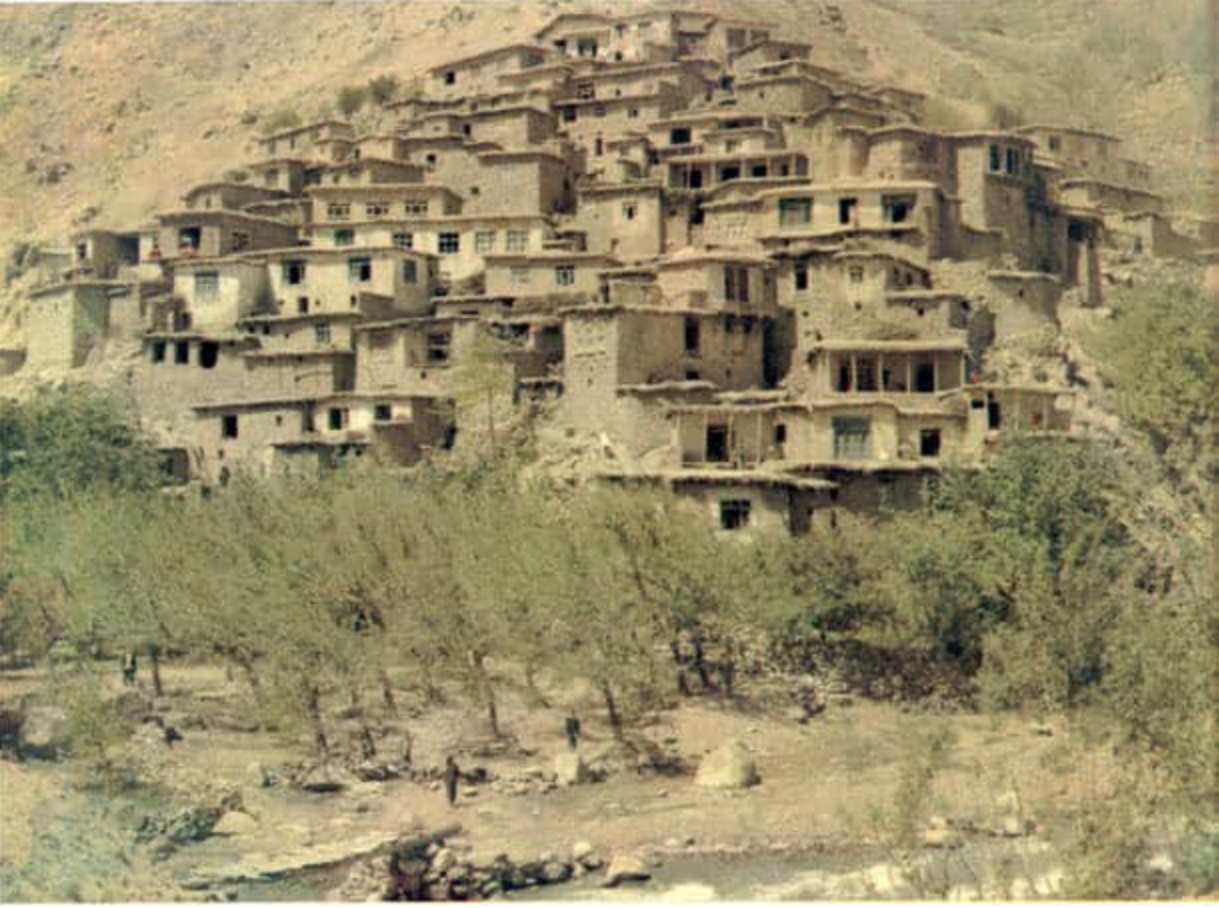


Durch die Aprilrevolution von 1978 ist Afghanistan, das Land am Hindukusch, in den Blickpunkt allgemeiner Aufmerksamkeit gerückt. Progressive Kräfte unter Führung der Demokratischen Volkspartei Afghanistans sind seitdem bemüht, das Land aus seiner feudalen und halbfeudalen Rückständigkeit herauszureißen, eine fortschrittliche Entwicklung für alle Nationalitäten Afghanistans einzuleiten und dabei zugleich die traditionelle Politik der Bewahrung der Unabhängigkeit und Nichtpaktgebundenheit fortzusetzen.

Die Stämme der Pashtanen (auch Pakhtanen oder Pathanen) setzten sich gemeinsam mit ihren tadshikischen Nachbarn bereits im 16. bis 18. Jh. gegen die Unterwerfungsversuche indischer Großmoghuln und persischer Schahs zur Wehr. Einer der bedeutendsten afghanischen Nationaldichter, Chuschhal-Chan Chattak (1613–1689), war gleichzeitig einer der Führer dieses Freiheitskampfes. Das erste afghanische Staatswesen, in dem neben Pashtanen und Tadshiken auch Usbeken, Turkmenen, Belutschen und die im zentralen Hochland lebenden Hasâra (Hezareh) – wenn auch nur lose – vereint waren, entstand 1747. Es zerfiel Anfang des 19. Jh. in eine Reihe kleiner feudaler Emirate mit Zentren in Kabul, Kandahar, Herat und Peschawar. Das ganze 19. Jh. war gekennzeichnet durch den Widerstand gegen die Kolonialisierungsbestrebungen Großbritanniens. Das afghanische Volk ist stolz darauf, daß es den Briten nicht gelang, in zwei Kriegen (1839–1842 und 1878–1880) das Land zu unterwerfen. Unter politischem und militärischem Druck Englands akzeptierte jedoch der auf die Festigung seiner eigenen Macht bedachte Emir Abdurrahman nach dem zweiten eng-

Am Ufer des zwischen Kabul und Jalalabad gelegenen Naghlu-Stausees

Im Salang-Südtal im Hindukusch: Wie Schwalbennester kleben diese Häuser am Hang · Der »Triumphbogen des Sieges« in Baghman, einem Dorf in der Nähe von Kabul



AKAI

lisch-afghanischen Krieg koloniale Bedingungen. Er verzichtete z. B. auf die außenpolitische Vertretung seines Landes und erkannte die 1893 willkürlich festgelegte Grenzlinie zu Britisch-Indien, die sogenannte Durand-Linie, an, durch die fast die Hälfte aller pashtanischen Stämme von Afghanistan abgetrennt wurde. Mit der Bildung des pakistanischen Staates im Jahre 1947 kamen diese und die südlich davon wohnenden Belutschen zu Pakistan. Die Demokratische Republik Afghanistan betrachtet zwar die Situation in diesem Gebiet, das von afghanischer Seite Paschtunistan genannt wird, als politische Differenz in ihren Beziehungen zu Pakistan, schlägt jedoch eine friedliche Lösung auf dem Wege von Verhandlungen auf der Grundlage der historischen Gegebenheiten und entsprechend dem Willen der Pashtanen und Belutschen vor.

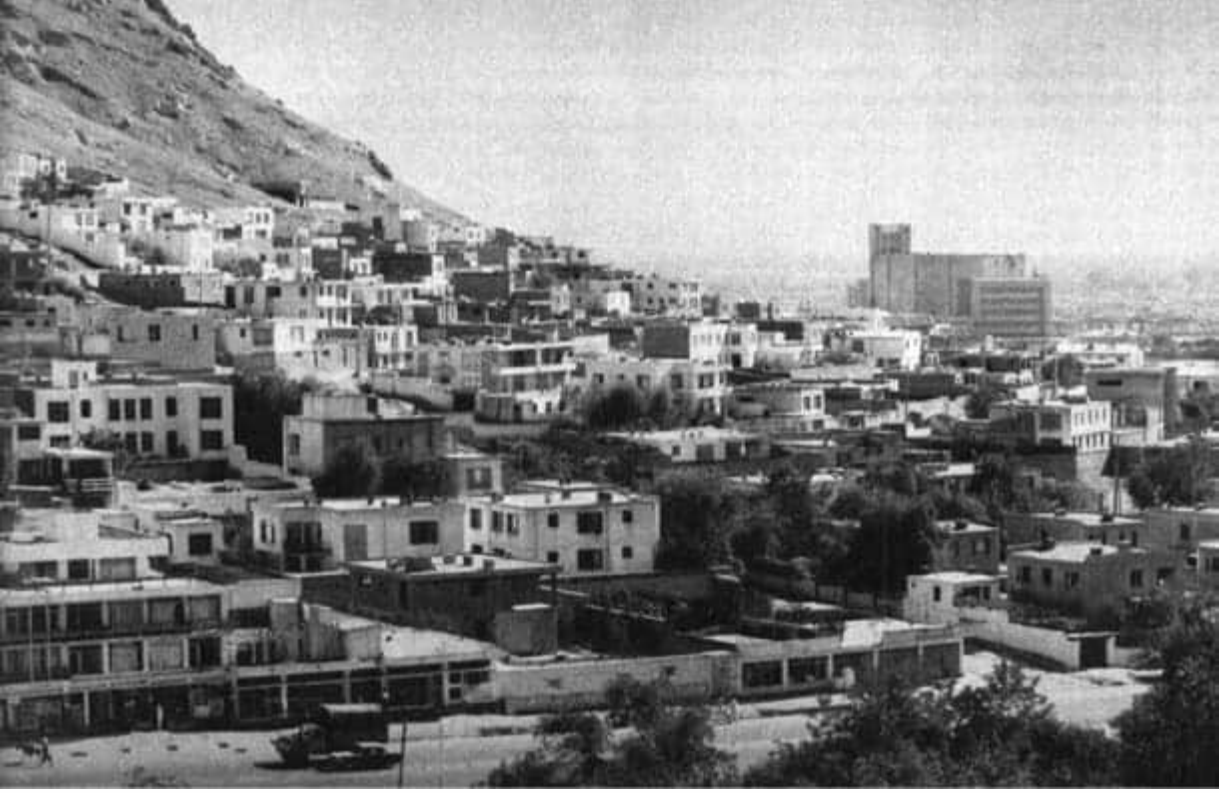
Nachdem mit der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution und der Durchsetzung der leninschen Politik der friedlichen Koexistenz die imperialistische Bedrohung durch das zaristische Rußland im Norden weggefallen war, setzte das afghanische Volk unter der Führung des Emirs und späteren Königs (= Schah) Amanullah im dritten englisch-afghanischen Krieg die endgültige Unabhängigkeit seines Landes durch. Der 19. August, an dem im Jahre 1919 der Friedensvertrag von Rawalpindi unterzeichnet wurde, ist seitdem afghanischer Nationalfeiertag. Zwischen Afghanistan und seinem sowjetischen Nachbarn entwickelten sich freundschaftliche, gutnachbarliche Beziehungen, festgelegt in den Neutralitäts- und Nichtangriffsverträgen von 1921 und 1931, die noch heute wirksam sind und auf die sich der Freundschaftsvertrag vom Dezember 1978 bezieht. Seit dieser Zeit verfolgen alle afghanischen Regierungen einen Kurs der Neutralität und Nichtpaktgebundenheit. Auch die Beziehungen zu den anderen Nachbarn, Iran, Indien und China, sowie zu den europäischen Staaten entwickelten sich normal.

Da die nationale Befreiung nach 1919 nicht mehr auf der Tagesordnung stand, richteten die afghanischen progressiven Bewegungen der folgenden Zeit ihr Augenmerk auf die Modernisierung des Landes, insbesondere die Industriealisierung und Alphabetisierung. Man spricht von einer Bewegung der Jungafghanen, deren Verbindungen bis in das Königshaus reichten. Ihr Ziel waren bürgerliche Reformen, mit denen die Rückständigkeit Afghanistans überwunden werden sollte. Gebremst wurde die Entwicklung durch die feudalen Landbesitzer und die mit ihnen eng verbundenen orthodoxen islamischen Kreise, durch überholte Stammesbeziehungen, technische Rückständigkeit, Naturalsteuern, aufrechterhaltene Binnenzölle, fehlende Gesetze zum Schutze des Eigentums (eine Verfassung wurde erstmalig 1923 erlassen), durch Willkür der Chans und ihrer Beamten sowie durch das autokratische Regime des Herrschers. Als der reformfreudige junge König Amanullah versuchte, von oben herab, ohne breite Unterstützung durch das Volk, das Land nach europäischem Vorbild zu modernisieren, kam es Ende 1928 zu einer Revolte, bei der die islamische Geistlichkeit eine wesentliche Rolle spielte, und Amanullah mußte Afghanistan verlassen. Die nach einer kurzen Zeit der Wirren an die Macht gekommene Dynastie Nadir-Schah ging nur zögernd an die Änderung der gesellschaftlichen Verhältnisse heran. (Der unter Amanullah aufgehobene Schleierzwang für die Frauen wurde z. B. wieder eingeführt und galt bis 1959.)

Kreise der Intelligenz waren Ende der dreißiger Jahre und vor allem nach dem zweiten Weltkrieg bestrebt, durch eine Verbesserung der Volksbildung Veränderungen im Lande herbeizuführen. 1946/47 gewann eine lose Vereinigung von Schriftstellern, Publizisten und Lehrern verschiedenster Herkunft großen Einfluß auf das geistig-kulturelle Leben in Afghanistan. Sie nannte sich »Wish zalmijân« (Wache bzw. Aktive Jugend). Zu ihren Mitgliedern gehörten bedeutende Schriftsteller wie Abdurrauf Benawa, Gul Patscha Ulfat und Nur Muhammad Taraki.

Die Regierungszeit des Ministerpräsidenten

Kabuler Jungen beim Pastetenverkauf Typische Straßenszene in der Hauptstadt Afghanistans: Die junge Generation beginnt, mit der Tradition des Chadari-Schleiers zu brechen



Muhammad Daud (1953–1963), eines Vetters und Schwagers des Königs, brachte zwar einige geringe ökonomische und soziale Veränderungen (staatsregulierte Wirtschaft, Abschaffung des Schleierzwangs für Frauen), im politischen Leben änderte sich jedoch nichts. Afghanistan blieb rückständig und unterentwickelt, ohne wesentliche Industrie, mit feudalen Verhältnissen auf dem Lande und einer Analphabetenquote von etwa 95%. Die zahlenmäßig nur schwach entwickelte Arbeiterklasse verfügte bis in die sechziger Jahre weder über eine Organisation noch über ein Publikationsorgan. Gewerkschaften waren nicht zugelassen. Von den marxistischen Zirkeln, die im Lande arbeiteten, drang nichts an die Öffentlichkeit. Die neue Verfassung von 1964 enthielt zwar einen Artikel, der die Gründung politischer Parteien zuließ, doch hatte sich Zahir-Schah bis zuletzt geweigert, ein entsprechendes Parteiengesetz zu unterzeichnen. Unter den gelockerten Umständen konnten sich aber – oftmals um Zeitungen – Gruppierungen bilden, die den Grundstein für künftige Parteien bilden sollten.

So versammelten sich am 1. Januar 1965 die Vertreter einzelner marxistischer Zirkel in Kabul zum ersten Kongreß einer progressiven Arbeiterpartei des Landes, der Demokratischen Volkspartei Afghanistans (DVPA). An die Spitze eines siebenköpfigen Zentralkomitees wurde Nur Muhammad Taraki als Generalsekretär gewählt. Einer der prominentesten Vertreter dieses ZK war Babrak Karmal. Der Gründungskongreß nahm als wichtigstes Dokument das Programm der Partei an, das in der ersten Nummer der Zeitung »Chalk« (Volk) in den zwei offiziellen Landessprachen Pashto und Dari am 11. April 1966 erschien. Darin hieß es: »Die politische Basis einer nationalen und demokratischen Regierung Afghanistans wird bestehen aus einer nationalen Einheitsfront sämtlicher fortschrittlichen, demokratischen und patriotischen Kräfte, d. h. der Arbeiter, der Bauern, der fortschrittlichen Intelligenz, der Handwerker, der Kleinbourgeoisie (kleine und mitt-

Kabul, Verwaltungs-, Kultur- und Wirtschaftszentrum der Demokratischen Republik Afghanistan: Blick über ein am Rande der umliegenden Berge erbautes Stadtviertel

lere Grundbesitzer) und der nationalen Bourgeoisie (nationale Kapitalisten), die für die nationale Unabhängigkeit, für die Verbreitung von Demokratie im gesellschaftlichen Leben und für den Endsieg der demokratischen Bewegung über Feudalismus und Imperialismus einen nationalen und demokratischen Kampf führen.« Als Ziele dieser Einheitsfront in der nationaldemokratischen Revolution wurden genannt: der nichtkapitalistische Entwicklungsweg, die Beseitigung der Feudalverhältnisse auf dem Lande, eine Kulturreform, die demokratische Lösung der nationalen Frage sowie eine progressive Außenpolitik. Bereits kurze Zeit nach dem Gründungskongreß kam es allerdings zu einer Spaltung zwischen den zwei nach den Zeitschriften »Chalk« (Volk) und »Partscham« (Fahne) benannten Parteiflügeln. Obwohl beide auf dem Boden des Marxismus-Leninismus standen, stellten sich unterschiedliche Auffassungen in taktischen Fragen der Durchführung des Parteiprogramms heraus.

Inzwischen hatte angesichts der unhaltbaren Zustände im Lande am 17. Juli 1973 ein Staatsstreich unter der Führung des ehemaligen Premiers Muhammad Daud stattgefunden. Zahir-Schah wurde zur Abdankung gezwungen, doch die Errichtung einer republikanischen Ordnung brachte keine wesentlichen Änderungen der sozialökonomischen Struktur. Ein Gesetz über die Bodenreform von 1975 blieb unwirksam. Das Vertrauen der Massen in das Daud-Regime sank rapide. Als Daud in der 1977 verkündeten neuen Verfassung alle Parteien außer seiner eigenen für ungesetzlich erklärte, traf die Demokratische Volkspartei Afghanistans, die die Republik zunächst begrüßt hatte, Vorkehrungen für eine Revolution. Insbesondere verstärkte man die Parteiarbeit in den Streitkräften. Durch die Wiedervereinigung der beiden Parteiflügel im Sommer 1977 war eine wichtige Voraussetzung für den Sieg der Aprilrevolution am 27. 4. 1978 (= 7. Saur 1357 afghanisch-islamischer Zeitrechnung) geschaffen worden. Am 29. April 1978 konstituierten sich der Revolutionsrat und die revolutionäre Regierung aus führenden Mitgliedern der DVPA mit Nur Muhammad Taraki an der Spitze. Sein Stellvertreter wurde Babrak Karmal.

Die ersten Maßnahmen der revolutionären Regierung deuteten an, daß eine grundlegende Umgestaltung der afghanischen Gesellschaft angestrebt wird. Es soll eine Gesellschaft frei von Unterdrückung, Ausbeutung und Rückständigkeit aufgebaut werden, die zugleich Rücksicht auf die tief im Volke verwurzelte islamische Religion nimmt. Die bedeutendsten im Jahre 1978 verkündeten Dekrete der neuen Regierung sind:

– Dekret Nr. 6 (vom 12. 7. 1978): Etwa elf Millionen Kleinbauern und Landarbeiter werden von ihren Schulden an die Großgrundbesitzer und Wucherer befreit;

– Dekret Nr. 7 (vom 17. 10. 1978): Die Gleichberechtigung der Frau wird durchgesetzt und das Verbot des Brautpreises für Mädchen erklärt;

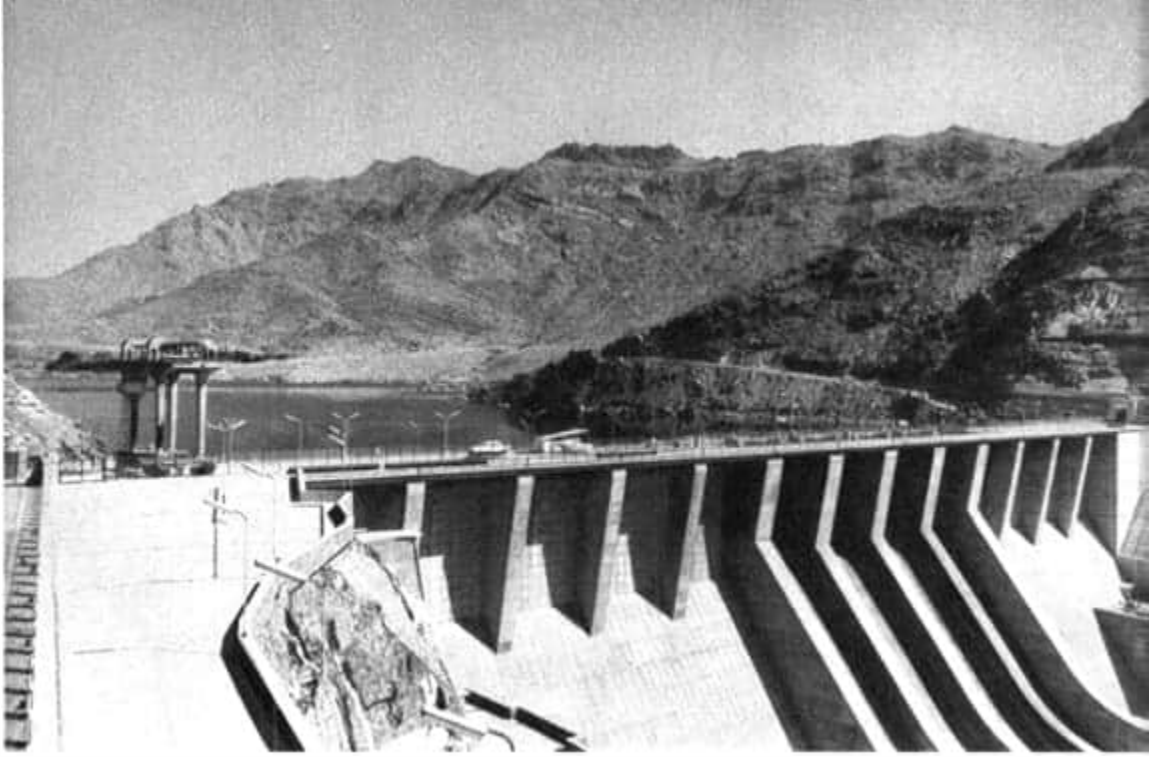
Baustelle in der Landesmetropole

– Dekret Nr. 8 (vom 2. 12. 1978) »Über den Boden«: Der Landbesitz einer Familie wird auf 6 ha Boden erster Güte (oder dessen Äquivalent) beschränkt. Überschüssiges Land wird kostenlos an landlose und landarme Bauern und an Landarbeiter verteilt. Außerdem werden Maßnahmen der Kreditierung, der Bewässerung sowie der Dünger- und Gerätebeschaffung eingeleitet. Die Bildung von Kooperativen wird gefördert. – Die Bodenreform wurde jedoch nicht voll wirksam, in vielen Gebieten ist die arme Bauernschaft noch immer von Grundbesitzern und Wucherern abhängig. Daher wurde 1980 eine auf drei Jahre befristete zweite Etappe der Bodenreform eingeleitet, die das Ziel hat, frühere übereilte Schritte und Überspitzungen auszugleichen.

Zugleich ist man um die Erhöhung der Industriekapazität bemüht. Der Fünfjahrplan 1979 bis 1983 sieht 25 Großprojekte vor. Außerdem soll das Verkehrsnetz verbessert werden. (Afghanistan besitzt keine Eisenbahn, der Transport erfolgt per Flugzeug, Auto oder z. T. noch mit Lasttieren.)

Große Aufgaben sind im Bereich der Volksbildung zu lösen. Die Analphabetenquote wird noch immer auf über 90 % der Bevölkerung geschätzt. 1977/78 lernten an den afghanischen Schulen 824000 Jungen und nur 152000 Mädchen (im Vergleich dazu in der DDR 1978 insgesamt etwa 2,5 Millionen Schüler). Durch den Bau neuer Schulen und Einrichtungen von Kursen zur Überwindung des Analphabetentums soll eine tiefgreifende Wende erreicht werden.

Auch das Gesundheitswesen bedarf einer quantitativen und qualitativen Verbesserung. Die afghanische Statistik für 1977/78 gibt an, daß dem Lande nur 819 Ärzte und 95 Zahnärzte zur Verfügung standen, davon war allerdings über die Hälfte in der Hauptstadt tätig. In der Südwestprovinz Nimros (mit schätzungsweise 105000 Einwohnern) gab es 1976 nur vier Ärzte und keinen Zahnarzt. Die Lebenserwartung ist mit 40 Jahren im Durchschnitt eine der niedrigsten in Asien (Indien 51, Pakistan 53, Nepal 45 Jahre). Vor einigen Jahren lag sie sogar bei nur 35 Jahren. Die Mütter- und



Säuglingssterblichkeit ist besonders hoch, 1976/77 betrug sie 220 auf 1 000 Säuglinge.

Bei der Lösung der nationalen Frage konnten bereits Fortschritte erzielt werden, um die durch den Imperialismus geschürte Zwietracht zwischen den Nationalitäten zu überwinden. Neben den beiden bisher offiziell als Staatssprachen zugelassenen Pashto und Dari (einer Variante des Persischen, die bis 1936 alleinige Staatssprache war) gibt es jetzt schon Publikationen in Usbekisch, Turkmenisch und Belutschi, doch wird die Anwendung der Sprachen nationaler Minderheiten in der Volksbildung sicher noch Schwierigkeiten bereiten.

Mit der Durchsetzung der demokratischen Maßnahmen, insbesondere mit Beginn der Realisierung des Bodenreformprogramms im Januar 1979 verstärkten sich die Angriffe der Gegner einer progressiven Entwicklung in Afghanistan. Verschärft wurde die Lage noch durch grausame Repressalien Hafizullah Amins gegen Partei- und Armeekader, gegen Vertreter der Intelligenz und islamische Geistliche sowie gegen breite Kreise der werktätigen Bevölkerung. Amin hatte im September 1979 sämtliche führenden Funktionen im Partei- und Staatsapparat übernommen, nachdem es ihm schrittweise gelungen war, zunächst Babrak Karmal und dessen Anhänger und dann Taraki selbst auszuschalten. Er verfolgte eben jene Schichten, auf die sich die Aprilrevolution gestützt hatte, und leistete damit den Kräften der Konterrevolution Vorschub. So spitzte sich die Situation der Demokratischen Republik Afghanistan im Innern außerordentlich zu, bedingt durch die objektive Rückständigkeit des Landes, durch die verräterische Politik der Amin-Regierung und durch die von ausländischen Kräften gestützte Konterrevolution, die mit allen Mitteln des Terrors und der Subversion den Prozeß der Normalisierung des Lebens in der DRA zu behindern suchte und weiterhin sucht. Darüber hinaus bildeten sich – ebenfalls mit fremder Hilfe – nahe der Grenze des Landes, vor allem im benachbarten Pakistan, konterrevolutionäre Zentren, die einen nichterklärten Krieg gegen Afghanistan entfachten und die eine ernste Bedrohung der Souveränität des

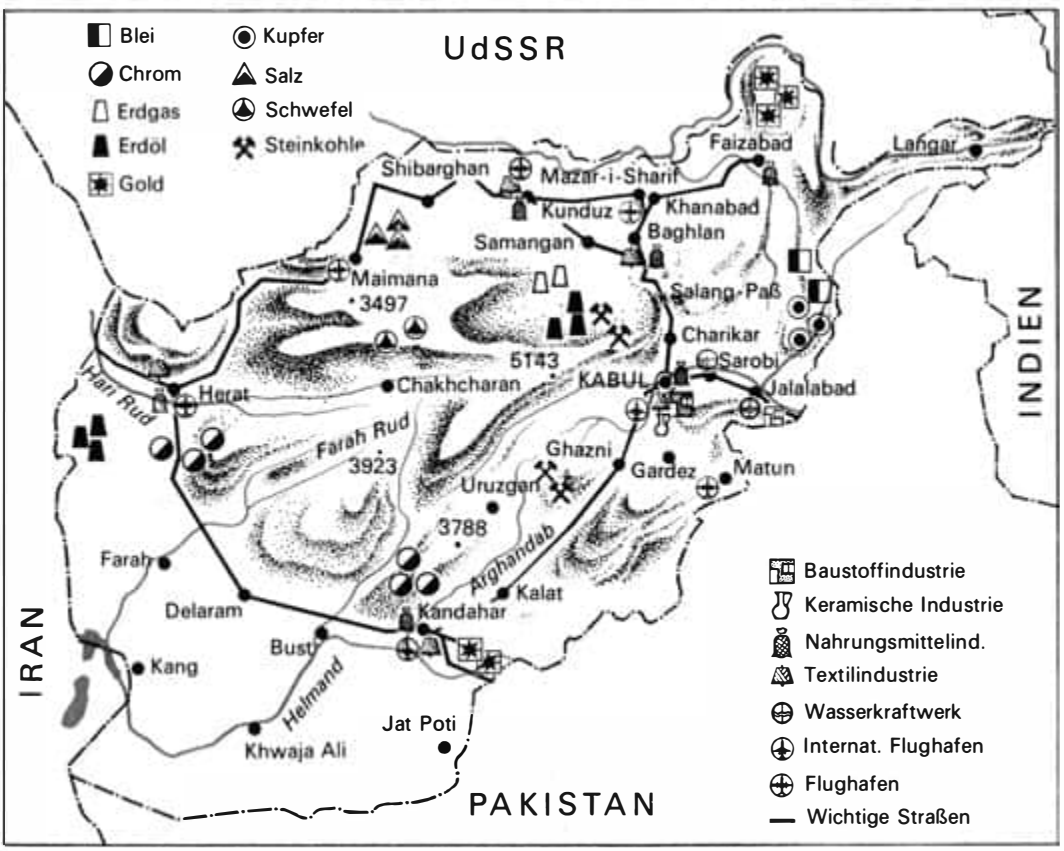
Symbole sowjetischer Hilfe beim wirtschaftlichen Aufbau und bei der verkehrstechnischen Erschließung des Landes am Hindukusch: Serpentinen einer von Kabul nach Jalalabad führenden Straße . . .

. . . Stausee und Kraftwerk im Naghlu-Tal zur Versorgung der afghanischen Hauptstadt mit Energie

afghanischen Staates wie der Errungenschaften der Aprilrevolution darstellen.

In dieser gefährlichen Situation gelang es patriotischen Kräften in der Partei mit Hilfe zuverlässiger Teile der Armee, eine neue Etappe der Revolution einzuleiten. Am 27. Dezember 1979 wurde Amin gestürzt. An die Spitze des neugebildeten Revolutionsrates und der neuen Regierung trat Babrak Karmal. Eine Generalamnestie für politische Gefangene wurde verfügt. Die breite nationale Front aller progressiven Kräfte soll unter Führung der DVPA die Aprilrevolution fortsetzen. Laut den am 21. 4. 1980 veröffentlichten Grundprinzipien der Demokratischen Republik Afghanistan, der vorläufigen Verfassung des Landes, gehört die Staatsmacht dem werktätigen Volk. Der Islam wird als heilige Religion respektiert, und demokratische Rechte und Freiheiten sind für alle Nationalitäten und Stämme gewährleistet. Gegenwärtig konzentriert man sich im Innern auf die Stärkung der DVPA als der führenden und mobilisierenden Kraft in Gesellschaft und Staat, auf die Wiederherstellung von Ordnung und Sicherheit im ganzen Land sowie auf den Wiederaufbau der Wirtschaft. Außenpolitisch setzt die Regierung der DRA den traditionellen Kurs der Neutralität und Nichtpaktgebundenheit fort. (Afghanistan war Teilnehmer der Konferenz der nichtpaktgebundenen Staaten in Havanna 1979.)

Die guten Beziehungen zum sowjetischen Nachbarn waren durch die Unterzeichnung des Freundschaftsvertrages vom 5. 12. 1978 erneut bekräftigt worden. Entsprechend diesem Vertrag und in Übereinstimmung mit Artikel 51 der



Demokratische Republik Afghanistan
(pashto: De Afghânistân Demokrâtik Dshumhurijat; dari: Dshumhurijat-i Demokrâtik-i Afghânistân)

Territorium: 652090 km², davon vier Fünftel Gebirgs- und Hochsteppenland (4000 bis 5000 m). Grenzt im N an die UdSSR, im W an Iran, im S und O an Pakistan, im äußersten NO ein kleiner Streifen gemeinsamer Grenze mit der VR China. Afghanistan hat keinen Zugang zum Meer.

Klima: Vorwiegend trockenes Kontinentalklima, in den Niederungen des Ostens subtropisches Klima. Durchschnittlicher Jahresniederschlag 100 bis 400 mm

Bevölkerung (1979): 15,55 Millionen, davon 8 Millionen männlich; 12,7% wohnen in Städten, etwa 16% sind Nomaden und Halbnomaden. Nationale Zusammensetzung: Pashtanen (Pakhtanen) über 50%, Sprache Pashto; Tadshiken 30%, Hasâra (auch Hezareh) 8% (beide sprechen das dem Persischen nahestehende Darî); 10% turksprachige Usbeken, Turkmenen, Kirgisen; außerdem Belutschen, Pamirvölker, Inder u. a. 99% der Bevölkerung sind Mohammedaner, davon 80% Sunniten.
Hauptstadt: Kabul, etwa 900000 Einwohner. Weitere größere Städte: Kandahar, Herat, Baghlan, Charikar, Kunduz, Maimana, Mazar-i Sharif, Jalalabad
Die in der Entwicklung begriffene Arbeiterklasse (etwa 1,5%) ist auf die wenigen Städte konzentriert.

Währungseinheit: Afghani = 100 Pul. 1 US-Dollar = 45 Afs. (Oktober 1980)

Wirtschaft: Afghanistan ist eines der ökonomisch rückständigsten Länder der Welt, Pro-Kopf-Einkommen jährlich etwa 6000 Afs. (= 130 Dollar); Bodenschätze: Steinkohle, Erdgas, Eisen, Buntmetalle, Salz (insgesamt wenig erforscht). Es gibt nur wenige Industriebetriebe (Textil-, Nahrungsgüter-, Autoreparaturwerke). Die Landwirtschaft ist bisher gering entwickelt. Die feudale und halbfeudale Struktur wurde durch das Bodenreformgesetz von 1978 geändert.
Hauptausfuhrgüter: Wolle, Baumwolle, Früchte, Karakulfelle, Teppiche (Ausfuhr 1977/78 für 313,3 Mio Dollar)
Haupthandelspartner (bisher): UdSSR, ČSSR, USA, Indien, Japan, BRD

Verkehr: Keine Eisenbahn; 2829 km asphaltierte oder betonierte Verkehrsstraßen, die wichtigsten von Kabul nach Norden (durch den Salang-Tunnel) und Süden nach Kandahar, von dort nordwestlich nach Herat

Staatsaufbau: Afghanistan ist in 26 Provinzen (Wilajats) gegliedert. Die am 21. 4. 1980 veröffentlichten Grundprinzipien der DRA bestimmen den Revolutionsrat als höchstes Organ und die Demokratische Volkspartei Afghanistans als führende und mobilisierende Kraft des Landes. Vorsitzender des Revolutionrates und Ministerpräsident ist der Generalsekretär der Partei, Babrak Karmal.

UNO-Charta entsandte die UdSSR Ende Dezember 1979 auf Bitten der afghanischen Regierung zeitweilig Truppenkontingente zum Schutz der territorialen Integrität Afghanistans. Die Hilfe der Sowjetunion auf militärischem, ökonomischem, kulturellem, medizinischem und anderen Gebieten wird verstärkt fortgeführt.

Auch zu den anderen benachbarten Staaten strebt die DRA friedliche, gutnachbarliche Beziehungen an. Von besonderer Bedeutung sind die Vorschläge der afghanischen Regierung vom 14. 5. 1980, in denen Verhandlungen mit Iran und Pakistan über die Normalisierung der Beziehungen mit dem Ziel zweiseitiger Abkommen vorgeschlagen wurden. In mehreren Erklärungen wird besonders auf die historischen Gemeinsamkeiten zwischen den Völkern Afghanistans, Irans und Pakistans verwiesen. Die wegen des Paschtunistan-Problems mit Pakistan bestehenden Spannungen sollten unter Beachtung des Willens der Pashtanen und Belutschen gelöst werden. Die Regierung Karmal sprach sich ebenfalls für ein gutes Verhältnis zum benachbarten China aus. Sie hob ferner hervor, daß der weitere Ausbau der Beziehungen zwischen Afghanistan und Indien einer der wichtigsten Faktoren des Friedens und der Sicherheit in dieser Region ist. Die sozialistischen Länder, darunter die DDR, stehen dem afghanischen Volk in seinem Kampf um grundlegende sozialökonomische Veränderungen kameradschaftlich zur Seite.

...dank einer großen, starken Liebe

Hans-Dieter Tok

In den frühen Herbsttagen des Jahres 1980 verzeichnen die großen Premierenkinos der Republik einen höchst beachtlichen Zuspruch: »Die Verlobte«, Koproduktion zwischen DEFA und Fernsehen – kurz zuvor auf dem Internationalen Festival in Karlovy Vary mit der höchsten Trophäe, dem Kristallglobus, geehrt –, ergreift, bewegt, erschüttert ein vielköpfiges Publikum, wird ihm zum nachwirkenden, aktivierenden Erlebnis. Günter Reisch und Günther Rücker schufen das meisterliche Werk nach einer autobiographischen Romantrilogie von Eva Lippold. Sie erzählen eine Liebesgeschichte, wie sie nicht allzu oft auf der Leinwand zu sehen ist. Hella Lindau, Mitte der Zwanzig, ist von einem Nazigericht zu zehn Jahren Zuchthaus verurteilt worden. Hinter den braunen Kerkermauern erduldet sie ein Inferno menschlicher Erniedrigung und Demütigung. Aus ihrer festen Gesinnung, aus bescheidener Solidarität, vor allem aus der großen, starken Liebe zu Hans Reimers, dem Lebensgefährten, dem Kampfgenossen, ihrem Mann, bezieht sie die unerläßliche Kraft, die nackte Existenz zu retten, als Mensch zu überleben. Seine Treue, seine Fürsorge und sein unermüdliches Ringen um sie in diesen so bitteren dreißiger Jahren, beider verläßliches, unzerstörbares Miteinander werden für die eingesperrte Frau zum Inbegriff des Lebens und des Überlebens, des Sich-Überwindens und der Standfestigkeit. Diese Liebe wird zum Schutz ihrer Menschlichkeit, die sie sich trotz der Hölle ringsum bewahrt und die sie weitergibt. –

Der schlichte, verhaltene, nahezu balladeske Film mit seiner reichen und dichten Bilderwelt, mit seiner künstlerischen Kraft und seinem ästhetischen Stilwillen wird auch zu einem Ereignis des internationalen Kolloquiums »Antifaschismus und Film – Geschichte, Gegenwart, Aufgabe«, das der Verband der Film- und Fernsehschaffenden der DDR während der ersten Septembertage 1980 in Weimar veranstaltet. Namhafte Künstler aus neun sozialistischen Ländern haben sich eingefunden, um in einem Staat, der den Faschismus mit seinen ökonomischen und sozialen Wurzeln ausgerottet hat, ihre Verantwortung zu bekräftigen, die sie mit ihrer massenwirksamen Filmkunst tragen. In dem »Weimarer Manifest« formulieren sie, daß der Antifaschismus für den Film wie für das Fernsehen kein Thema von gestern ist. Sie verweisen voller Besorgnis darauf, daß die Politik imperialistischer Aggression Frieden und Entspannung in der Welt bedroht, daß rassistische Unterdrückung wütet und blutbesudelte Militärdiktaturen herrschen, daß Antikommunismus und Antisowjetismus das gesunde Klima der Zusammenarbeit der Völker gefährden. Und sie bekennen: »Antifaschismus ist unser Ja zum Leben und zur glücklichen Zukunft der Menschheit. Wir sehen darin einen

Jutta Wachowiak als Hella Lindau in »Die Verlobte«

bestimmenden Teil unseres künstlerischen Auftrages.«

Diese Worte, Bekräftigung einer ideellen Position ebenso wie Appell an Gleichgesinnte auf allen Kontinenten, korrespondieren in den endsiebziger Jahren mit einer Vielzahl beachtlicher, sogar herausragender Filme, die eine konsequent antifaschistische Thematik und Haltung aufweisen. In ihnen setzen sich sozialistische wie bürgerliche Künstler mit großen menschheitsbewegenden Belangen auseinander, artikulieren Alternativen – Krieg oder Frieden, Humanismus oder Barbarei, Wahrheit oder Lüge, Selbstverwirklichung des Menschen oder seine Manipulierung, seine Entmündigung. Die Rückbesinnung auf die dreißiger und vierziger Jahre wird vielfach zum künstlerischen Gleichnis, das geschichtliches Denken, Gegenwartsverständnis und Sinn für die Epoche zu fördern vermag.

Sowjetische und amerikanische Film- und Fernsehschaffende, unter ihnen Roman Karmen und Burt Lancaster, verbreiten mit der zwanzigteiligen Serie »Die entscheidende Front« in einer Zeit fieberhaften Wettrüstens und latenter Weltkriegsgefahr die Wahrheit über den Großen Vaterländischen Krieg. Larissa Schepitko, die allzu früh gestorbene, hochtalentierte Moskauer Regisseurin, kommt in ihrem mehrfach preisgekrönten Werk »Aufstieg« der Größe und Gewalt der antiken Tragödie nahe, wenn sie die Würde des Menschen unter barbarischen Umständen verteidigt. Ähnliches unternimmt Zoltán Fábri, Ungarns wohl berühmtester Regisseur, in seinem gleichfalls ausgezeichneten Film »Das fünfte Siegel«: Er sinniert über das Verhältnis von Gewalt und Humanität, von Barbarei und menschlicher Größe, und er lobpreist die Kraft der Schwachen, die zu Verteidigern und Wahrern menschlichen Lebens und menschlicher Würde werden.

Und einige weitere Titel dieser Jahre: In

»Der Übergang« mit Hugo Medina, Oscar Castro und Anibal Reyna, im Exil lebenden chilenischen Schauspielern

»Das Schlangenei« beschwört der Schwede Ingmar Bergman das Berlin von 1923 herauf – und gibt damit ein suggestives Abbild jener chaotisch-präfaschistischen Ära mit all ihrer Furcht, ihrem Entsetzen, ihrer Perversion, ihrer Ohnmacht. In »Julia« erzählt der (Wahl-) Amerikaner Fred Zinnemann von einer ungewöhnlichen Frauenfreundschaft, die sich in schwerer Zeit zu bewähren hat. die letztlich in einer spontanen und integren antifaschistischen Tat mündet. In »Die Macht und ihr Preis« setzt sich der Italiener Francesco Rosi mit dem Neofaschismus in seinem Land auseinander: Das krisengeschüttelte spätbürgerliche System schickt sich an, durch einen Rechtsputsch in der Militärdiktatur Zuflucht zu finden. Eine Phalanx politischer Filme, die mühelos durch andere Titel erweitert werden könnte – auch (und gerade) von DEFA-Produktionen . . .

Seit Wolfgang Staudtes 1946 gedrehtem Werk »Die Mörder sind unter uns«, dem ersten DEFA-Spielfilm überhaupt, gehört das antifaschistische Thema zum Babelsberger Programm. Und das heißt: Von Anbeginn setzten sich Autoren, Regisseure und Akteure konsequent mit dem Faschismus, seinem Wesen, seinem Werden, seinem möglichen wie realen Wiederaufleben auseinander, schufen dabei bedeutende, große, aufrüttelnde, bewegende, polemische, nach wie vor gültige Werke – so Kurt Maetzig (»Ehe im Schatten«, »Der Rat der Götter«) und Erich Engel (»Affaire Blum«), Wolfgang Staudte (»Rotation«, »Der Untertan«) und Gerhard Klein (»Der Fall Gleiwitz«), Konrad Wolf (»Sterne«, »Ich war neunzehn«) und Frank Beyer (»Nackt unter Wölfen«, »Jakob der Lügner«) . . . Ob ältere oder junge Generation, ob Meister oder Schüler – die Auseinandersetzung mit dem Faschismus erfolgte und erfolgt umfassend, vielgestaltig, tiefgründig; dieses brisante Thema wurde und wird durch immer

Viola Schweizer, Axel Griesnau und Jörg Panknin in »Pugowitza«

neue politische Akzente, ethische Fragestellungen und künstlerische Entdeckungen weiter erforscht, als gegenwärtig und menschheitsbewegend begriffen und gestaltet. »Die Verlobte« ist überzeugender Beleg aus jüngerer Zeit dafür – einer von etlichen.

In seiner Verfilmung von Johannes Bobrowskis Roman »Levins Mühle« folgt Horst Seemann getreulich dem Dichter, der sich immer wieder mit dem jahrhundertelangen »unglücklichen und schuldhaften Verhalten des deutschen Volkes zu seinen östlichen Nachbarvölkern« befaßte. Das heißt konkret: Indem Horst Seemann von dem deutschen Mühlenbesitzer Johann erzählt, der anno 1874 in dem zum Kaiserreich gehörenden westpreußischen Dorf Neumühl das Stauwehr flutet und damit – »Mein Recht!« – die Bootsmühle seines jüdischen Konkurrenten Leo Levin zerstört, setzt er sich mit den unheilvollen Untugenden des Antisemitismus, des Rassismus, des Nationalismus auseinander. Er legt dabei faschistoide Keime im preußischen Deutschland – wie seinerzeit schon Staudte in »Der Untertan« – bloß, die alsbald zu gräßlicher Blüte treiben sollten. Aktualität des Films ist auch durch diese Diktion gegeben – ebenso in Wolfgang Kohlhaases und Konrad Wolfs »Mama, ich lebe«, mit dem sie an ihren Erfolg »Ich war neunzehn« anknüpfen. Vier junge deutsche Soldaten, in sowjetische Gefangenschaft geraten, wollen sich – Einsicht ihres Geschicks – in den antifaschistischen Kampf einreihen, setzen 1943/44 als Kundschafter ihr Leben für einen alsbaldigen Frieden ein. Wolf variiert hier sein stetes Thema: Es geht ihm um die Entscheidung, um die Verantwortung des Individuums für den gesellschaftlichen Fortschritt, um seine Suche nach

Szene aus »Aufstieg«

Vanessa Redgrave und Jane Fonda in »Julia«

dem objektiv erforderlichen Platz in den Zeitläuften. »Sie sind abgefahren – und noch nicht angekommen«, kommentiert Konrad Wolf lakonisch die geistige Beschaffenheit seiner vier Helden.

In eben jener Zeit, da vier junge Deutsche auf sowjetischem Boden den entscheidenden Schritt für ihre Zukunft tun, bewahrt die Kommunistin Hella Lindau im braunen Deutschland, elementarster menschlicher Rechte beraubt, Gesinnung, Moral, Fraulichkeit. Dieser wunderbaren Frauengestalt wohnt ein zutiefst polemischer Zug inne: Reisch und Rücker attackieren vulgäre und diffamierende Thesen bürgerlicher Historiker und Politiker vom Kommunisten, seiner »Unmenschlichkeit«, seiner »Gefühlskälte«. Jutta Wachowiak bringt dem Zuschauer in einem bewunderungswürdigen Spiel eine Frau in all ihren Sehnsüchten und Leiden, ihren Träumen und Qualen, in ihrem Verlangen nach dem Geliebten und ihrem Ertragen totaler Entmündigung überaus nahe – und damit Tugenden einer unbeirrbaren, wissentlich handelnden und erduldenden Frau, einer Genossin. (Die Kundschafterin Mirjam in Ruth Werners und Thomas Langhoffs kurz zuvor gesendetem Fernsehfilm »Muhme Mehle« war für Jutta Wachowiak gewissermaßen ein gewichtiger Schritt auf dem Wege zu ihrer Hella Lindau.)

Noch zwei neuere DEFA-Filme müssen erwähnt werden, wenn es um die Gestaltung der Jahre des faschistischen Zusammenbruchs geht: »Ich zwing dich zu leben« und »Pugowitza«. In ersterem beschreibt Ralf Kirsten eine Tragödie höchst sonderlicher Konstellation. Im Frühjahr 1945 verschleppt verzweifelt ein Lehrer, der bislang gutgläubig des »Führers« Gedankengut lehrte, seinen fünfzehnjährigen Sohn, um ihn vor einem sinnlosen »Heldentod« zu bewahren. Zwischen dem einsichtigen, doch zu spät aufbegehrenden und handelnden Vater und dem HJ-besessenen Sohn kommt es am Ende eines militärischen und politischen Fiaskos zu einem unbarmherzigen geistigen Duell, das tragisch endet, doch dem verständnislosen Jungen das Überleben ermöglicht. Geistig verwandt mit diesem Wolfgang ist Alfred Wellms »Pugowitza« alias Heinrich Habermann, ein Zwölfjähriger, der im Frühjahr 1945 in einem

märkischen Dorf mit staunenden Augen und eifriger Naivität den komplizierten Neubeginn erlebt und sich an ihm auf seine kindhafte Weise beteiligt. Jürgen Brauer, bislang Kameramann, so von dem Film »Die Verlobte«, agiert hier erstmals als Regisseur. Er erzählt in einer konsequent bildhaften und koloritvollen Legende von der Schwierigkeit, braunes Gestern zu überwinden und sozialistisches Morgen zu gründen – und das aus der Sicht eines Halbwüchsigen, der urplötzlich Klassenkampf, Machtverhältnisse und deutsch-sowjetische Freundschaft begreifen muß. Beide Filme – obgleich unterschiedlich in Gegenstand und Erzählweise – ergänzen sich, vereinen sich zu einer sehr gegenwärtigen künstlerischen Reminiszenz an die Agonie des deutschen Faschismus, an konfliktgeladene Verhaltensweisen und Bewährungssituationen dabei.

Ist dem antifaschistischen DEFA-Film zu eigen, daß er immer differenzierter, immer realistischer und immer dialektischer Geschichtliches im individuellen Geschick spiegelte und daß er dabei mehr und mehr die unmittelbare Gegenwart als fündigen kunstwürdigen Schauplatz entdeckte, so ist gerade dies für zwei der neueren Produktionen kennzeichnend. In seinem Debüt »Ein April hat 30 Tage« erzählt Gunter Scholz von einer Liebe, die in ihrer Größe und Schönheit durchaus Assoziationen zu dem Filmwerk »Die Verlobte« zuläßt. Die Berliner Meisterin Maria und der uruguayische Kommunist Alvaro, derzeit in der DDR lebend, müssen sich trennen, weil die Partei den Mann nach Lateinamerika ruft. Die harmonische Zweisamkeit, das ideale Miteinander sind nicht länger möglich, weil – wie Maria unter Tränen begreift – die Welt daran schuld ist, »sie ist noch nicht in Ordnung«. Der Mann verläßt die geliebte Frau, um gegen ein verhaßtes Militärregime anzutreten. Das ist ein Film starker, leidenschaftlicher Gefühle, der in seine ganz und gar heutige Geschichte mit dem Schauplatz DDR die »große« Welt mit ihren politischen Spannungen und militärischen Auseinandersetzungen holt. Hemingways Sentenz »Der Mensch ist keine Insel« erhält eine betroffen machende gegenwärtige Lesart.

Mit »Ein April hat 30 Tage« korrespondiert der Film »Der Übergang«, von dem Exil-Chilenen Orlando Lübbert bei der DEFA gedreht. Es ist eine Geschichte aus seiner Heimat: Nach dem Junta-Putsch versuchen drei Männer, über die Anden das Land zu verlassen. Diese Flucht bereitet ihnen nicht nur mannigfache physische Strapazen; sie wird zugleich zu einer ideellen Auseinandersetzung und Verständigung über die faschistische Diktatur, ihre Vorbedingungen, ihre Perspektive. Der Filmtitel wird zum Symbol: Der Kampf gegen Pinochet wird in neuartigen, wirksamen Formen aufgenommen und weitergeführt werden. »No pasaran!« für den Faschismus in Chile, in Lateinamerika . . . Daß Lübbert diesen bekennenden Film in Babelsberg drehen konnte, ist zugleich ein Akt der Solidarität, gerichtet gegen den Faschismus unserer Jahre. –

In dem bereits zitierten »Weimarer Manifest« findet sich ein weiterer bemerkenswerter Satz. »Neue Generationen sind herangewachsen«, heißt es dort, »ihnen schulden wir die schonungslose und vollständige Weitergabe geschichtlicher Erfahrungen, wenn ihnen erspart bleiben soll, die Erfahrungen selbst zu machen«. Und: »Nicht vergessen machen, lautet unser Auftrag, sondern immer wachsames Erinnern!«

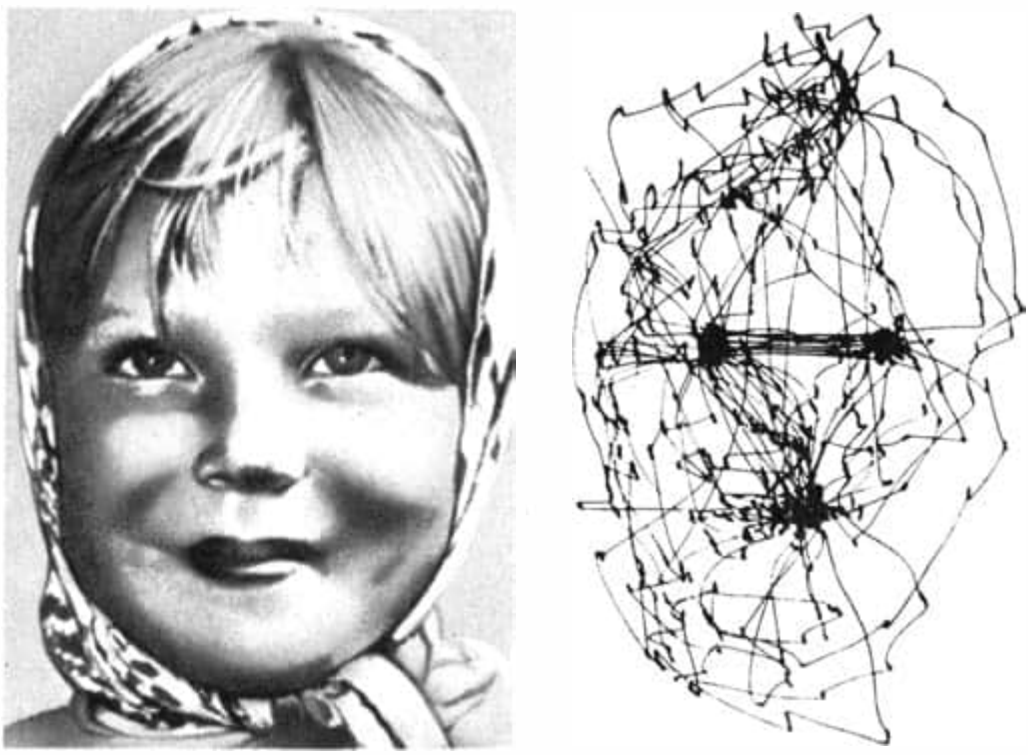
Dieser Auftrag ist bei der DEFA Programm – gestern, heute, morgen. Neue Arbeiten, für die Jahre 1982/83 vorgesehen, belegen das. Sie basieren auf herausragenden literarischen Äußerungen, die sie in der Sprache des Massenmediums Film als Botschaft interpretieren: »Dein unbekannter Bruder« von Willi Bredel, »Der Aufenthalt« von Hermann Kant, »Sonjas Rapport« von Ruth Werner. Meister wie Wolfgang Kohlhaase und Frank Beyer, erfahrene Filmemacher wie Manfred Freitag, Jochen Nestler und Bernhard Stephan erneuern damit ihr Engagement. Zu ihnen gesellt sich ein Debütant wie Wolfgang Trampe. Die Stafette wird weitergereicht; ein traditionsreiches Thema lebt fort, nimmt neuere, gegenwärtigere Konturen an.

SEHEN IST EINSEHEN

Doz. Dr. Boris Welitschkowski

Von seinen tierischen Vorfahren, den Primaten, hat der Mensch ein hochentwickeltes Sehsystem ererbt, das ihm als Hauptmittel der Orientierung und Regulation seiner praktischen Tätigkeit dient. Die visuelle Wahrnehmung ist eine der am meisten untersuchten und doch bei weitem noch nicht in vollem Umfange verstandenen Erkenntnisfähigkeiten des Menschen.

Hermann von Helmholtz, der die Grundlagen unserer Kenntnisse über die Funktion der Sinnesorgane gelegt hat, hob bereits in der Mitte des 19. Jh. hervor, daß die Analyse der optischen Eigenschaften des Auges nicht ausreiche, um die Besonderheiten der visuellen Wahrnehmung zu erklären. In der Tat kann man nicht verstehen, warum wir die Welt so sehen, wie wir sie sehen, wenn wir die Wahrnehmung einfach als das Ergebnis der Projektion einer Abbildung auf die Netzhaut, die innere, lichtempfindliche Oberfläche des Auges, betrachten. Erstens verfügt nur der relativ kleine zentrale Teil der Netzhaut, die Fovea, über eine ausreichende Empfindlichkeit für die kleinen Details des wahrzunehmenden Bildes. Deshalb muß der Beobachter, um zu sehen, seine Umgebung aktiv betrachten und dabei die Abschnitte mit dem höchsten Informationsgehalt auswählen. Zweitens ergibt eine Betrachtung der elementaren geometrischen Beziehungen, daß ein und derselben Netzhautprojektion eine unendliche Vielfalt von Objekten entsprechen kann, die sich in ihrer Form, ihrer Größe und ihrer Lage im Raum voneinander unterscheiden. Deshalb muß die äußere Aktivität des Beobachters, die in den Augenbewegungen zum Ausdruck kommt, durch eine innere Aktivität ergänzt werden. Sie interpretiert die visuelle Information mit Hilfe der beim Beobachter vorhandenen Kenntnisse über die wahrscheinlichste Organisation der Umwelt. So gehen wir bei der Interpretation der Verteilung der Schatten in einer komplizierten Zeichnung von der naheliegenden



Typisches Bild der Augenbewegungen. Sie bestehen aus schnellen ballistischen Bewegungen (Sakkaden) und Fixationen; während der Fixation erfolgt die Aufnahme der visuellen Information

Annahme aus, daß sich die Lichtquelle oben befindet. Dadurch erhalten wir die Möglichkeit, die einzelnen Teile der Zeichnung eindeutig als erhaben oder als vertieft anzusehen. Deshalb sehen wir auf den beiden Fotografien (s. Abb. rechts) ein gegensätzliches räumliches Relief, obwohl es sich in Wirklichkeit um ein und dasselbe, nur auf den Kopf gestellte Bild handelt. Drehen Sie das Buch um, und der Bergrücken verwandelt sich in eine Ebene, die Ebene dagegen in einen Bergrücken.

Wie entwickelt sich die visuelle Wahrnehmung in der frühen Kindheit? Auf welche Weise behalten wir eine solche Vielzahl von Gegenständen, Personen, Stadt- und Landschaftsbildern in unserem Gedächtnis? Und welche Rolle spielt dieses Wissen bei der komplizierten Denktätigkeit des Menschen? Auf all diese Fragen sucht die experimentelle Psychologie eine Antwort.

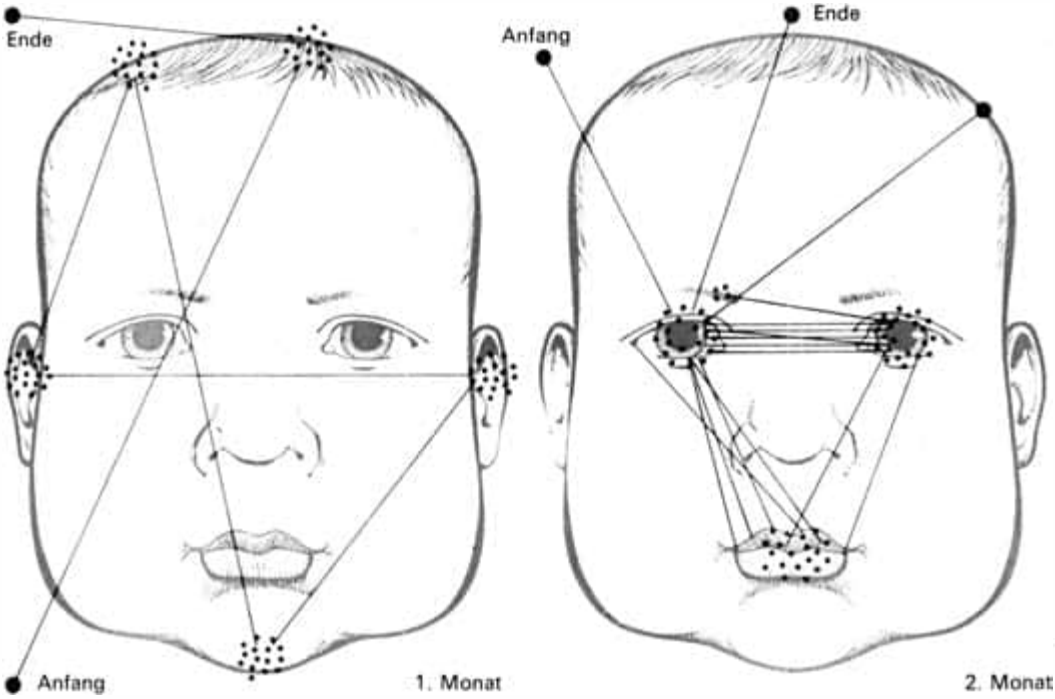
Was sieht der Säugling?

Wenn auch die Wahrnehmung des Erwachsenen in der richtigen Weise erfolgt, so könnte es doch sein, daß der Säugling die Umwelt nur nach den Gesetzen der Projektion auf der Netzhaut sieht, d. h. als einen sich ständig ändernden chaotischen Strom von Eindrücken. So etwa sollte die Wahrnehmung des Säuglings nach der Meinung vieler Philosophen und Psychologen des vergangenen Jahrhunderts aussehen.

Die Schwierigkeit besteht darin, daß der Säugling noch nicht über eine Sprache verfügt; man kann ihn nicht fragen, was er tatsächlich sieht. Es lassen sich jedoch aufgrund der Registrierung objektiver Verhaltensparameter, wie z. B. der Augenbewegungen, indirekte Schlußfolgerungen über seine Wahrnehmung ziehen. Als besonders nützlich hat sich die Registrierung der von I. P. Pawlow entdeckten Orientierungsreaktion erwiesen. Sie besteht aus einem ganzen Komplex von Reaktionen: Veränderungen der Herzfrequenz, des elektrischen Hautwiderstandes, der Fixationsdauer usw., die als Antwort auf eine für den Beobachter unerwartete Veränderung im gewohnten Ablauf der Ereignisse auftreten. Pawlow selbst bezeichnete die Orientierungsreaktion in anschaulicher Weise als den Reflex »Was ist das?«

Beim Umdrehen dieses Bildes kehrt sich sein räumliches Relief um

Untersuchungen haben ergeben, daß mit der zunehmenden Entwicklung des Säuglings schon in den ersten Lebenswochen beträchtliche Veränderungen in seiner Wahrnehmung auftreten. So gelang es z. B., die Augenbewegungen des Säuglings beim Vorzeigen schematischer Darstellungen des menschlichen Gesichts zu registrieren (s. Abb. S. 418). Dabei wurde eine interessante Gesetzmäßigkeit gefunden. So verweilen die Augen des Säuglings während des ersten Lebensmonats ausschließlich auf



den äußeren Konturen der Abbildung; die Details im Innern existieren für ihn gleichsam noch nicht. Erst gegen Ende des zweiten Lebensmonats werden Details im Innern der Abbildung fixiert, und die Verteilung der Fixationen beginnt an die Augenbewegungen des erwachsenen Beobachters zu erinnern. Das bedeutet jedoch noch nicht, daß schon die Formen komplizierter Objekte wahrgenommen werden. Weitere Untersuchungen haben gezeigt, daß die Aufmerksamkeit des Säuglings bis zum Alter von vier Monaten vor allem durch die Augen angezogen wird, wobei es aber ohne Bedeutung ist, wie viele Augen vorhanden sind und wie sie sich über die Oberfläche des »Gesichtes« verteilen.

Somit führt die Entwicklung der Wahrnehmung zur Identifizierung immer feinerer Details der Objekte. Wichtig ist dabei, daß das Kind ganz offensichtlich nicht eine sich ständig verändernde Netzhautabbildung sieht, sondern hinsichtlich ihrer Eigenschaften relativ konstante Objekte, die sich in der dreidimensionalen Umgebung bewegen oder ruhen. Dafür sprechen die aufschlußreichen Ergebnisse einer Reihe neuester Untersuchungen, die mit Hilfe der Registrierung der Orientierungsreaktion durchgeführt wurden.

Bei einem dieser Experimente nutzte man den Umstand aus, daß das Kind in den ersten Lebensmonaten rasch das Interesse an einem über längere Zeit gezeigten Gegenstand verliert. Das Auftreten der Orientierungsreaktion (»Was ist das?«) kann man als ein Anzeichen dafür werten, daß das Objekt für den Säugling als neu und interessant erscheint. In den verschiedenen Versuchsreihen dieses Experiments wurden den Säuglingen zwei Reihen von Bildern gezeigt, die jeweils unterschiedliche zweidimensionale Projektionen eines Würfels darstellten (s. Abb. S. 419). Doch während in der einen Bildreihe die Innenkanten mit eingezeichnet waren und die Bilder dadurch als dreidimensionale Gegenstände wahrgenommen werden konnten, die lediglich eine verschiedene Stellung einnahmen, waren in der anderen Bild-

Im Alter bis zu zwei Monaten fixiert der Säugling nur die Außenkonturen komplizierter Figuren

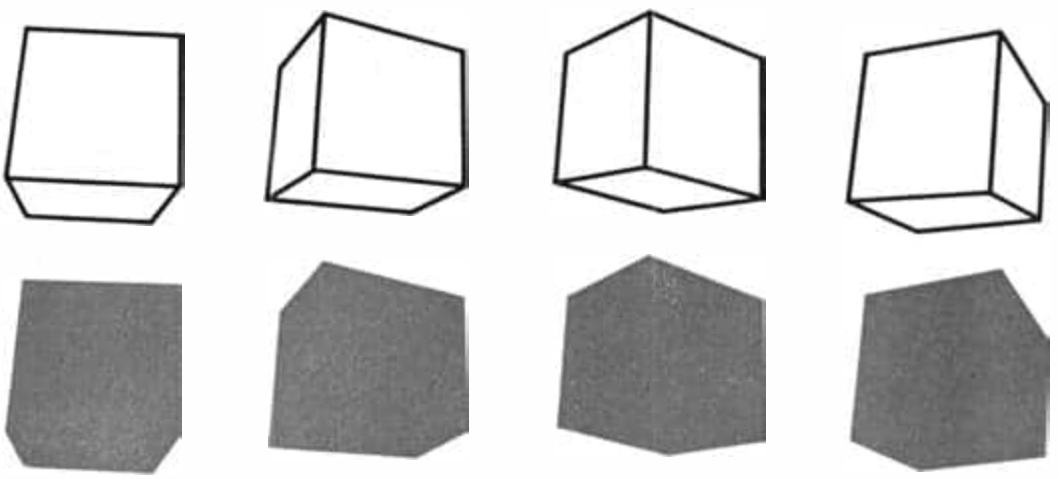
reihe nur die Außenkonturen des Würfels gezeichnet, so daß die Bilder wie verschiedene flache Objekte aussahen. Es zeigte sich nun, daß die Kinder im ersten Falle schnell jegliches Interesse an den Bildern verloren, während im zweiten Falle die Orientierungsreaktion über lange Zeit erhalten blieb.

Daraus ergibt sich, daß der Säugling schon in den ersten Lebensmonaten – lange, bevor sich die sprachliche Verständigung und die Fähigkeit zur Bezeichnung von Gegenständen entwickeln – Gegenstände im dreidimensionalen Raum adäquat wahrzunehmen vermag. Die Wahrnehmung der Stabilität der Umgebung und der Konstanz der Haupteigenschaften der Gegenstände ist eine Bedingung für die ersten Handlungen des Kindes, die sich unter der Kontrolle und im Zusammenwirken mit dem Erwachsenen vollziehen. Bei der Ausführung dieser Handlungen erfolgt die endgültige Vervollkommnung der Mechanismen der visuellen Wahrnehmung.

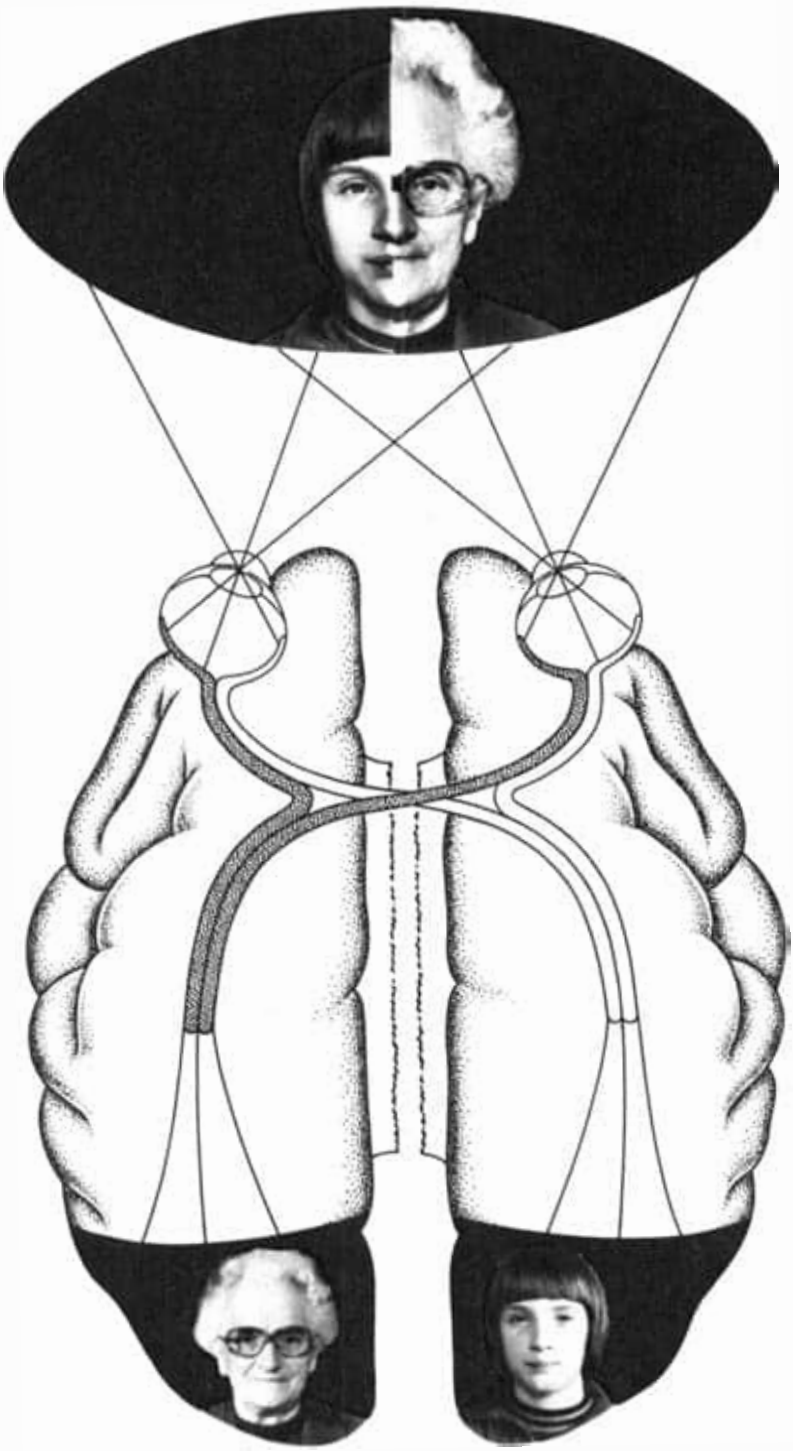
Das visuelle Gedächtnis und die »stumme« Großhirnhemisphäre

Die wichtigste Funktion der Wahrnehmung besteht darin, daß schon bekannte Personen, Gegenstände und Ereignisse wiedererkannt werden. Das Wiedererkennen setzt nicht nur die Wahrnehmung, sondern auch die Fähigkeit voraus, früher aufgenommene Informationen im Gedächtnis zu speichern. Leider hat sich die Psychologie lange Zeit nur mit dem Gedächtnis für verbales Material beschäftigt, weil sich der Erfolg der Speicherung in diesem Falle leicht anhand der Menge der richtig erlernten Wörter beurteilen läßt. Außerdem versuchen einige Forscher, die Erkenntnisprozesse beim Menschen in Analogie zur Informationsverarbeitung in einer elektronischen Rechenmaschine zu beschreiben, die in ihrer Funktionsweise sehr an verbale Prozesse erinnert. In beiden Fällen handelt es sich um die (Wort für Wort bzw. Symbol für Symbol) aufeinanderfolgende Verarbeitung symbolischer Informationen. Deshalb wurde die Vermutung ausgesprochen, daß auch dem visuellen Gedächtnis letztlich die gleichen verbalen Prozesse zugrunde liegen.

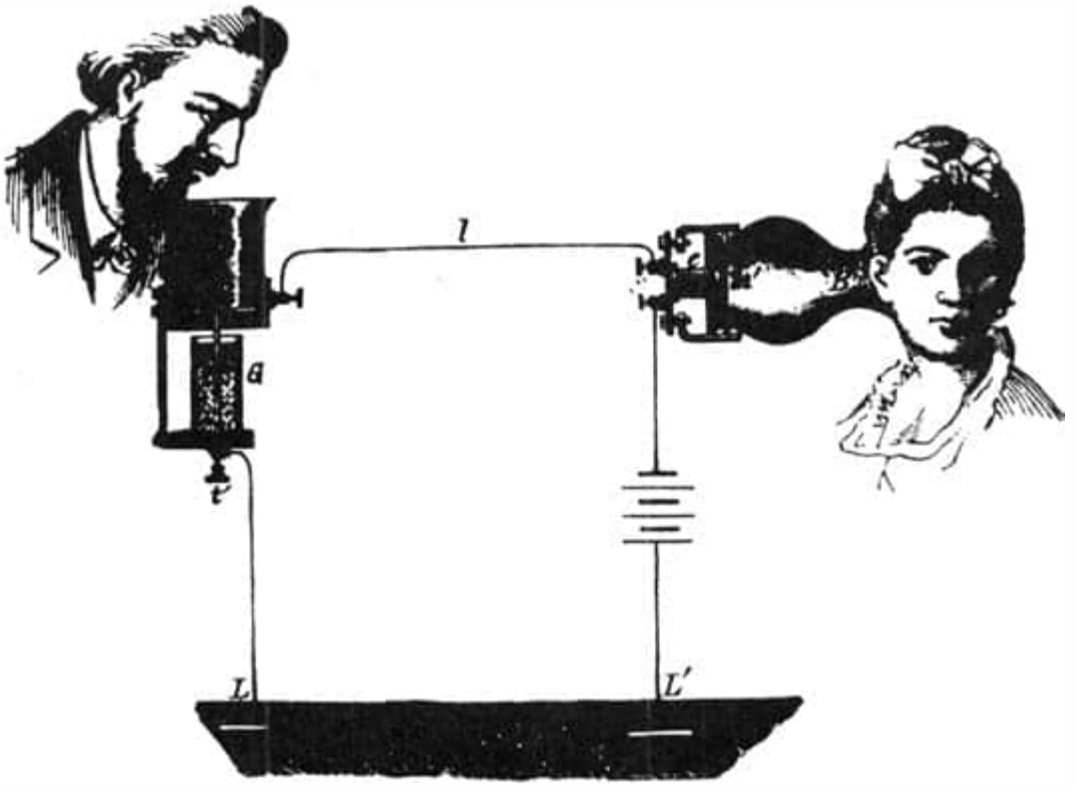
Doch wird sicher jeder zustimmen, daß wir uns keinesfalls vorrangig an verbale Informationen erinnern. Wir erkennen den Ort, dem wir nach vielen Jahren wieder einen Besuch abstatten, und wir erkennen Menschen wieder, die wir früher einmal nur sehr kurze Zeit gesehen haben. Die bisher durchgeführten Untersuchungen erlauben noch keine Aussage darüber, wo die Grenzen des visuellen Gedächtnisses liegen, mit dem wir Landschaften, Per-



Obwohl alle diese Zeichnungen zweidimensionale Projektionen eines Würfels darstellen, ist die Wahrnehmung als ein und dieselbe räumliche Figur in der oberen Reihe wesentlich einfacher



Schematische Darstellung, die die Experimente mit der Darbietung hybrider Fotografien illustriert



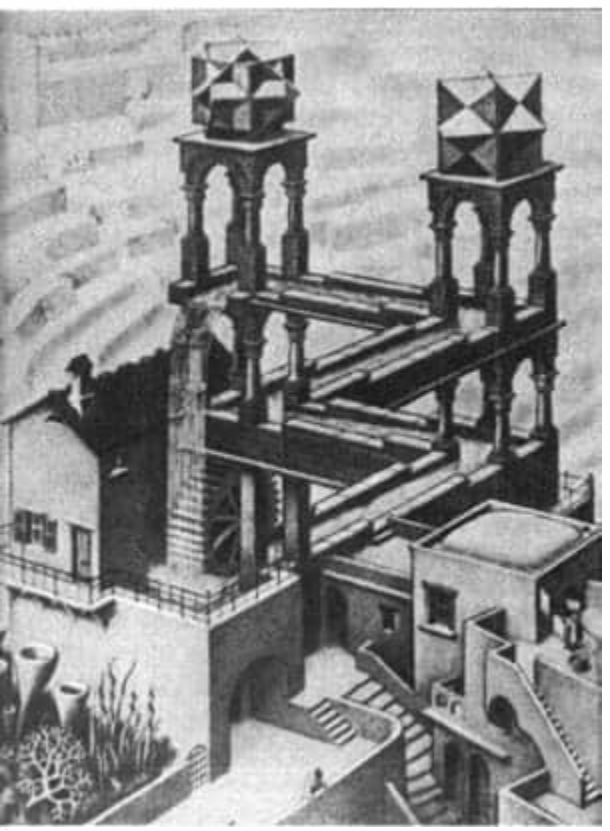
sonen und Kunstwerke wiedererkennen. In einem neueren Test wurden den Versuchspersonen 11 000 Diapositive gezeigt, und trotzdem betrug die Wahrscheinlichkeit des darauffolgenden richtigen Wiedererkennens mehr als 80 %. Dieses beachtliche Ergebnis übersteigt alles, was uns bislang über das Wiedererkennen von Wörtern bekannt ist.

Vor einigen Jahren wurde noch ein weiterer Beweis für die relative Unabhängigkeit der Speicherung visueller Informationen von den verbalen Mechanismen gefunden. Es stellte sich heraus, daß die Vertreter des Volksstammes der Dani, die in schwer zugänglichen Bergregionen der Insel Neuguinea leben, feine Farbschattierungen nicht schlechter im Gedächtnis behalten als Europäer. Doch gibt es in der Sprache dieses Stammes für die Bezeichnung der Farben nur zwei Wörter: eines, das alle dunklen und »warmen«, und ein anderes, das alle hellen und »kalten« Farben bezeichnet.

Wenn aber die Speicherung einer komplizierten visuellen Information nicht obligatorisch an eine Verbalisierung gebunden ist, was liegen ihr dann für Hirnmechanismen zugrunde? Schon seit mehr als hundert Jahren ist bekannt, daß die verschiedenen verbalen Funktionen vorwiegend an die Tätigkeit der linken Großhirnhemisphäre gebunden sind. Dagegen weisen immer mehr Befunde darauf hin, daß die rechte, »stumme« Hemisphäre bei der Speicherung komplizierter visueller Informationen eine bedeutsame Rolle spielt. Infolge der besonderen anatomischen Verteilung der Nervenbahnen von den beiden Netzhäuten zu den Hirnzentren des visuellen Systems besteht die Möglichkeit, die visuelle Information so zu lenken, daß sie zuerst in die linke oder in die rechte Hemisphäre gelangt. Dazu braucht man

Der Rückgriff auf anschauliche Details ist nicht nur für die frühen Etappen der Schriftentwicklung charakteristisch, sondern auch für die grafische Symbolik in Wissenschaft und Technik

sie nur entweder rechts oder links vom Fixationspunkt darzubieten. Versuche an Patienten, bei denen die Verbindungsbahnen zwischen den beiden Großhirnhemisphären unterbrochen waren, haben gezeigt, daß sie nach der Darbietung einer »hybriden« Fotografie, die aus zwei Gesichtshälften verschiedener Personen besteht, nach ihrem Gedächtnis dasjenige Gesicht auswählen, dessen Hälfte sich links vom Fixationspunkt befunden hat und somit von der rechten Großhirnhemisphäre wahrgenommen und gespeichert worden war (s. Abb. S. 420). Dieser Befund bestätigt die Hypothese von der »Arbeitsteilung« zwischen den beiden Großhirnhemisphären und spricht ebenfalls dafür, daß die über den Gesichtssinn aufgenommenen Informationen eine selbständige Bedeutung besitzen und nicht auf verbale Prozesse zurückgeführt werden können.

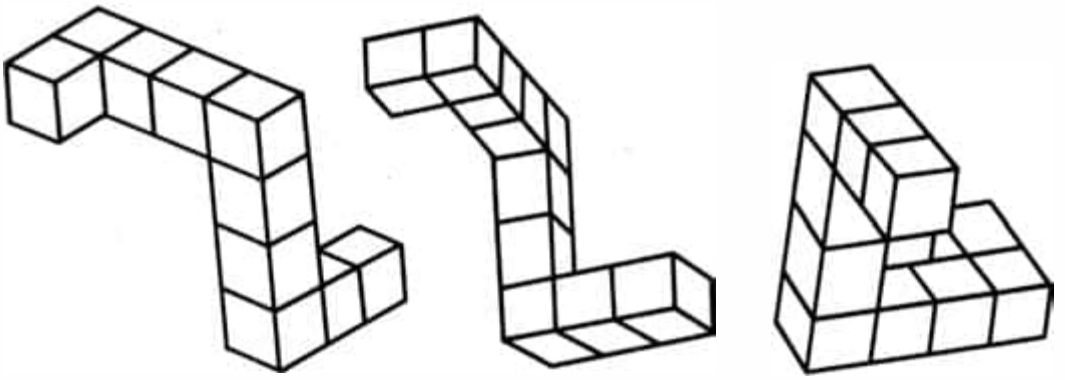


Durch die gekonnte Nutzung der Gesetzmäßigkeiten der visuellen Raumwahrnehmung gelang es dem holländischen Künstler Maurice Escher, eine Reihe berühmter Bilder mit physikalisch unmöglichen Objekten – z. B. dem hier gezeigten Wasserfall – zu schaffen

Stellen Sie sich ein sehr großes Blatt Seidenpapier mit einer Dicke von einigen Hundertstel Millimetern vor. Falten Sie dieses Blatt in Gedanken in der Mitte, dann noch einmal in der Mitte, so daß sich die Dicke des Papiers noch einmal verdoppelt. Wiederholen Sie diese Operation fünfzig Mal. Wie dick ist nun das zusammengefaltete Papierblatt? Gewöhnlich wird ein Wert bis zu einem Meter angegeben. So schwer es auch im ersten Augenblick fallen mag, dies zu glauben, so liegt die Dicke des gefalteten Papierblattes doch in der Größenordnung von 150 000 000 km, d. h., sie entspricht annähernd der Entfernung zwischen Erde und Sonne! Eine einfache Rechnung ergibt, daß die Dicke des Papierblattes dabei um das 2^{50}fache zugenommen hat. Wenn es erforderlich ist, ein abstraktes mathematisches Prinzip zu verwirklichen, erweist sich unser bildliches Denken als erstaunlich hilflos; besser zieht man dabei die üblichen Rechenoperationen zu Rate. Genau so schwierig wäre es, das Schaltbild moderner elektronischer Geräte zu verstehen, wenn es eine solche Anzahl anschaulicher Elemente enthalten würde wie die Abbildung aus einem Lehrbuch der Elektrizitätslehre des Jahres 1890 (s. Abb. S. 421).

Die Stärke des visuellen Denkens zeigt sich immer dort, wo die Formen und die räumlichen Beziehungen der Objekte für die Lösung einer Aufgabe von wesentlicher Bedeutung sind. Ohne irgendwelche Berechnungen durchzuführen, können wir durch einfaches gedachtes Umdrehen feststellen, welche der beiden in der Abbildung auf S. 423 gezeigten Figuren miteinander übereinstimmen. Für die mathematische Modellierung dieses Vorganges wären ein kompliziertes Rechenprogramm und eine leistungsfähige elektronische Datenverarbeitungsanlage erforderlich.

Analoge gedankliche Umgestaltungen haben ganz offensichtlich bei hervorragenden wissenschaftlichen Entdeckungen eine wichtige Rolle gespielt. Gelehrte wie D. I. Mendelejew

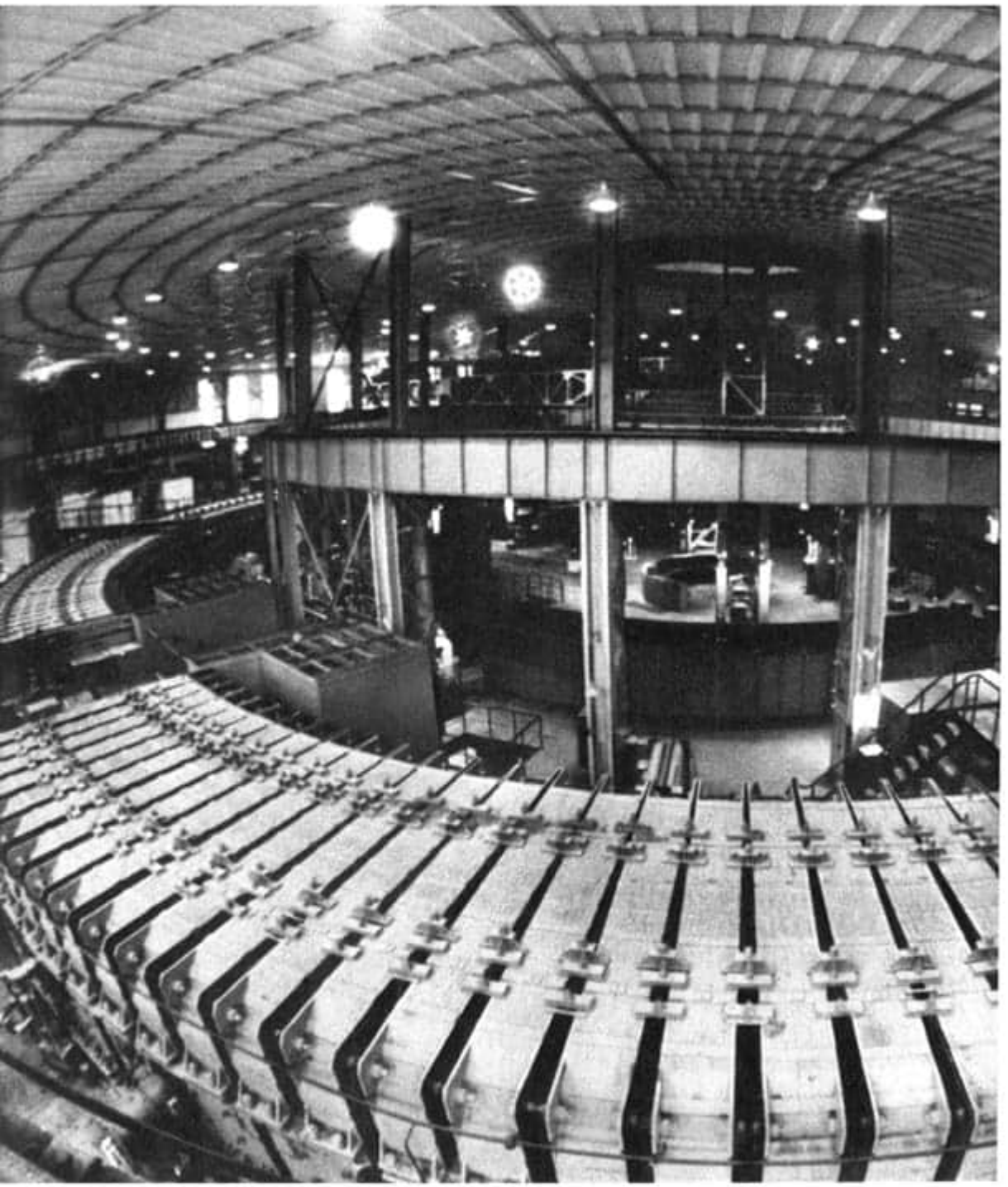


und Albert Einstein haben wiederholt darauf hingewiesen, daß sie nur selten in Worten denken, daß ihre Entdeckungen eher mit der visuellen Vorstellung und mit dem gedachten »Durchspielen« möglicher Ereignisse zusammenhängen. Ein klassisches Beispiel hierfür ist die Entdeckung der Ringstruktur des Benzolmoleküls durch den deutschen Chemiker Friedrich August Kekulé. Nach autobiografischen Angaben hatte er lange angestrengt über die mögliche Strukturformel nachgedacht, die die bekannten Eigenschaften dieser Verbindung erklären könnte. Die Entdeckung erfolgte, als er einmal plötzlich im Schlaf sah, wie sich lange schlangenförmige Ketten einfacherer Moleküle zu einem Kreis zusammenschlossen, so als ob Schlangen einander am Schwanz packen würden. Diese Formel wurde zur Grundlage der gesamten organischen Chemie. Ein Beispiel für die visuelle Vorstellung komplizierter Objekte aus jüngerer Zeit ist das DNS-Molekül, das die Form einer Doppelspirale besitzt.

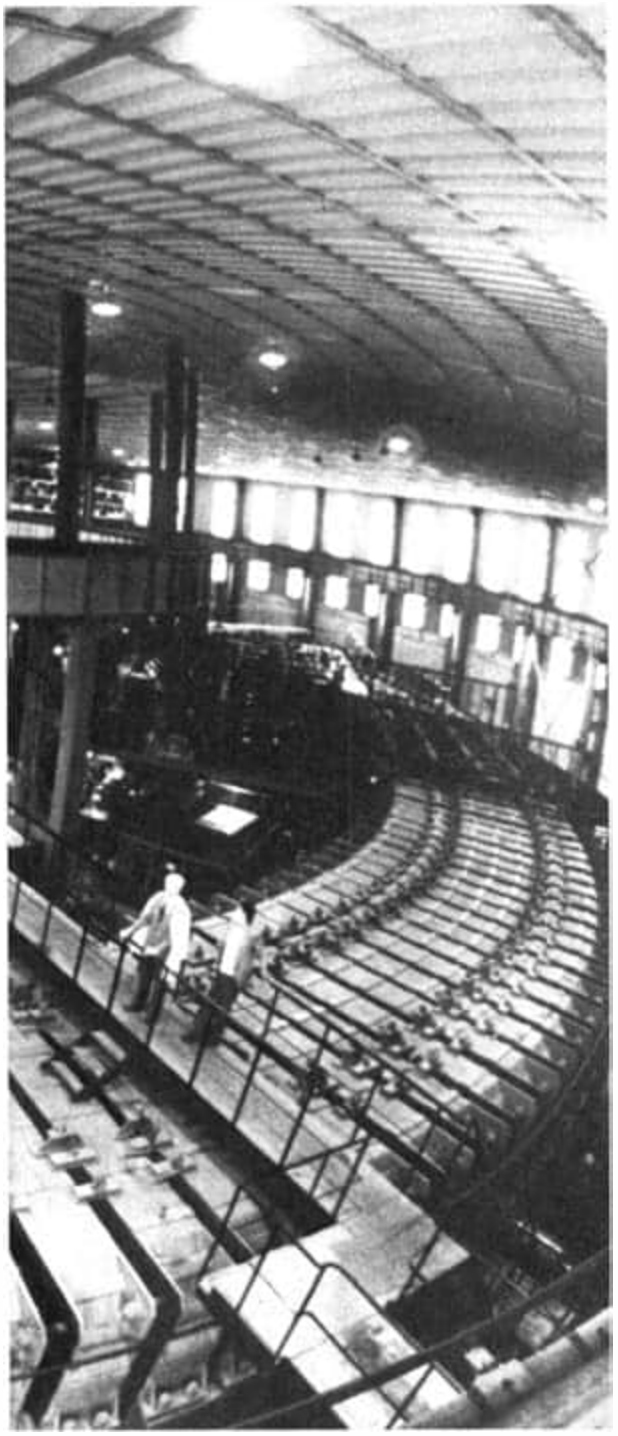
Man beachte auch, welche Bedeutung das visuelle Denken für das Schaffen der Architekten und bildenden Künstler besitzt. Die nur in der Vorstellung existierenden Gebäude müssen in Gedanken im Rahmen eines ganz bestimmten Stadtbildes gesehen werden, und keine maßstabgetreue Nachbildung ist in der Lage, hierbei die Intuition des Architekten zu ersetzen. Für den Maler sind die Kenntnis und die geschickte Ausnutzung der Gesetze der visuellen Wahrnehmung die wichtigste Grundlage seiner Arbeit. Nicht zufällig wurde die erste detaillierte Analyse der visuellen Wahrnehmung der Raumtiefe von dem großen Leonardo da Vinci durchgeführt. Aber auch die Schriftsteller, deren Schaffen sich sozusagen verbaler Ausdrucksmittel bedient, stützen sich ohne Zweifel auf das visuelle Gedächtnis. Bei vielen von ihnen kann man mitunter eine außerordentlich genaue Beschreibung realer Orte finden. Nach einigen Romanen F. M. Dostojewskis lassen sich noch heute in Leningrad Straßen und Häuser ausmachen, in denen seine erdachten Helden gewohnt haben. Ebenso kann man anhand des auch ins Deutsche übersetzten Romans von M. A. Bulgakow »Der Meister und Margarita« eine spannende Exkursion durch Moskau, die reale räumliche Szene der in diesem Roman beschriebenen phantastischen Ereignisse, machen.

Somit besteht die Bedeutung der visuellen Komponenten unseres Wissens in ihrem engen Zusammenhang mit den Erfahrungen der vorsprachlichen praktisch-handelnden Aneignung der Umwelt. Ihre Untersuchung trägt nicht nur zum besseren Verständnis von Wahrnehmung und Gedächtnis bei, sondern erschließt auch den Weg zur Analyse der außerordentlich komplizierten Vorgänge des wissenschaftlichen und künstlerischen Schaffens.

Zwei der hier dargestellten Figuren lassen sich durch gedachtes Drehen miteinander zur Deckung bringen



Der Ringmagnet (∅ etwa 60 m) des Synchrophasotrons, des größten Teilchenbeschleunigers im Vereinigten Institut für Kernforschung Dubna



Prof. Dr. Sergej Kapiza

Auf dem Wege zur Photonenfabrik

Synchrotronstrahlung – eine relativ neue Strahlungsart – entsteht in einer der größten Anlagen der modernen Physik, dem Synchrotron. Das Synchrotron gehört zu den Teilchenbeschleunigern, wie sie zur Untersuchung des Aufbaus der Atomkerne verwendet werden. Zunächst mehr als ärgerliche Störung betrachtet, zeichnen sich für diese Strahlung nunmehr immer neue Anwendungsgebiete in Forschung und Praxis ab.

Das Spektrum der Synchrotronstrahlung reicht von den Submillimeterwellen über Radio- und Lichtwellen bis in den Röntgenbereich. Ihre Intensität übertrifft die Intensität jeder anderen Quelle außer dem Laser um das Hundert- und Tausendfache. Die Synchrotronstrahlung ergänzt die Laser und ist gewissermaßen die andere Seite der gegenwärtigen stürmischen Entwicklung in der Optik.

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Synchrotronstrahlung wurden in der UdSSR vor etwa zehn Jahren aufgenommen. Gegenwärtig werden sie in einigen wissenschaftlichen Zentren – in Moskau, Nowosibirsk, Charkow, Tomsk, Jerewan – durchgeführt. Als besonders geeignete Strahlungsquellen erwiesen sich allerdings nicht die Synchrotrone selbst, sondern die sogenannten Speicherringe für Elektronen, die in der Physik hoher Energien Anwendung finden.

Mit Synchrotronstrahlung wurden sehr interessante Untersuchungen z. B. der Veränderungen des lebenden Muskels möglich. Durch Anwendung dieser Strahlung anstelle gewöhnlicher Licht- und Röntgenstrahlung gelang es, die einzelnen Stadien der Muskelkontraktion beim Laubfrosch mit einer auf solchen Gebieten unerreichten Auflösungszeit von zehn Millisekunden zu filmen. Und Wissenschaftler des Instituts für Molekulargenetik konnten mit Hilfe der Synchrotronstrahlung die Koordinaten von Metallatomen in DNS-Molekülen bestimmen.

Die Synchrotronstrahlung ist für die Biologen und Genetiker von besonderem Interesse, weil sie die Belichtungszeit um das Hundert- bis Tausendfache verkürzt und damit Informationen über den Aufbau von Molekülen liefert. Mit Hilfe gewöhnlicher Röntgentechnik kann man ein Röntgenprogramm manchmal erst im Verlaufe eines Monats gewinnen. In dieser Zeit kann die Probe entweder durch die Strahlung zerstört oder der Versuch zu langwierig werden.

Die neue Strahlungsart vermag auch zur Bewältigung verschiedener praktischer Aufgaben beizutragen. Die medizinische Röntgendiagnostik z. B. arbeitet mit Schattenbildern. Bei Anwendung der Synchrotronstrahlung könnte man den Kontrastreichtum der Abbildung wesentlich erhöhen und nebenbei noch die Strahlungsdosis für den Menschen verringern. Die Erforschung der Verteilung chemischer Elemente im Körper des Menschen und seiner Organe würde in den Bereich der Realität rücken. Man kann diese Strahlung auch zur Strahlentherapie einsetzen. In der chemischen Technologie, z. B. bei der Polymerisation großer Werkstoffmengen, liegen große Perspektiven. In diesem Falle besteht einer der Vorteile der Synchrotronstrahlung darin, daß sie keine Radioaktivität hervorruft.

Hochempfindliche Analysen von Elementen, wie sie bei der Untersuchung von Mondgestein und bei der Suche nach superschweren Elementen angewandt wurden, »chirurgische Operationen« zur Entfernung einzelner Gene aus Chromosomen, dies alles ist nur ein Teil des außerordentlich breiten Anwendungsbereiches der Synchrotronstrahlung.

Vorläufig werden alle Forschungsarbeiten auf bereits existierenden Synchrotronen und Speicherringen für Elektronen durchgeführt, die für die Hochenergiephysik gebaut wurden. Am Institut für Kernphysik der Sibirischen Abteilung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR arbeiten gegenwärtig etwa dreißig Gruppen verschiedenster Wissenschaftszweige an Synchrotronstrahlungsquellen.

Die stürmische Entwicklung der Forschungen auf dem Gebiet der Synchrotronstrahlung erfordert sehr große Anlagen. In der UdSSR wird eine derartige Anlage am Kurtschatow-Institut unter Beteiligung des Instituts für Kernphysik der Sibirischen Abteilung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR geschaffen.

Anfangs wird die spezialisierte Mehrzweckquelle eher ein Instrument theoretischer Erkenntnisse denn der Produktion sein. In nächster Zukunft indes werden Synchrotronstrahlungsquellen, die man auch als Photonenfabriken bezeichnen könnte, ebensolche Anerkennung genießen wie Kernreaktoren, große Beschleuniger und Riesenteleskope.

LEXIKON

Das Synchrotron gehört zu den großen Anlagen der Hochenergiephysik, mit denen Elementarteilchen wie Elektronen oder Protonen auf sehr hohe Geschwindigkeiten gebracht werden. Durch raffiniert ausgeklügelte, teilweise zeitlich veränderliche Magnetfelder werden die Teilchen auf oft kilometerlangen Kreisbahnen gehalten und beschleunigt. Auf sehr hohe Energien gebracht, werden sie aus dem Beschleunigerring ausgelenkt und ihre Wechselwirkung mit anderer Materie untersucht. Auch die Zerstrahlung beim Zusammenstoß von Materie und Antimaterie kann beobachtet werden.

SOFIA
im Jahre 2000

Ivan Vältschev

Sofia, die Hauptstadt der Volksrepublik Bulgarien, eine alte und zugleich moderne Stadt, getreu ihrer Devise: »Sie wächst, aber altert nicht.«

Unter den heute sichtbaren Formen der Stadt liegen die Überreste einer der ältesten Siedlungen Europas, in der schon während des Neolithikums Menschen gewohnt haben. Als Kreuzungspunkt der historischen Völkerwanderungen, als bekannter Badeort hat die Stadt auch zur Thrakerzeit existiert. Einer der legendären Thrakerstämme, die Serden, gab ihr den frühesten uns bekannten Namen – Serdika. Dann kamen die Römer, und die Stadt, älter als Rom, wetteiferte in Ruhm und Blüte erfolgreich mit dem großen Konstantinopel. Und als sich die slawischen Stämme auf der Balkanhalbinsel niederließen, nannten sie die Siedlung Sredez. Die Gründung des bulgarischen Staates im Jahre 681 und die Eingliederung der Stadt in ihn durch Khan Krum 809 waren weitere entscheidende Schritte in ihrer geschichtlichen Entwicklung. Sofia wurde sie erstmals am Ende des 14. Jh. genannt. Mit diesem Namen, der Weisheit bedeutet, überlebte sie die fünf Jahrhunderte währende Nacht des osmanischen Joches, um nach der Befreiung Bulgariens als Hauptstadt des Landes zu neuem Leben zu erwachen.

Vor dem Hintergrund dramatischer historischer Umwälzungen sammelt Sofia zuversichtlich Kraft, erneuert sich, wächst und nimmt das Gepräge einer modernen europäischen Hauptstadt an. Während die Stadt bei der Befreiung Bulgariens im Jahre 1878 nur eine Einwohnerzahl von 12000 hatte, zählte sie 1910 schon 100000 Einwohner und beherbergt heute über eine Million Menschen.

Zu Beginn der achtziger Jahre unseres Jahrhunderts ist Sofia eine vielgestaltige, weitläufige Stadt mit viel Grün und viel Sonne. Das Zentrum erhält sein architektonisches Gepräge durch die Monumentalbauten des Zentralkomitees der Bulgarischen Kommunistischen Partei, des Staatsrates, des Ministerrates, des Zentralen Kaufhauses, des Nationaltheaters »Iwan Wasow«, des Georgi-Dimitroff-Mausoleums, der Sofioter Universität »Kliment Ochridski«, der Nationalbibliothek »Kyrill und Methodi«, durch das Gebäude der Nationalversammlung und das Denkmal der Befreier, die Alexander-Newski-Gedächtniskathedrale, das Denkmal der Sowjetarmee . . .

Dieser historisch entstandene Kern des Stadtzentrums wird in den nächsten Jahren sorgfältig restauriert und bereichert werden. Es wird ein Denkmal des Unbekannten Soldaten errichtet, die alte Staatsdruckerei wird umgebaut und die Funktion einer Kunstgalerie übernehmen. Durch Abriß einiger Gebäude ohne besonderen Wert werden die Grünflächen erweitert. Das Gebiet des Stadtkerns wird mit monumentalen plastischen und dekorativen Elementen angereichert, die alten historischen Beleuchtungskörper, Springbrunnen und dekorativen Straßenbeläge werden wiederherge-

Sofia – es wächst, aber altert nicht . . .
Vorangehende Seite: Der Kulturpalast des Volkes – im März 1981, wenige Wochen vor dem XII. Parteitag der BKP, wurde er feierlich eingeweiht

Blick aus dem Hotel »Pliska« auf den Stadtteil »Istok« mit dem Neubaukomplex »Roter Stern«

stellt. Der Boulevard Russki, die Lieblingspromenade der Sofioter, wird seinen alten Reiz und seine frühere Atmosphäre wiederbekommen.

Eine bedeutende neue Errungenschaft im zentralen Teil der Stadt ist der Bau des nationalen Kulturpalastes, der zu einem Symbol der gewachsenen Möglichkeiten des sozialistischen Bulgariens geworden ist. Dieses in architektonischer und technischer Hinsicht einmalige Bauwerk wird auf einer Fläche von 17000 m² errichtet und kann in seinen zahlreichen Räumen über 10000 Besucher aufnehmen. Die Fläche ringsherum wird als großer Park gestaltet. Palast und Park sind harmonisch auf das sich im Süden der Stadt erhebende Vitoschagebirge abgestimmt, das ein unschätzbarer Schmuck der bulgarischen Hauptstadt und der beliebteste Ort für Sport und Erholung der Sofioter ist.

Neben den Baumaßnahmen im zentralen Teil der Stadt wird sich Sofia in Zukunft in enger Verbindung mit seiner Einflußzone, dem Sofioter Ballungsgebiet und den charakteristischen Besonderheiten des Terrains komplex und polyzentrisch entwickeln. Entsprechend dem Generalbebauungsplan ist bis zum Jahre 2000 ein Anwachsen der Einwohnerzahl auf 1,25 Millionen Menschen innerhalb des von der Stadt bereits eingenommenen Territoriums vorgesehen. In struktureller Hinsicht werden drei städtebauliche Grundelemente entstehen: die Altstadt mit einer Bevölkerung von ungefähr 450000, eine südöstliche Stadt mit ungefähr 300000 und eine südwestliche Stadt mit etwa 350000 Einwohnern. Zur Südweststadt wird der größte Wohnkomplex »Ljulin« gehören, der für 120000 Menschen vorgesehen ist. Diese Grundstruktur macht die Anlage zweier neuer Stadtzentren wie auch einer Reihe anderer gesellschaftlicher Zentren in den großen Wohngebieten erforderlich.

In den folgenden Jahren werden eine intensive Erneuerung und Rekonstruktion der Altbausubstanz vorgenommen, wobei gleichzeitig die begonnenen Komplexe fertiggestellt werden mit dem Ziel, vollwertige städtische Strukturen zu schaffen und die Bedürfnisse der Bevölkerung optimal zu befriedigen. Für die weitere Perspektive ist geplant, neue Gebiete im Süden der Stadt für den Wohnungsbau zu erschließen;

dieses Terrain bietet sehr günstige Lebensbedingungen, da es am Fuße des Vitoscha liegt. Im großen und ganzen werden die historisch entstandenen Funktionszonen der Stadt erhalten bleiben: eine nördliche Zone vorwiegend für Produktionsbetriebe, eine mittlere als Wohngebiet und für gesellschaftliche Aktivitäten, eine südliche zur Erholung. Es ist jedoch vorgesehen, in den Wohnvierteln verschiedene Betriebe anzusiedeln, wie Dienstleistungskombinate, umweltfreundliche Industrie, wissenschaftliche Forschungsinstitute, Lehranstalten u. ä., um somit das Territorium intensiver zu nutzen und die Arbeitsstellen den Wohngebieten maximal anzunähern.

Parallel dazu wird der Nahverkehr stark ausgebaut werden; er soll 80 % des Berufsverkehrs und 60 % der sonstigen Fahrten der Bevölkerung übernehmen. Die wichtigste Rolle fällt dabei der Untergrundbahn zu. Es ist geplant, in den folgenden fünf, sechs Jahren die erste Achse der Metro zu bauen, die den Wohnkomplex »Mladost« mit dem Komplex »Ljulin« verbinden wird. Nach der endgültigen Fertigstellung wird die Untergrundbahn drei Hauptstrecken haben, die sich im Zentrum der Stadt kreuzen. Ihre Gesamtlänge soll um das Jahr 2000 ungefähr 50 km erreichen. Die Metro wird durch das Straßenbahnnetz ergänzt, das in den Randgebieten der Stadt intensiv ausgebaut wird. Obwohl der relative Anteil der Straßenbahn am Gesamtumfang der Personenbeförderung von 50 % im Jahre 1980 auf etwa 36 % im Jahre 2000 zurückgehen soll, wird sie auch künftig so viele Fahrgäste befördern wie Trolleybusse und Autobusse zusammen. Der Busverkehr wird besonders im Ballungsgebiet bedeutend erweitert. In Zukunft wird man mit der Straßenbahn oder dem Bus zur nächstgelegenen Metrostation gelangen und mit der U-Bahn dann schnell die Hauptstrecke zurücklegen. Danach wird man nötigenfalls wieder auf ein anderes Verkehrsmittel umsteigen. Auf diese Weise werden Voraussetzungen dafür geschaffen, daß auch die weiteste innerstädtische Fahrt nicht länger als 25 bis 30 Minuten dauert.

Um die Verkehrsbelastung im Zentrum der Stadt zu verringern, wird der gesamte Durchgangsverkehr auf tangentiale Umgehungsstraßen verlegt. Eine dieser Tangenten wird die internationale Fernverkehrsstraße nach Belgrad

direkt mit der nach Bukarest und Istanbul verbinden und ebenso mit den Magistralen »Thrakia« und »Hemus«. Eine weitere wird den Verkehr nach Athen aufnehmen. Eine ähnliche Aufgabe soll die große Ringstraße um Sofia übernehmen, die in den nächsten Jahren von Grund auf rekonstruiert und modernisiert wird, wobei auf ihrer Trasse sieben große kreuzungsfreie Straßenknoten errichtet werden. Die Ringstraße wird den Kraftfahrzeugverkehr im Weichbild der Stadt wie auch in ihrer Umgebung beträchtlich erleichtern.

Durch diese Lösung des Verkehrsproblems werden die fünf großen Einfall- und Ausfallmagistralen der Hauptstadt zu innerstädtischen Verkehrswegen, die die Wohngebiete mit den Industriezonen und den Stadtteilen des Zentrums verbinden. Letzten Endes wird jeder Punkt im Stadtzentrum mit Ausnahme der Fußgängerzonen auf einer bestimmten Straßenführung für Personenkraftwagen erreichbar sein, wobei der Hauptverkehr auf die Umgehungsstraßen abgeleitet wird. Zusammen mit dem umfangreichen Programm für den Bau von Tiefgaragen an den Zugängen zum Stadtzentrum stellt das die optimale Variante für den Kraftverkehr im Weichbild der Stadt dar. Auch die Fußgänger sind dabei nicht vergessen worden. Ein System von Fußgängerwegen und Fußgängerzonen wird die ganze Stadt durchziehen. Sie werden um die Kultur- und Handelszentren sowie in den Erholungsgebieten angelegt.

Sofia wird auch in Zukunft seinen Ruf als grüne Stadt bewahren und diesem Ruf in immer größerem Maße gerecht werden. Ausgedehnte grüne Keile werden sich vom benachbarten Vitoscha- und Ljulingebirge hinabziehen und bis zum Kern des Stadtzentrums reichen. Wenn beispielsweise jemand zu Fuß auf den Vitoscha wandern will und im Stadtzentrum

Das Gebäude der Nationalbibliothek »Kyrill und Methodi«

Die Sofioter Universität »Kliment Ochridski«

Altes und Neues in harmonischer Einheit

aufbricht, wird er am nationalen Kulturpalast vorbei durch den Südpark gehen, dann verschiedene Sportkomplexe passieren und den schiffbaren Kanal überqueren. Dabei kann er die Route unterbrechen und den Zoo sowie die botanischen Gärten besuchen. Die Grünflächen ziehen schon jetzt einen dichten Ring um Sofia und dringen überall in die Stadt ein. Nach den Plänen werden um das Jahr 2000 auf jeden Einwohner 30 m² Grünfläche kommen, davon 24 m² in den Wohngebieten.

Besondere Aufmerksamkeit wird der Anlage von Wasserflächen gewidmet. Sofia liegt an keinem großen Fluß; deshalb wurde vorgeschlagen, im Südteil der Stadt einen künstlichen schiffbaren Kanal zu graben, der im Verein mit zahlreichen Kiesgrubenseen ein geschlossenes Wassersystem bilden wird. Der Kanal wird das Wasser der Iskăr und alle nicht gestauten Wasser des Vitoscha aufnehmen und eine Wasserverbindung vom Pantascharewoer See bis zur Stadt Nowi Iskăr herstellen. Schließlich wird eine neue »blaue Zone« mit ausgezeichneten Erholungs- und Sportmöglichkeiten entstehen. Um die Erholungsbedürfnisse der Sofioter voll zu befriedigen, werden auch noch die Naturressourcen der westlichen Stara Planina, des nördlichen Rila- und des Planagebirges einbezogen.

So wird Sofia, indem es wächst, aber nicht altert, in beschleunigtem Tempo zu einer mustergültigen sozialistischen Metropole ausgestaltet. Das bedeutet nach den Worten von Todor Shiwkow, des Ersten Sekretärs des ZK der BKP und Vorsitzenden des Staatsrates der VR Bulgarien, die Umwandlung in eine »Stadt mit einer vollkommenen Planung, mit hochentwickelten Produktionskräften und komplex organisierten und geschaffenen Lebensbedingungen«. Diese großen Vorhaben werden bald Wirklichkeit. Zukunftsorientiert und eine sorgsame Hüterin ihrer Altertümer, industriell entwickelt und ein bedeutendes kulturelles Zentrum, trägt Sofia mit Würde die Verantwortung, Hauptstadt des 1300jährigen bulgarischen Staates zu sein.

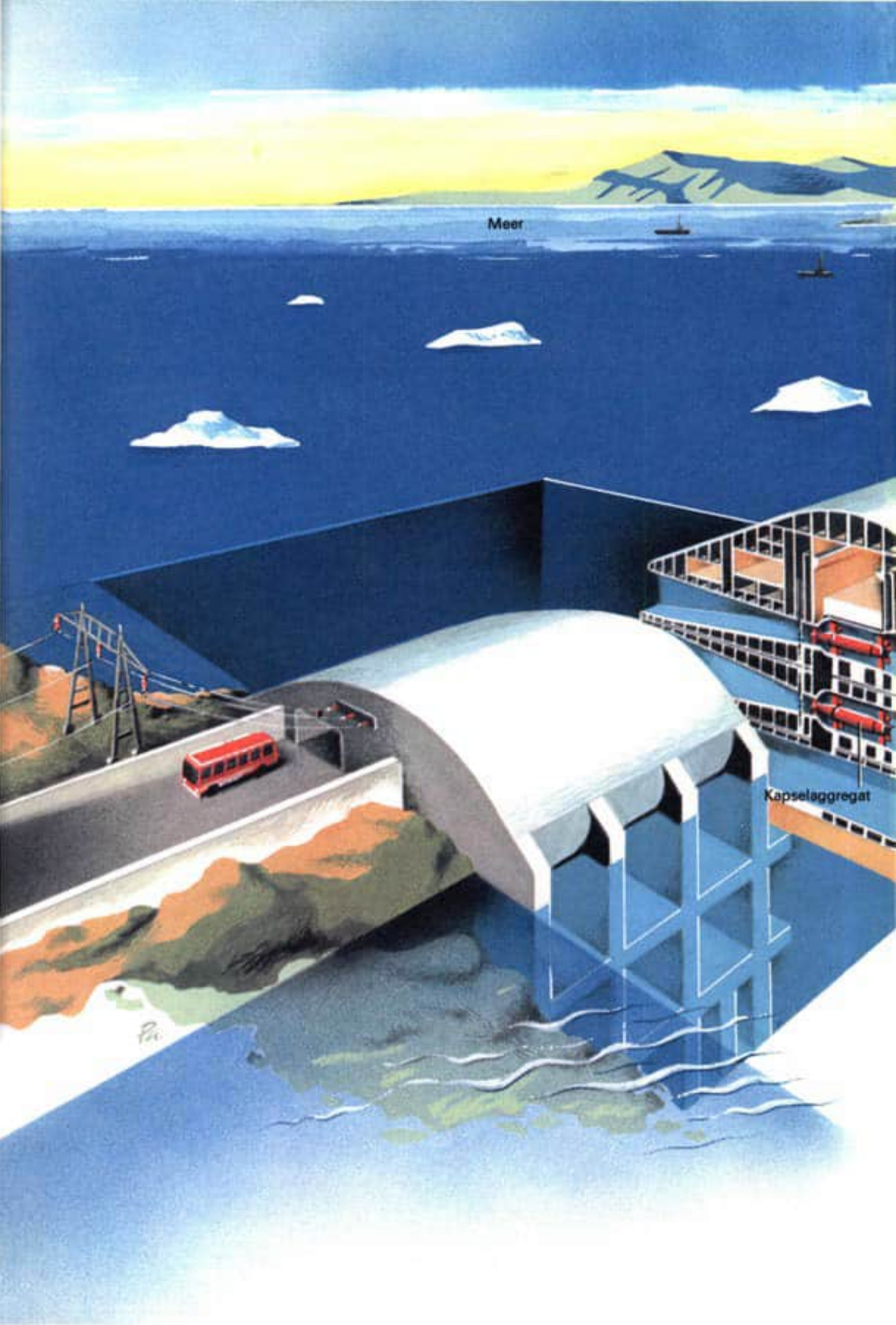
Das Nationaltheater »Ivan Vasov«

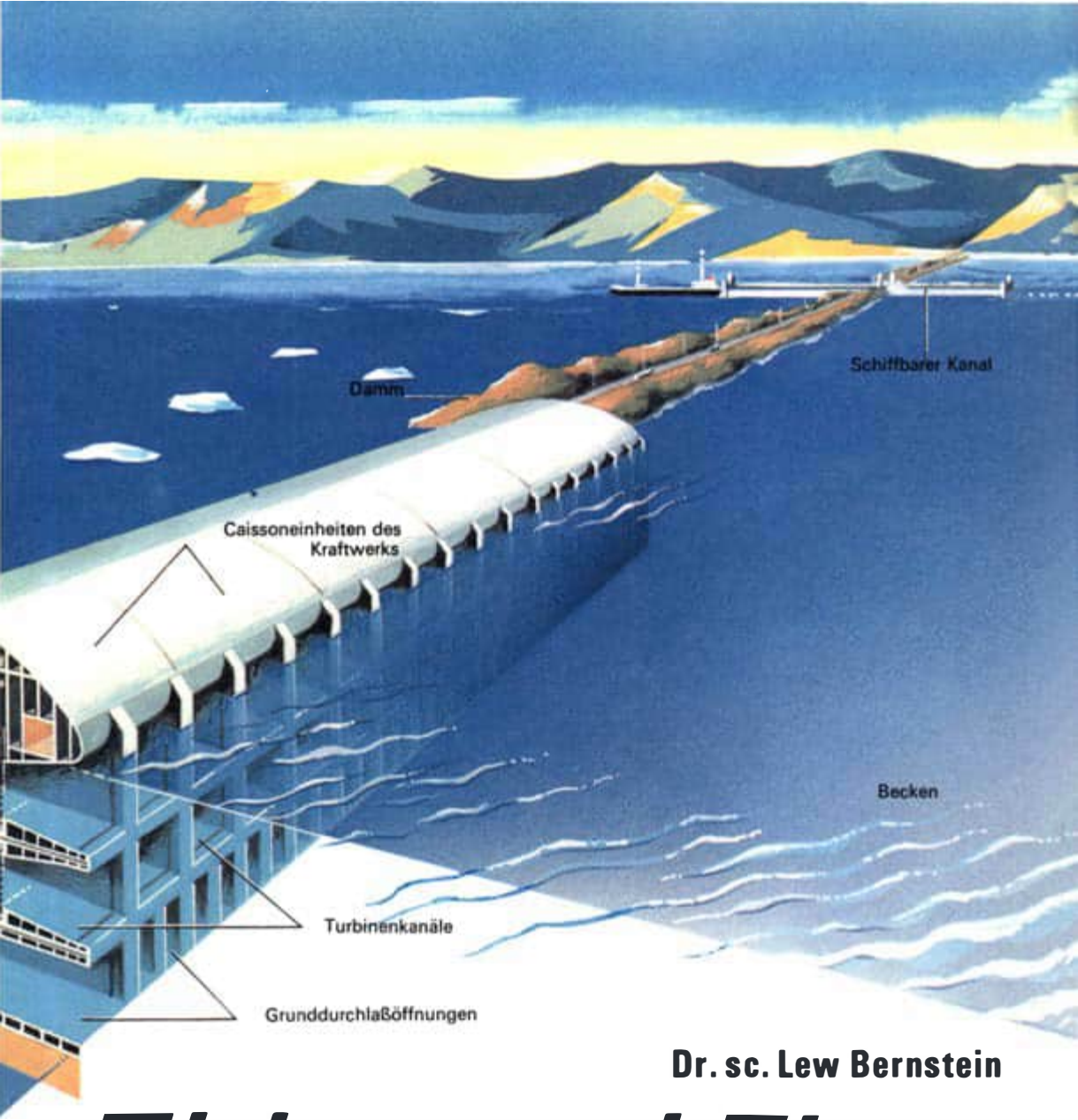
Am Lenin-Platz im Zentrum Sofias: Steinerne Zeugen der bewegten Geschichte Bulgariens wurden vielerorts in neue städtebauliche Ensembles einbezogen · Fußgängerunterführung zum Zentralen Kaufhaus »Zum«; im Hintergrund das Gebäude des Zentralkomitees der BKP · Eine Oase der Erholung inmitten des Großstadttrubels

Platz der Nationalversammlung mit dem Denkmal der Befreier (1907 errichtet); im Hintergrund die Alexander-Newski-Gedächtniskathedrale

Sowjetisches Ehrenmal inmitten eines weiträumigen Parks in der Nähe des Boulevard Ruski · Neues und Historisches am Dimitroff-Boulevard

ВЕЧНА ДРУЖБА


Meer
Kapselaggregat



Dr. sc. Lew Bernstein

Ebbe und Flut – genutzte Kraft

Die sich abzeichnende Erschöpfung nicht regenerierungsfähiger Energiequellen wie Erdgas und Erdöl und die begrenzten Vorräte an Steinkohle ebenso wie Probleme der ökologischen Reinheit stellen die Menschheit vor die Aufgabe, regenerierungsfähige und reine Energiequellen in größtmöglichem Umfange zu nutzen. Zu Energiequellen dieser Art kann die Gezeitenenergie des Ozeans gerechnet werden. Sie beträgt etwa eine Milliarde Kilowatt, was 2,5 bis 3 Trillionen kWh im Jahr entspricht. Bei rationeller Projektierung von Gezeitenkraftwerken könnte an den in Betracht gezogenen Sperrstellen in Ländern, an deren Küsten der Tidenhub über 5 m erreicht (UdSSR, Kanada, USA, Frankreich, Großbritannien, Australien, Indien, China, Koreanische Volksrepublik und Südkorea), etwa die Hälfte dieser Energie genutzt werden.

Es leuchtet ein, daß das Potential von Gezeitenkraftwerken nicht als Allheilmittel zur Lösung globaler Energieprobleme angesehen werden kann, da der Verbrauch an elektrischer Energie bereits heute acht Trillionen kWh im Jahr beträgt. Einige Trillionen Kilowattstunden Gezeitenenergie, erfaßt an einer begrenzten Anzahl von Sperrstellen der Meeresküsten, könnten jedoch eine entscheidende Position in der Energieversorgung angrenzender großer ökonomischer Regionen erlangen. Die Bedeutung von Gezeitenkraftwerken wird aber nicht nur von der Quantität ihrer Energie, sondern auch von deren Qualität bestimmt. Unsere im Zeitraum von 1940 bis 1965 durchgeführten Untersuchungen zeigten, daß die Gezeitenenergie, energiewirtschaftlich und ökologisch betrachtet, besondere Vorzüge aufweist.

Die unter energiewirtschaftlichem Aspekt hervorzuhebende Eigenschaft der Gezeitenenergie besteht in der Unveränderlichkeit ihres Monatsmittelpotentials, ist es doch unabhängig vom Wechsel der Jahreszeiten und ändert sich auch für einen mehrjährigen Betrachtungszeitraum nicht. Andererseits ermöglichen die Diskontinuität der Gezeitenenergie im Tagesverlauf sowie ihre relativ geringfügigen mondphasenabhängigen Schwankungen im Monatsrhythmus die Kombination mit Wasserkraftwerken an Flüssen, die mit Speicheranlagen zur Langzeitregulierung versehen sind. Da sich Speicheranlagen dieser Art nur in ausgewählten Gebieten unserer Erde errichten lassen, geht die sowjetische Konzeption von einer internationalen Nutzung der Gezeitenkraftwerke aus; dabei werden die ständig und unveränderlich gewährleisteten, jedoch pulsierenden und diskontinuierlichen Ströme der Gezeitenkraftwerke mit der Energie von Wasserkraftwerken an Flüssen mit großen Speichern vereinigt, so daß kurzzeitige Pausen und Schwankungen kompensiert werden können. Innerhalb eines Verbundsystems, zu dem auch Wärmekraftwerke (auf Kernkraft- und Kohlebasis) sehr großer Leistung gehören, kann die nachts anfallende überschüssige Energie der letzteren an die reversierbaren Aggregate von Gezeitenkraftwerken abgegeben werden und während der täglichen Spitzenzeiten in das Verbundsystem zurückfließen.

Erfaßt man die Gezeitenenergie in der Form, wie sie uns die Natur anbietet, und errichtet möglichst billige Anlagen mit jeweils nur einem Becken, das durch Absperrung einer großen Meeresbucht entsteht, so läßt sich – indem man die Gezeitenenergie mit der Energie von Kraftwerken anderer Typen koppelt – nicht nur die wertvolle Eigenschaft der Gezeitenenergie (d. h. ihre Unveränderlichkeit im jahreszeitlichen und Mehrjahresrhythmus) nutzen, sondern auch der Rhythmus aller übrigen im Verbund arbeitenden Wärme- und Wasserkraftwerke verbessern. Freilich müssen die Gezeitenkraftwerke zu diesem Zweck Leistungen von einigen Millionen Kilowatt haben. Als Alternative zu den (bis in die fünfziger Jahre) projektierten kleinen Zweibeckenanlagen haben wir daher Einbeckenanlagen mit Leistungen von 1 Million bis 100 Millionen Kilowatt in Meeresbuchten der USA, Kanadas, Englands, Frankreichs und der UdSSR vorgeschlagen.

Auch französische Wissenschaftler haben Mitte der fünfziger Jahre Arbeiten veröffent-

Das Gebäude für das Gezeitenkraftwerk in der Kislajabucht ist schleppbereit
Das Kraftwerksgebäude ist auf dem Grund verankert und für den Dauerbetrieb mit den Ufern verbunden

licht, die in diese Richtung zielen. Sie entwickelten eine Zyklentheorie für Gezeitenkraftwerke sowie das Projekt für das Gezeitengroßkraftwerk Chaussey. Darüber hinaus wurde 1958 in Frankreich ein ausgezeichnetes reversierbares Kapselaggregat entwickelt, das effektiv in sechs Betriebsarten gefahren werden kann (Turbinen-, Pump- und Durchlaßbetrieb in jeweils zwei Flußrichtungen) und so einen flexiblen Betrieb der gesamten Anlage sichert. Auf dieser Basis wurde 1967 das erste großtechnische Gezeitenkraftwerk Rance mit 240 MW Leistung gebaut, worin 24 derartiger Aggregate nunmehr seit dreizehn Jahren erfolgreich im Einsatz sind.

Obwohl das Gezeitenkraftwerk Rance unter den gegenwärtigen Bedingungen hoher Preise für Primärenergieträger seine Effektivität bewiesen hatte, betrugen doch zum Zeitpunkt seiner Fertigstellung die Kosten je installiertes Kilowatt das Zweieinhalbfache der Kosten vergleichbarer Wasserkraftwerke, was dazu führte, daß man in der Folgezeit dem Bau von Kernkraftwerken den Vorrang eingeräumt hat.

In jenen Jahren unternahmen sowjetische Fachleute einen entscheidenden Versuch zur Überwindung dieser ökonomischen Schranke. Da bei der Anlage von Rance ein erheblicher Investanteil für die Errichtung des Fangdammes sowie für die Trockenlegung (und -haltung) der Baugrube aufgewendet worden war, schlugen wir vor, Gezeitenkraftwerke ohne Fangdämme im Caissonverfahren zu errichten. Damit entfällt nicht nur die Notwendigkeit von Fangdämmen, die dort besonders teuer sind, wo tiefe Buchten abgeriegelt werden müssen und wo das Meer allen seinen Launen freien Lauf läßt, sondern es ist auch die Möglichkeit gegeben, die Arbeiten aus einem schwer zugänglichen Küstengebiet mit rauhem Klima (dies gilt beispielsweise für Kanada, die USA und die UdSSR) in die günstigen Bedingungen eines Industriezentrums an der Küste zu verlegen.

Das Caissonverfahren ist seit langem bekannt. Es wird beim Bau von Unterwassertunnels, Molen, Kaianlagen, Schwimmdocks und neuerdings auch bei der Errichtung von Bohrinseln zur Erkundung und Förderung von Erdöl und Erdgas in großem Umfang angewandt. Wasserkraftwerke freilich hatte man nach diesem Verfahren noch nirgends auf der Welt gebaut. Das ist leicht einzusehen. Das Gebäude eines Wasserkraftwerkes wird in der herkömmlichen Bauweise stets aus massiven Stahlbetonteilen errichtet. Um das Caissonverfahren anwenden zu können, muß das Gebäude jedoch leicht sein.

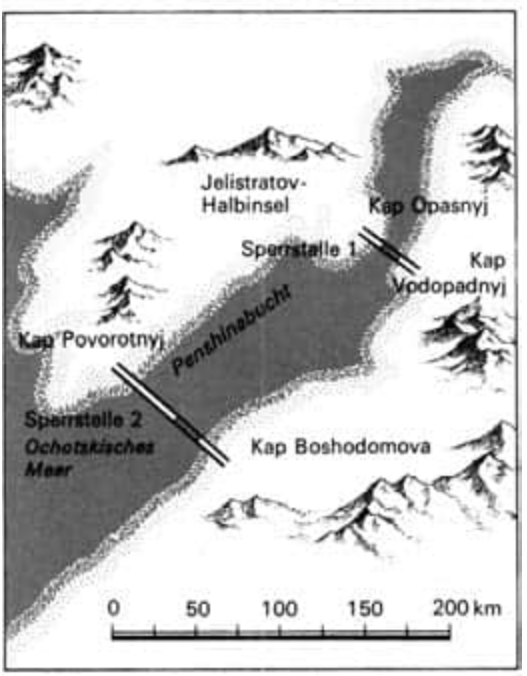
Damit das Fundament des Kraftwerksgebäudes den Sickerungserscheinungen und der damit verbundenen Erdstoffausspülung widersteht, müssen besonders ausgesuchte Böden bestimmter Korngrößen eingebracht und Sickerungsschutzeinrichtungen gebaut werden; deshalb erfolgt die Anlage des Fundaments gewöhnlich in offener, trockengelegter Baugrube. Alle diese Maßnahmen sollten im hier betrachteten Falle unter Wasser realisiert werden!

Die komplizierten und ungewöhnlichen Aufgaben, die zur Realisierung unseres 1959 vorgeschlagenen Projektes für den Bau eines Gezeitenkraftwerkes im Caissonverfahren gelöst werden mußten, machten einen großtechnischen Versuch erforderlich. Bei der Auswahl der Sperrstelle ließen wir uns von folgenden Überlegungen leiten. Das erste, als Versuchsanlage gedachte Kraftwerk brauchte keine große Leistung zu haben, da die Grundsatzfragen bei der Entwicklung von Gezeitenaggregaten zur damaligen Zeit (1958) bereits in Frankreich gelöst worden waren. Ziel unseres Versuches waren geeignete technische Lösungen für die Caissonkonstruktion und die Werkstoffe zu ihrem Aufbau, für die anzuwendenden Arbeitsverfahren, wenn das Gebäude im Baudock eines Industriezentrums an der Küste errichtet werden sollte, sowie für den Transport des Gebäudes mit der darin installierten Ausrüstung auf dem Seewege an die vom Land her schwer zugängliche Sperrstelle, die sich in einem Gebiet mit sehr rauhem Klima befand.

Verständlicherweise mußte die Größe der

Anlage ungeachtet ihrer geringen Leistung so beschaffen sein, daß sich die bei ihrer Errichtung gewonnenen Erfahrungen auf Anlagen entsprechend höherer Leistung übertragen ließen. Die gewählte Sperrstelle in der Kislaja-Bucht an der Küste der Barentssee im Ura-Fjord, 60 Seemeilen von Murmansk entfernt, entsprach allen diesen Bedingungen. Das tiefe Becken der Bucht mit einer Fläche von 1 km² ist durch einen engen und flachen »Hals« mit dem Meer verbunden und wird bei Flut (bis 3,8 m) vollständig gefüllt. In relativ geringer Entfernung von der Sperrstelle verlaufende Freileitungen ermöglichen den Betrieb im Verbundsystem.

Während der Projektierung und des Aufbaus der Versuchsanlage in der Kislaja-Bucht konnten alle skizzierten Probleme gelöst werden. Der Caissonblock des Kraftwerksgebäudes mit den Maßen 36 m × 18 m × 15 m wurde aus dünnwandigem Stahlbeton in einem Baudock auf Kap Prityk gegenüber von Murmansk errichtet. Nach erfolgter Montage des Kapselaggregats mit einem Laufraddurchmesser von 3,3 m und



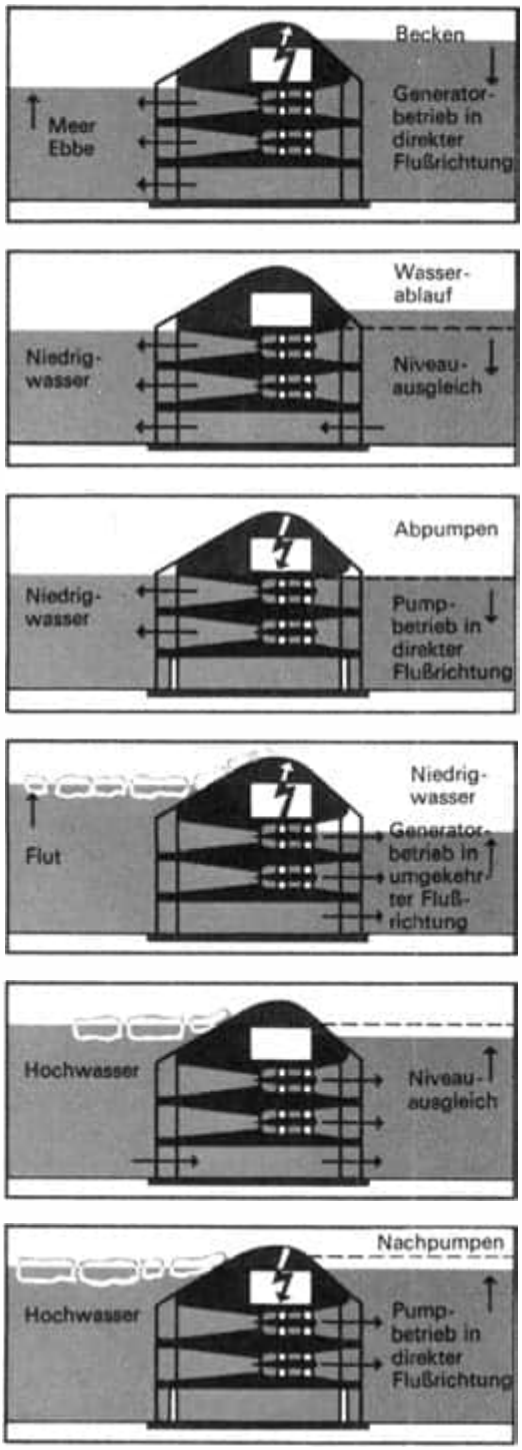
Mögliche Lage eines Gezeitenkraftwerkes in der Penshinabucht

400 kW Leistung wurden das Baudock geflutet, die Verbindung zur Bucht hergestellt und das Kraftwerksgebäude dadurch zum Aufschwimmen gebracht; sein Tiefgang betrug 8,3 m. Mit Hilfe von Pontons wurde dieser Tiefgang auf 6,5 m verringert. Durch Hochseeschlepper wurde das Gebäude auf die Reede der Kislaja-Bucht geschleppt und auf das dort im Unterwasserverfahren vorbereitete Fundament abgesenkt.

Im Verlaufe von zwölf Jahren hat der Betrieb des Gezeitenkraftwerkes in der Kislaja-Bucht die Richtigkeit und Zuverlässigkeit aller technischen Lösungen gezeigt, die bei seinem Aufbau verwirklicht worden sind. Die dünnwandige Konstruktion bewies ihre Festigkeit bei dynamischen und statischen Prüfungen unter kritischen Verhältnissen. Nachdem der Beton 6800 natürlichen Auftau- und Einfrierzyklen ausgesetzt gewesen ist, zeigt er keine Beschädigungen. Das Fundament, bestehend aus einer 0,5 m dicken Ausgleichsschicht von eigens ausgesuchtem Erdreich, ist zuverlässig in bezug auf Erdstoffausspülung und Durchsickerung. Die Setzung des Gebäudes ist gleichförmig und beträgt 1 mm im Jahr. Die Steinschüttungsbewehrung ist stabil. Die Ausrüstung und die Stahlbetonbewehrung zeigen keine Korrosion; dies wurde durch Kathodenschutz erreicht.

Diese positiven Ergebnisse ließen die 1968 errichtete Versuchsanlage in der Kislaja-Bucht zum Prototyp für große Gezeitenkraftwerke auf der ganzen Welt werden. Den Projekten für Großkraftwerke in der Fundy Bay (Kanada), deren Aufbau für die nächsten Jahre vorgesehen ist, liegt eine Caissonkonstruktion ähnlich dem Kraftwerk in der Kislaja-Bucht zugrunde; das gleiche gilt für das britische Projekt Severn mit 400 Mill. kW Leistung. Das Caissonverfahren zur Errichtung von Gezeitenkraftwerken wird in der technischen Literatur als das sowjetische Verfahren bezeichnet.

Bemerkenswerterweise ist in den ausländischen Projekten mit der größten Realisierungswahrscheinlichkeit auch das wichtige Prinzip



Schematische Darstellung des Viertaktbetriebes eines Gezeitenkraftwerkaggregates

der Einbeziehung in Verbundsysteme berücksichtigt worden. So hat man für die Fundy Bay an den Stellen, wo man bis in die sechziger Jahre nur an kleine Zweibeckenkraftwerke dachte, nun – so wie wir es seinerzeit vorgeschlagen haben – Projekte für Gezeitenkraftwerke großer Leistung entwickelt; bis 1990 sollen zwei davon realisiert werden. Sie sind als Einbeckenanlagen geplant und sollen im Verbund mit den Energiesystemen der Küstenprovinzen arbeiten. Die Nutzung der Speicheranlagen bereits bestehender bzw. projektierter Wasserkraftwerke sowie kombinierter Wasserkraft- und Kernkraftwerke erlaubte den Verzicht auf besondere Anlagen zur Regulierung der Gezeitenkraftwerke. Dies konnte andererseits dort nicht erreicht werden, wo Zweibeckenkraftwerke projektiert werden (USA und England) und wo es nicht gelingt, sie in Verbundsysteme einzubeziehen (Chaussey/Frankreich).

In der UdSSR liegt den Plänen für Gezeitenkraftwerke großer Leistung die Konzeption von Einbeckenanlagen und deren Einbeziehung in Energiesysteme zugrunde, die Wasser- und Wärmekraftwerke vereinigen. In allen diesen Projekten geht man verständlicherweise vom Caissonverfahren aus. Zur Zeit unternehmen wir vorbereitende Arbeiten für eine Reihe von Gezeitenkraftwerken an der Küste des Weißen Meeres, wo der Tidenhub 10 m Höhe erreicht, sowie am Ochotskischen Meer mit einem Tidenhub bis 13,5 m.

Als erstes läßt sich im Weißen Meer das Gezeitenkraftwerk Lumbow mit 300 000 kW Leistung errichten. Zu diesem Zweck wird die Lumbow-Bucht durch 8 km lange Dämme abgesperrt; dadurch entsteht ein 90 km² großes Becken. Die Anlage von Lumbow könnte mit einem in der Nähe projektierten Wasserkraftwerk an einem Fluß kombiniert werden oder entsprechende Verbraucher versorgen (Heißwasserbereiter und Gewächshäuser, die unmittelbar neben der Sperrstelle angeordnet werden).

Das zweite Gezeitenkraftwerk könnte in

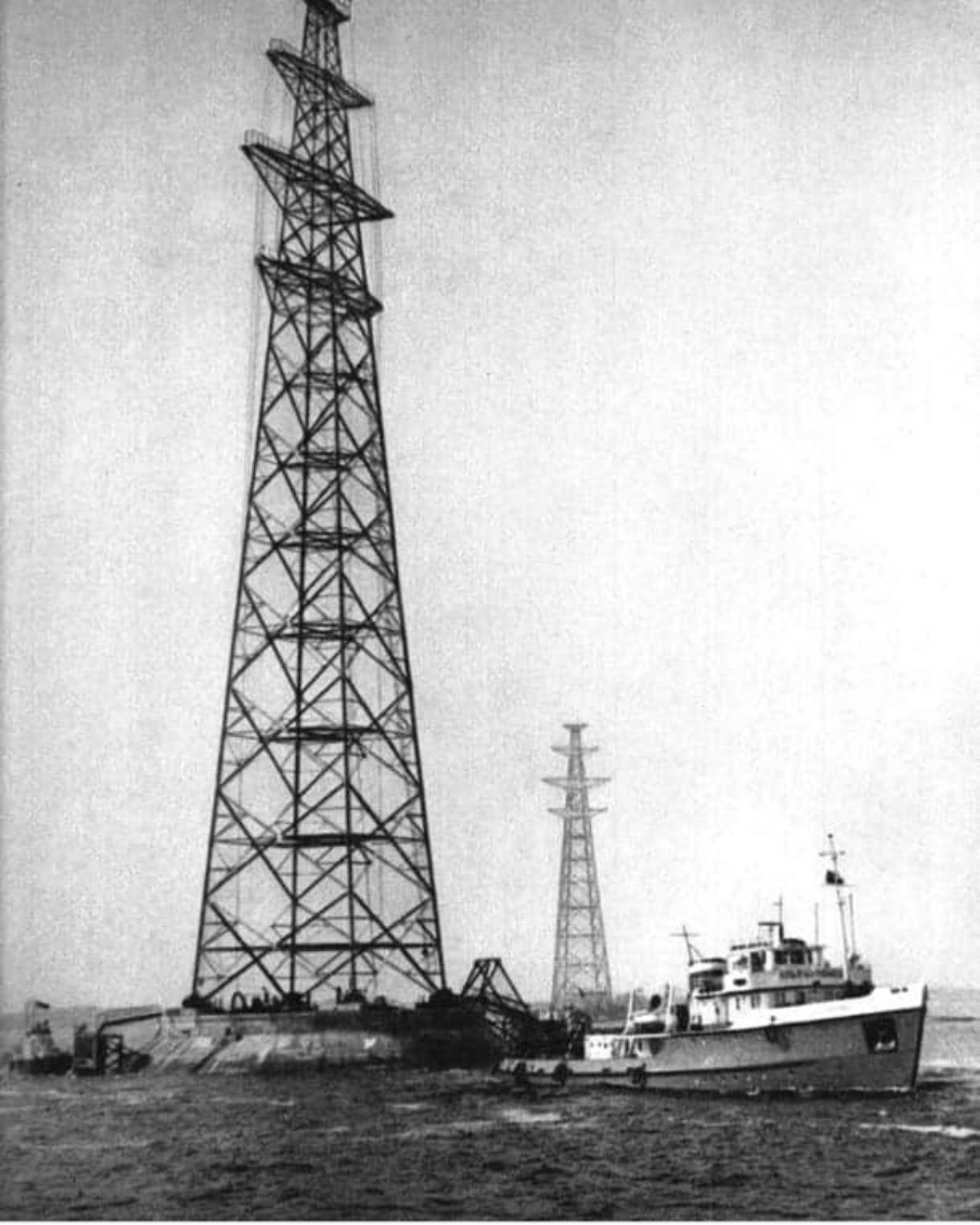
der Mesenbucht liegen. Wegen des großen Tidenhubs und der Möglichkeit, ein Becken von 2215 km² einzurichten, ließe sich hier eine Leistung bis zehn Millionen Kilowatt bei einer Jahresproduktion von 30 Mrd. kWh erreichen. Die Sperrstelle ist 87 km lang und besitzt einen trapezförmigen Grundriß; dieser wurde gewählt, um das Kraftwerksgebäude in einer Tiefe anordnen zu können, bei der sich teure Aushubarbeiten unter Wasser vermeiden lassen. Die Caissoneinheiten können ebenso wie für das Kraftwerk Lumbow in der Kolabucht vorgefertigt werden.

Ein Gezeitenkraftwerk mit analoger Leistung könnte bei Absperrung der Tugurbucht im südlichen Teil des Ochotskischen Meeres durch einen 37 km langen Damm errichtet werden. Durch die Kombination mit einem Wasserkraftwerk am Burejafluß wäre die Abgabe einer Leistung von 5 Mill. kW möglich. Noch größere Aussichten bestehen in der Penshinabucht, wo bei einer Absperrung auf der Verbindungslinie zwischen dem Kap Srednij und dem Kap Wodopadnyj eine Leistung von 35 Mill. kW bei einer Jahresproduktion von 100 Mill. kWh zu erwarten wäre.

Die Krönung der Möglichkeiten für die Gewinnung von Gezeitenenergie in der Sowjetunion könnte jedoch ein Gezeitenkraftwerk werden, das durch Absperrung der gesamten Penshinabucht auf der Verbindungslinie zwischen dem Kap Dalnij und dem Kap Poworotnyj errichtet würde. Hier kann eine Leistung von über hundert Millionen Kilowatt bei einer Jahresproduktion von 300 Mrd. kWh erhalten werden. Die im Caissonverfahren einzubringenden Sektionen des Kraftwerksgebäudes könnten wegen der großen Tiefen dieser Sperrstelle mehrgeschossig sein. Die außergewöhnlichen Parameter von Gezeitenkraftwerken im Ochotskischen Meer sowie ihre Diskrepanz im Vergleich zu den Energiebedarfszahlen von heute läßt an die Möglichkeit denken, hier Ausgleichsverbraucher zu installieren, die imstande sind, die immensen Energieströme zur Produktion etwa von Wasserstoff und anderen chemischen Produkten aufzunehmen. Die Aussicht, dadurch hundert Millionen Tonnen fossilen Einheitsbrennstoff bei Lieferung dieser Produktion an Verbraucher einzusparen, die ihren Standort an den Küsten des Weltozeans haben, spricht für die Realität dieser Lösung ebenso wie für ihre Bedeutung unter dem Aspekt der internationalen Zusammenarbeit.

Für die hier geschilderten grandiosen Projekte müssen zwei technische Probleme gelöst werden. Das erste Problem betrifft die Entwicklung von Kapselaggregaten höherer Einheitsleistung. Es gehört zur Spezifik von Gezeitenkraftwerken, daß sie für den Durchlaß großer Wassermengen bei geringen Drücken geeignet sein müssen. Dies wiederum erfordert eine ungewöhnlich große Anzahl von Kapselaggregaten, d. h. einige hundert oder gar einige tausend Stück, was wiederum höhere Kosten für das Kraftwerksgebäude nach sich zieht. Eine wirklich einschneidende Verminderung der Aggregatestückzahl läßt sich nur durch Vergrößerung des Laufraddurchmessers erreichen. Prototyp eines Kapselaggregats mit vergrößerter Einheitsleistung (für Gezeitenkraftwerke) ist das in der UdSSR entwickelte Aggregat, bei dem der Durchmesser des fliegenden Laufrades 7,5 m beträgt. Neuere französische Untersuchungen haben gezeigt, daß ein derartiges Aggragat auch für einen Laufraddurchmesser von über 8 m gefertigt werden kann. Firmen aus der BRD und Schweden entwickeln ein Aggregat für Direktstromantrieb mit einem Laufraddurchmesser bis 10 m.

Naturgemäß ist es eine schwierige Aufgabe, mehrere hundert riesige Caissoneinheiten zu bauen. Für das Kraftwerk in der Penshinabucht müßten sie im Grundriß 85 m × 58 m messen und 77 m hoch sein. Doch die Erfahrungen, die man bis heute mit dem Bau von Unterseetunnels aus Absenksektionen gesammelt hat, zeigen, daß die Lösung dieses Problems real ist; so wurden beispielsweise etwa 200 Absenksektionen von jeweils 100 m Länge und einem Gewicht von je 10000 bis 14000 t bei der



Wichtige Erfahrungen für den Bau gigantischer Caissoneinheiten aus Stahlbetonfertigteilen vermittelte die Montage von Hochspannungsmasten zur Überquerung des Kachowka-Stausees

Errichtung der Tunnels von San Francisco (USA) und Rotterdam (Holland) in Tiefen bis 50 m montiert, und die Bohrinseln und Tanks im Nordseeschelf wurden in schottischen und anderen Baudocks gefertigt und in Tiefen bis 175 m verankert.

Sehr überzeugend sind auch die Erfahrungen mit der Montage von Hochspannungsmasten zur Überquerung des Kachowka-Stausees unter Verwendung von Caissonfundamenten. Dieses großtechnische Experiment zeigte, daß es möglich war, große Caissoneinheiten aus Stahlbetonfertigteilen zu bauen. Die Fundamente der Masten hatten einen Durchmesser von 45 m und waren im Baudock aus 20 cm dicken Platten montiert worden. Nach erfolgter Abdichtung und einer Prüfung auf ihre Wasserdichtheit im Baudock wurden sie mit den darauf montierten 100-m-Masten auf den Stausee geschleppt und an den vorgesehenen Stellen abgesenkt.

Wir haben eingangs darauf hingewiesen, daß die positiven Eigenschaften der Gezeitenenergie auch im ökologischen Aspekt zutage treten. In der Tat bewirkt ein Gezeitenkraftwerk, das die natürlichen Wasserstandsschwankungen in einer durch einen Damm abgesperrten Meeresbucht nutzt, keinerlei negative Veränderungen; im Gegenteil: Es ist eine Quelle sauberer Energie. Dies haben die Untersuchungen für das Severn-Projekt (England) sowie die Betriebserfahrungen der Kraftwerke Rance und in der Kislaja-Bucht bewiesen. Die Gezeitenregulierung hat die extremen Schwankungen beseitigt; dadurch wurden die Bedingungen für die Schiffahrt verbessert und das Becken des Gezeitenkraftwerkes in einen See mit ausgezeichneten Voraussetzungen für Erholung und Tourismus (Rance) verwandelt. Die am Kraftwerk in der Kislaja-Bucht durchgeführten Tests zeigten, daß der intensive Wasseraustausch des Beckens zwecks maximaler Energiegewinnung die natürlichen ökologischen Verhältnisse aufrechterhält und die Fischwirtschaft nicht nur nicht beeinträchtigt, sondern sogar fördert, weil günstige Bedingungen für die künstliche Aufzucht von Fischen entstehen. Dies geht übrigens auch aus Untersuchungen des Laboratoriums in Dortmund (BRD) für das Projekt eines Gezeitenkraftwerkes in der Fundy Bay hervor. Die Verschlechterung der Bedingungen für Grundfische, die dagegen bei Untersuchungen für ein Projekt in den USA beobachtet wurde, erklärt sich daraus, daß es sich um eine Zweibeckenanlage handelt.

Faßt man das bisher Gesagte zusammen, so kann festgestellt werden, daß der Bau und die Inbetriebnahme hochleistungsfähiger Gezeitenkraftwerke für eine Reihe von Küstenländern eine bereits für die nächsten Jahrzehnte aktuelle und reale Aufgabe ist. Gezeitenkraftwerke nutzen eine ökologisch reine Energiequelle, die eine erhebliche Menge (insgesamt in der Größenordnung von 300 Mill. t) der sich rasch erschöpfenden und teuren natürlichen Brennstoffe einsparen könnte. Dabei wird freilich klar, daß die Bändigung von Ebbe und Flut und die technische Nutzung der Gezeitenenergie die Vereinigung der Anstrengungen vieler Länder notwendig macht, nicht nur wegen der Größe solcher Bauvorhaben, sondern auch wegen der spezifischen Bautechnologie.

Prof. Dr. sc.
Gerhard Brehme

Mada-gaskar

Insel im Wandel

Viele klingende Namen hat man der viertgrößten Insel unseres Erdballs verliehen: Vanille-Insel – liefert doch Madagaskar 70 % der Weltproduktion dieser Gewürzpflanze; Orchideen-Insel – immerhin wurden über 700 Arten davon auf Madagaskar entdeckt. Geschäftstüchtige Reisebüros und westliche Massenmedien lockten kapitalkräftige Touristen zu dieser »glücklichen Insel«, dem »letzten Paradies«, der »Insel des Lächelns«, jenem »Gemisch aus Asien und Afrika mit Südseezauber«. Aber in den letzten Jahren erinnerte man sich immer öfter noch eines anderen Namens: Die »rote Insel« hatten Geographen sie genannt, nach dem rötlichen Lateritboden, der das zentrale Hochland bedeckt und von den zahlreichen Flüssen zum Indischen Ozean geschwemmt wird. Diese Bezeichnung schien plötzlich noch eine andere, eine politische Bedeutung bekommen zu haben, seitdem Madagaskar in den siebziger Jahren einen antiimperialistischen, revolutionär-demokratischen Kurs mit sozialistischer Orientierung einzuschlagen begonnen hatte.

Damit war eine Wende in der Geschichte des madagassischen Volkes eingeleitet, einer Geschichte, die bereits viele Jahrhunderte zurückreicht. Ihre Anfänge liegen im dunkeln und haben in der Wissenschaft zu verschiedenen Deutungen geführt. Man kann davon ausgehen, daß jedenfalls zu Beginn unseres Jahrtausends die Insel bereits von Bewohnern jener zwei rassischen Hauptgruppen der Bevölkerung besiedelt war, die auch heute noch unterscheidbar sind: von einer Bevölkerungsgruppe malaiisch-polynesischen Ursprungs, deren Vorfahren auf der Suche nach neuen Handelswegen als Seefahrer die Insel erreicht haben mochten, sowie eine Bantu sprechende Gruppe, die von dem 400 km entfernten afrikanischen Kontinent gekommen war. Zu jener Zeit kannten auch schon die Araber Madagaskar; seit Beginn unseres Jahrtausends gründeten sie vor allem an der Ostküste Handelsniederlassungen und verbreiteten den Islam. Im Laufe der Jahrhunderte entwickelten sich aus den Stammesverbänden freier Bauern feudale Staatswesen, oft mit gewissen Zügen der Sklaverei behaftet. Zum mächtigsten und einflußreichsten unter ihnen wurde das Königreich Imerina, der Staat der Merina, der hauptsächlichen Bevölkerungsgruppe malaiisch-polynesischen Ursprungs, die vor allem das zentrale Hochland bewohnte. Während des 18. Jh. gelang es den Merina, sich fast die gesamte Insel zu unterwerfen und die meisten anderen Stämme in eine zentralisierte Feudalmonarchie einzugliedern, die bereits in der ersten Hälfte des 19. Jh. unter König Radama I. die Bezeichnung Königreich Madagaskar erhielt. Mitte des 19. Jh. entwickelten sich im Schoße des madagassischen Feudalismus erste Elemente kapitalistischer Verhältnisse und auf dieser Basis Anfänge einer Industrialisierung. Für das Imerina-Gebiet wurde – früher als in jedem europäischen Staat – die allgemeine Schulpflicht verkündet; die Verwaltung des zentralisierten Staates wurde modernisiert, und die Monarchie schloß mit einer Reihe führender kapitalistischer Länder Verträge ab, die die Selbständigkeit Madagaskars respektierten und der Insel ausländisches Kapital und Siedler zuführen sollten.

Als in der zweiten Hälfte des 19. Jh. auch für Madagaskar die entscheidende Auseinandersetzung mit dem die Welt aufteilenden europäischen Kolonialismus begann, verfügte es also – im Unterschied zu vielen anderen der heutigen afrikanischen Staaten – über eine entwickelte Klassengesellschaft, eine jahrhundertealte Tradition eigener Staatlichkeit und einen weitgehend geeinten und zentralisierten Staat. Es besaß eine vom größeren Teil der Inselbevölkerung gesprochene nationale Sprache, das Madagassische (Malagasi), die bereits eine eigene Literatur und Publizistik hervorgebracht hatte, und nicht zuletzt reiche Erfahrungen im Kampf gegen die Ansprüche europäischer Kolonialmächte. Denn tatsächlich hatte die Auseinandersetzung mit deren Okkupationsbestrebungen viel früher begonnen. Für sie entdeckt wurde die Insel um 1500 durch den portugiesischen Seefahrer Diego Diaz, als

dessen Schiff vom Sturm an die Küste getrieben worden war. Aber nicht die Portugiesen, sondern Engländer und Franzosen sollten in den nächsten Jahrhunderten die Hauptrivalen im Kampf um Madagaskar sein. Nachdem bereits mehrfach französische Schiffe gelandet waren, verlieh Mitte des 17. Jh. Kardinal Richelieu der französischen Ostindien-Kompanie ein Handelsmonopol für Madagaskar, und der französische König Ludwig XIII. erklärte die Insel zum Besitz Frankreichs. Auch sein Nachfolger Ludwig XIV. und dessen Minister Colbert schmiedeten erneut Pläne, Madagaskar zu okkupieren. Aber bis ins 19. Jh. hinein scheiterten alle Versuche Frankreichs wie auch anderer Kolonialmächte, auf der Insel Fuß zu fassen und sie zu kolonisieren, am Widerstand der Madagassen. Erst 1884/85 gelang es Frankreich nach einem mit enormem Aufwand und großer Brutalität geführten Kolonialkrieg, Madagaskar einen Protektoratsvertrag aufzuzwingen, und 1896 schließlich, es endgültig zur französischen Kolonie zu machen.

Blick auf Antananarivo, die Hauptstadt der Demokratischen Republik Madagaskar

Aber das madagassische Volk hat sich niemals damit abgefunden. Die über sechzigjährige Geschichte der kolonialen Beherrschung und Ausbeutung Madagaskars durch Frankreich war erfüllt von antikolonialen Kämpfen und Bewegungen. Kaum etabliert, sah sich die französische Kolonialmacht bereits 1905 gezwungen, einen Aufstand mehrerer Stämme im Süden der Insel blutig niederzuschlagen. Während des ersten Weltkrieges entstand die erste geheime Organisation zur Verteidigung der madagassischen Kultur. 1936, während der Zeit der Volksfront in Frankreich, bildete sich vorübergehend eine madagassische Sektion der KP Frankreichs. 1937 entstanden die ersten Gewerkschaften. 1946 wurde die erste antiimperialistische Massenorganisation, die Demokratische Bewegung zur Erneuerung Madagaskars, gegründet. Ein von ihr geführter, das ganze Land erfassender Volksaufstand wurde 1947 erneut blutig niedergeschlagen; fast 90000 Madagassen wurden das Opfer des Terrors der Kolonialarmee und ihrer inneren Verbündeten. Doch die Zeiten des

französischen Kolonialismus gingen auch auf der Vanille-Insel zu Ende. Gestützt auf das veränderte internationale Kräfteverhältnis, zwang die nationale Befreiungsbewegung Madagaskars, die in der zweiten Hälfte der fünfziger Jahre ihre Gestalt in zahlreichen politischen Parteien und Bewegungen erhalten hatte, die französische Kolonialmacht zum Rückzug. Im »Afrikanischen Jahr«, am 26. Juni 1960, erlangte Madagaskar die politische Unabhängigkeit.

Aber der Kampf um die wirkliche Befreiung des Landes war damit nicht zu Ende. Der scheidenden Kolonialmacht war es gelungen, zum Zeitpunkt der Unabhängigkeit die politischen Vertreter der einheimischen Kompradorenbourgeoisie und anderer proimperialistischer Schichten an die Macht zu bringen. Unter Führung von Präsident Philibert Tsiranana, zugleich Vorsitzender der regierenden rechtsreformistischen Sozialdemokratischen Partei Madagaskars (PSD), errichteten sie ein neokolonialistisches Regime, das dem ausländischen Kapital und den politischen Interessen des Imperialismus freien Raum ließ. Damals waren einige sogenannte Kooperationsverträge mit Frankreich geschlossen worden, die die beherrschende Position des französischen Kapitals in der Wirtschaft und der französischen Tradition im Bildungswesen sowie die militärische Präsenz Frankreichs auf der Insel sicherten. Tausende von französischen »Beratern« kontrollierten und orientierten den gesamten Staatsdienst. Das ausländische Kapital beherrschte 85% der Wirtschaft des Landes. Die französische »Entwicklungshilfe« hatte schließlich eine Größenordnung von fast einer Milliarde Franc erreicht; aber nur jedes zweite Kind im schulpflichtigen

Mitglieder einer Dorfgemeinschaft auf dem Wege zur Feldarbeit

Gemeinsame Arbeit gehört zu den Traditionen der madagassischen Dorfgemeinschaften – Bauern legen einen Deich an, um die Bewässerung ihrer Reisfelder zu sichern

Alter konnte eine Schule besuchen, das durchschnittliche Prokopfeinkommen gehörte mit etwa 150 Dollar zu den niedrigsten der Entwicklungsländer. In den ländlichen Gebieten kam ein Arzt auf etwa 22000 Einwohner. In der Außenpolitik zeigte sich der antinationale Kurs am schärfsten in der ökonomischen und diplomatischen Zusammenarbeit mit dem rassistischen Apartheid-System der Republik Südafrika, während mit den meisten sozialistischen Ländern nicht einmal diplomatische Beziehungen bestanden. Unterdrückung und Verfolgung der progressiven Parteien sorgten dafür, daß Tsirananas PSD fast ausschließlich die politischen Institutionen des Landes beherrschte.

Diese antinationale Politik führte zu wachsenden sozialen und politischen Widersprüchen, die schließlich 1971/72 in eine tiefgehende Krise des Systems mündeten. War es dem Regime 1971 noch einmal gelungen, mit Hilfe der präsidialen Ausnahmerechte und der im Lande stationierten französischen Truppen einen Aufstand der Bauern des besonders unterentwickelten Südens zu unterdrücken, so wurde es schließlich 1972 durch eine breite Volksbewegung zum Abtreten gezwungen. Die Macht ging in die Hände einer Regierung patriotisch gesinnter Militärs über, die, unterstützt von den demokratischen Kräften des Landes, in den nächsten Jahren fortschrittliche Veränderungen einleitete: Madagaskar kündigte die neokolonialistischen »Kooperationsverträge« mit Frankreich, trat aus der Franc-Zone aus, beendete seine Mitgliedschaft in der von Frankreich beherrschten Wirtschaftsgruppierung OCAM, erzwang den Abzug aller französischen Truppen, hob die Satellitenbeobachtungsstation der USA auf der Insel auf, brach die Zusammenarbeit mit Israel und der Republik Südafrika ab und stellte diplomatische Beziehungen zu den meisten sozialistischen Ländern her, so z. B. am 29. 11. 1973 auch mit der DDR. Durch die Abschaffung der verhaßten, noch aus der Kolonialzeit stammenden Kopf- und Vieh-Steuer und durch andere sozialpolitische Maßnahmen wurde das Lebensniveau der Massen verbessert. Nach einer der Hauptforderungen der Studentenbewegung begann die »Malgachisierung« des Bildungswesens.

Den Maßnahmen zur Festigung der nationalen Unabhängigkeit und Förderung des demokratischen Fortschritts setzte die in- und aus-

ländische Reaktion erbitterten Widerstand entgegen. In den außerordentlich scharfen Auseinandersetzungen im Frühjahr 1975 behaupteten sich schließlich, unterstützt von den einflußreichsten progressiven Parteien und Organisationen, die revolutionär-demokratischen Kräfte in der militärischen Führung. Im Juni 1975 wurde ein Oberster Revolutionsrat unter Führung des bisherigen Außenministers, Fregattenkapitäns Didier Ratsiraka, gebildet. Damit hatte das Land die Wende zur nationaldemokratischen Entwicklung mit sozialistischer Orientierung eingeleitet. Zu ihrer programmatischen Grundlage wurde die im Dezember 1975 in einem Volksentscheid mit 95 % der Stimmen gebilligte Charta der madagassischen sozialistischen Revolution; zugleich wurde die neue Verfassung der Demokratischen Republik Madagaskar angenommen und Ratsiraka zum ersten Präsidenten des Landes gewählt.

In dem seither verflossenen halben Jahrzehnt hat die nationaldemokratische Entwicklung in Madagaskar bedeutende Fortschritte und Erfolge erzielt:

1. Die politischen Grundlagen des nationaldemokratischen Regimes konnten schrittweise ausgebaut und gefestigt werden. Im Dezember 1976 schloß sich eine Reihe von fortschrittlichen Parteien und Organisationen, die das Programm der Revolutionscharta unterstützten, zu einer Nationalen Front zur Verteidigung der Revolution zusammen; ihre führenden Vertreter wurden in den erweiterten Obersten Revolutionsrat aufgenommen und an der Regierung beteiligt.

Organisatorisch älteste und politisch erfahrenste dieser Parteien ist die KDRSM/AKFM, die bereits 1958 als Partei des Unabhängigkeitskongresses von Madagaskar (Antonkon'ny Kongresin'ni Fahaleovantan'i Madagasikara – AKFM) gegründet wurde. Sie ist eine revolutionär-demokratische Partei, in der auch eine einflußreiche marxistisch-leninistische Gruppierung wirkt, deren herausragende

Ein sowjetischer Gastdozent an der Universität von Antananarivo – er hilft mit vielen anderen bei der Ausbildung nationaler Fachleute

Vertreterin die langjährige Generalsekretärin Gisèla Rabesahala ist. Bereits unter den schwierigen Bedingungen des Tsiranana-Regimes setzte sie sich unbeirrt für die völlige politische, ökonomische und soziale Befreiung des Landes und für eine sozialistische Perspektive ein. Sie stützt sich vor allem auf die Arbeiterklasse. Während der Wende zur nationaldemokratischen Revolution wirkte sie nach dem Zusammenschluß mit anderen revolutionär-demokratischen Kräften als Demokratisches Komitee zur Unterstützung der Charta der sozialistischen madagassischen Revolution (KDRSM). Zur Zeit ihres II. Parteitages 1980 hatte die neuformierte KDRSM/AKFM 1 600 Grundorganisationen im Lande. Wie mit den kommunistischen Parteien anderer sozialistischer Länder, so unterhält sie auch mit der SED brüderliche Beziehungen, die unter anderem in einer Vereinbarung über die Zusammenarbeit beider Parteien zum Ausdruck kommen.

Die zweite wesentliche Organisation innerhalb der Front ist die 1976 vom Vorsitzenden des Revolutionsrates Ratsiraka gegründete Avantgarde der madagassischen Revolution (Avantgarde de la révolution malgache – AREMA). Sie ist noch mehr eine allgemeine politische Sammlungsbewegung nationaldemokratischer Kräfte mit einer sehr breiten sozialen Basis. Ihre Vertreter verfügen gegenwärtig über die Mehrheit in den gewählten Staatsorganen, in der Regierung sowie im Revolutionsrat.

Trotz der differenzierten Zusammensetzung und der damit gegebenen Probleme betrachten die fortschrittlichen Kräfte unter den gegenwärtigen Bedingungen die Nationale Front als die günstigste Form des Bündnisses aller die nationaldemokratische Revolution unterstützenden Kräfte.

2. Vor allem durch den Aufbau gewählter Vertretungsorgane konnten die demokratischen Grundlagen der nationaldemokratischen Staatsmacht gestärkt werden. Nach den Vorstellungen der führenden Kräfte soll sie auf den verschiedenen Ebenen örtlicher Verwaltung durch sogenannte dezentralisierte Kollektive ausgeübt werden, die an die Traditionen der vorkolonialen Form dörflicher Selbstverwaltung, die fokonolona, anknüpfen sollen. Auf der Ebene der Dörfer und Stadtviertel gibt es bereits über 11 000 solcher örtlichen Räte. Sie haben inzwischen weitgehende Rechte zur Lösung wirtschaftlicher und sozialer Aufgaben erhalten. Bei den ersten Wahlen zu den fokotani im März 1977, zu den Volksräten der Provinzen im Mai 1977 sowie schließlich zur Nationalen Volksversammlung im Juni 1977 haben die in der Nationalen Front zusammengeschlossenen Parteien, insbesondere die AREMA und die AKFM, einen überwältigenden Sieg errungen.

3. In Verwirklichung der Charta hat der revolutionäre Staat tiefgreifende Veränderungen der sozialökonomischen Verhältnisse vollzogen. 1976/77 wurden die ausländischen Banken, Versicherungen und Handelsgesellschaften, das Energiewesen sowie Gesellschaften des Bergbaus und der Industrie nationalisiert. 1977 war damit das ausländische Kapital als bestimmender Faktor der Wirtschaft weitgehend ausgeschaltet. Der staatliche Sektor umfaßt heute etwa 85 % des Außen- und Großhandels, fast 70 % der Industrie und 15 % der Schiffahrt. Für die Neuorganisation der staatlichen Betriebe wurde 1978 eine Charta der sozialistischen Betriebe erlassen; sie sieht unter anderem die Errichtung von betrieblichen Komitees vor, mit deren Hilfe die Arbeiter in die Leitung der Betriebe einbezogen werden sollen.

Die in der Charta vorgesehene Agrarreform steht noch am Anfang. Der gesamte ausländische Grundbesitz über hundert Hektar soll enteignet werden; bis 1980 waren etwa 200000 Hektar enteigneter Boden an Staatsfarmen und Genossenschaften verteilt worden.

Gestützt auf diese progressiven Veränderungen in den Produktionsverhältnissen, konnte die Regierung 1978 zur Wirtschaftsplanung übergehen. Der Dreijahrplan 1978 bis 1980 sah eine jährliche Wachstumsrate von 5,5 % und Investitionen von 280 Millionen Dollar vor, die zu

36,5 % durch ausländische Quellen gedeckt werden und vor allem dem Ausbau der Infrastruktur, des Bergbaús sowie der verarbeitenden Industrie dienen sollten. – Die neue Wirtschaftspolitik zeigte ihre ersten Ergebnisse: 1977 konnten erstmalig die bisher chronisch defizitäre Außenhandelsbilanz ausgeglichen und die Inflationsrate wesentlich gesenkt werden. 1979 erreichte das Land ein Wachstum des Bruttoinlandprodukts von 8 bis 10 %.

Auch auf anderen Gebieten hat die Revolution Veränderungen eingeleitet, die das Leben der Werktätigen verbessern. So wurde z. B. 1976 ein neues Grundschulsystem eingeführt. Es sieht gebührenfreie Elementarschulbildung für alle Kinder über sechs Jahren vor. Um die entsprechenden Voraussetzungen zu schaffen,

sind der Bau von 11 000 Schulgebäuden und die Ausbildung von 14 000 neuen Lehrern geplant. Mit etwa einem Viertel steht das Bildungswesen an der Spitze der Ausgaben des Staatshaushaltes.

4. Die nationaldemokratische Orientierung schlug sich schließlich in einer weiteren positiven Entwicklung der Außenpolitik nieder. Sie ist auf die Prinzipien der friedlichen Koexistenz, der Nichtpaktgebundenheit und antiimperialistischer Solidarität gegründet. Entsprechend der geographischen Lage Madagaskars ist ihr besonderes Anliegen der Kampf um die Verwandlung des Indischen Ozeans in eine Zone des Friedens und die Unterstützung der antiimperialistischen Bewegungen auf dem afrikanischen Kontinent. Ausgehend von den revolutionären Zielsetzungen der sozialistischen Orientierung und den gemeinsamen antiimperialistischen Interessen, hat die DRM auch ihre Beziehungen zu den sozialistischen Ländern ausgebaut und vertieft. Sie stimmt mit ihnen in wesentlichen Fragen der internationalen Beziehungen überein und betrachtet sie als natürliche Verbündete im Kampf um die Sicherung des Friedens und sozialen Fortschritt. Auch die DDR ist mit der DRM durch zahlreiche Verträge und Abkommen verbunden, so z. B. durch ein langfristiges Handelsabkommen von 1979. Sie unterstützt Madagaskar insbesondere bei der Entwicklung der Industrie und im Hochschulwesen.

Die »rote Insel« steht am Anfang eines revolutionären Weges, auf dem es noch viele Schwierigkeiten zu überwinden gilt. Noch ist das Land fester Bestandteil des kapitalistischen Weltwirtschaftssystems und muß in nicht unbedeutendem Maße ausländisches Kapital für die Entwicklung der Wirtschaft in Anspruch nehmen. Noch sind die ökonomischen Positionen der einheimischen Bourgeoisie nicht angetastet, und noch ringt der staatliche Sektor um die Rentabilität seiner Betriebe. Die progressiven Veränderungen in der Landwirtschaft haben sich noch nicht so ausgewirkt, daß die stabile Versorgung der Bevölkerung aus eige-

Demokratische Republik Madagaskar
(République Démocratique de Madagascar, Repoblika Demokratika Malagasy)

Territorium: 587041 km²; viertgrößte Insel der Erde, Nord-Süd-Ausdehnung 1600 km, größte Breite 580 km, vom afrikanischen Festland durch die 400 km breite Straße von Moçambique getrennt

Bevölkerung: etwa 9 Millionen Einwohner (Schätzung 1980); teils malaiisch-indonesischen, teils afrikanischen Ursprungs. Größte ethnische Gruppen (insgesamt etwa 18): Merina (26 %), Betsimisáraka (15 %), Bétsileo (12 %), Tsimihety (7 %), Sakalava (6 %)

Hauptstadt: Antananarivo (früher Tananarive), etwa 500000 Einwohner

Amtssprache: Französisch, Madagassisch (Malagasi)

Währung: Madagassischer Franc (Franc Malgache= FMG), 217 FMG = 1 US-Dollar (1978)

Natürliche Bedingungen: Die Insel wird fast völlig von einem zentralen Hochland durchzogen, das Höhen zwischen 2600 m und 2900 m erreicht. Im O fällt das Hochland steil zum Indischen Ozean ab, im W senkt es sich in langgestreckten, von zahlreichen Flüssen durchschnittenen Stufen zum Meer. Tropisch-maritimes, höhengestuftes Klima; südöstliche Passate bringen oft gefährliche Zyklone zur Ostküste. Höchste jährliche Niederschlagsmenge im SO (1500 bis 4000 mm), niedrigste im SW (350–760 mm). Tropischer Regenwald im N und O, Trockenwald und Savanne im Innern, Grasland in Höhenlagen, Dornensteppe im SW. 21,3 % der Fläche bewaldet, z. T. mit wertvollen Edelhölzern (Ebenholz, Palisander). Bodenschätze: vor allem Graphit, Glimmer, Uran, Chrom, Nickel, Eisen, Kohle, Edel- und Halbedelsteine

Wirtschaft: Madagaskar ist ein schwachentwickeltes Agrarland mit Ansätzen einer extraktiven und verarbeitenden Industrie. Über 80 % der Bevölkerung leben von der Landwirtschaft, die etwa 90 % der Exporterlöse und knapp ein Drittel des Bruttosozialprodukts bringt. Landwirtschaftliche Exportprodukte sind vor allem Kaffee, Gewürznelken, Vanille (70 % der Weltproduktion), Zuckerrohr, Pfeffer, Sisal, Tabak. An Bodenschätzen werden bisher insbesondere Chrom, Graphit und Glimmer abgebaut. 36000 km Straßennetz, davon 8400 km ganzjährig befahrbar, 885 km Eisenbahnstrecke

Politisch-staatliches System: Seit 1975 nationaldemokratische Republik mit sozialistischer Orientierung. Höchstes politisch-staatliches Organ: Oberster Revolutionsrat, dessen Vorsitzender (Fregattenkapitän Didier Ratsiraka) zugleich Staatspräsident ist. Es stützt sich auf eine aus mehreren fortschrittlichen Parteien gebildete Nationale Front zur Verteidigung der Revolution. Die Legislativfunktion liegt bei der Nationalen Volksversammlung. Auf örtlicher Ebene gibt es gewählte Vertretungsorgane (fokonolona).

nem Aufkommen, insbesondere mit dem Hauptnahrungsmittel Reis, gesichert werden kann. Arbeitslosigkeit und Inflation konnten zwar eingedämmt, aber noch nicht beseitigt werden. Noch sind die aus der Vergangenheit stammenden Vorbehalte zwischen verschiedenen ethnischen Gruppen, insbesondere den jahrhundertelang dominierenden Merina des Hochlandes und den weniger entwickelten Küstenstämmen, nicht völlig überwunden. Die Nationale Front repräsentiert zwar ein Bündnis von im wesentlichen fortschrittlichen und revolutionären, im übrigen aber sehr heterogenen Kräften mit unterschiedlicher regional-ethnischer und sozialer Basis und unterschiedlichen ideologischen Positionen, so daß Widersprüche zwischen ihnen unvermeidlich sind.

Diese und andere Probleme versuchen die in- und ausländischen Gegner der Revolution zu nutzen, um das nationaldemokratische Regime zu destabilisieren und die revolutionäre Entwicklung aufzuhalten. Gegen das Programm der Revolution und ihre Führung durch die progressiven Militärs arbeiten nicht nur der ausländische Imperialismus und die gestürzten sozialreformistischen Kräfte im Innern, sondern auch linksextremistische Gruppierungen. Der Kampf ist härter geworden; Ende 1979 traten konterrevolutionäre Kräfte erstmalig mit einem Gegenprogramm hervor. Mit Recht betonte in Anbetracht dieser Verschärfung des Klassenkampfes der II. Parteitag der KDRSM/AKFM, daß die Behauptung und Vertiefung des revolutionären Prozesses vor allem erfordere, das Bündnis aller revolutionären Kräfte zu stärken und sichtbare Erfolge in der ökonomischen Entwicklung zu erreichen, die zum Hauptfeld der Auseinandersetzung geworden ist.

»Arbeitend leben oder kämpfend sterben!«

Prof. Dr. habil. Helmut Bock

LYON 1831

Aufstand der Seidenweber

Seit Monaten brodelte es in Frankreichs Arbeiterzentren. Da peitschte in die drohende Bürgerkriegsstimmung am 21. November 1831 die Nachricht von einer sozialen Massenerhebung, die in aller bisherigen Geschichte ohne Beispiel war. Lyoner Seidenweber, die für einen angemessenen Minimaltarif demonstrierten, wurden durch das rohe Einschreiten der Nationalgarde zum bewaffneten Aufstand provoziert. So vollzog sich der erste Massenkampf proletarischer Lohnsklaven in der Weltgeschichte. »Arbeitend leben oder kämpfend sterben!« war ihre Losung – eine Alternative von Ausgebeuteten, die durch Hunger und Gewalt zum letzten Mittel der Verzweiflung getrieben wurden. Sie nannten die Arbeit ihre notwendige Existenzbedingung und hofften, durch auskömmlichen Arbeitslohn das »Recht auf Leben« in der bürgerlichen Gesellschaft durchzusetzen.

. . . Zwar wurden die Lyoner Seidenwaren damals noch nicht in modernen Maschinenfabriken produziert. Die Struktur der Produktion und der Ausbeutung war durch eine Hierarchie gekennzeichnet, an deren Spitze eine dünne Oberschicht reicher Handelskapitalisten stand, die sich Fabrikanten nannten und deren Anzahl für 1831 exakt mit 392 angegeben wird: Sie ließen ihr Kapital »arbeiten«, indem sie mit Hilfe von Kommissionären den Rohstoff einkauften, ihn zum Zwecke der Fabrikation an zahlreiche kleine Werkstätten verteilten und gegen Macherlohn pro Stück die fertigen Produkte wieder einzogen, um sie auf in- und ausländischen Märkten zu verkaufen. Nach diesem Verlagssystem der Fabrikanten und Kommissionäre gliederten sich die eigentlichen Produzenten in weitere zwei Klassen: in die rund 8000 Meister, die Besitzer von zwei bis acht Webstühlen waren, an denen sie mit Familienangehörigen und einigen Gehilfen produzierten – und in ebendiese mitarbeitenden Proletarier, die ihren Lohn von den Meistern empfingen. Letztere waren jene 30 000 Männer, Frauen und Jugendliche, die 1831 das Lyoner Proletariat bildeten und auf denen das ganze kapitalistische Sozialgerüst lastete. Die Unternehmer drückten auf die Meister, die Meister drückten auf die Arbeiter. Weil aber Meister und Proletarier gemeinsam für den Macherlohn arbeiteten und unter dem Preisdiktat der Fabrikanten standen, sahen sie beide in diesen ihre Ausbeuter, und sie konnten sich auf die Tradition vereinter Arbeitskämpfe berufen, in denen sie wiederholt schon Minimaltarife für den Stücklohn erstritten hatten.

Im Herbst 1831 ging es abermals um einen solchen Tarif. Die englische, deutsche und schweizerische Handelskonkurrenz hatte die führende Marktstellung der Lyoner Seidenwaren gebrochen, die Fabrikanten suchten ihre Verluste auf die Produzenten abzuwerten und senkten den Stücklohn. Diese typische Unterneh-

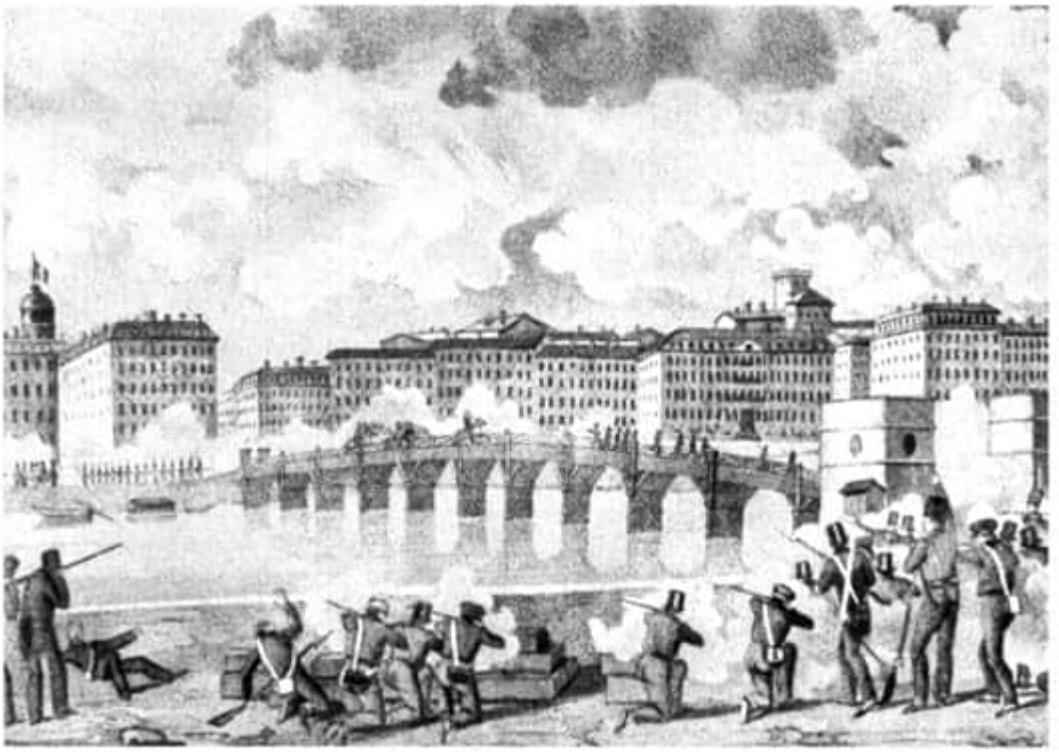
merreaktion traf eine Arbeiterschaft, die nach den Auskünften aller historischen Quellen unterhalb des Existenzminimums vegetierte. Bei 15- bis 18stündigem Arbeitstag erhielt der Arbeiter 18 Sous für die Herstellung einfacher Stoffe, die Arbeiterin 10, der Lehrling 7 – aber schon ein Pfund Brot von der billigsten Sorte kostete 4 Sous. Die Mehrzahl dieser Lohnsklaven lebte in Croix-Rousse, wo in lichtlosen, stinkenden Mietskasernen fünf bis acht Personen in einem Zimmer hausten. Bereits 1828 waren 9032 Kinder in der Stadt ausgesetzt worden. Das Elend und die Unterernährung des Lyoner Arbeiters, den die feisten Bourgeois mit dem Spitznamen »canut« – Kiebitz – verspotteten, war sprichwörtlich. Sie fühlten sich nun aber am Ende aller Geduld und Lebenskraft, verlangten zusammen mit ihren Meistern den Stopp der Lohnsenkungen durch die Festsetzung eines Minimaltarifs.

Der Präfekt Bouvier-Dumolard, ein Beamter aus Napoleons Tagen, wollte die Not der Arbeiter lindern. Er hielt es für die Pflicht eines Staatsbeamten, im Tarifstreit zwischen den Unternehmern und den Werktätigen als ein humaner und ausgleichender Schiedsrichter zu wirken. Deshalb berief er einen möglichst unparteiischen Sachverständigenrat, der am 11. Oktober 1831 die Erklärung abgab: »In Betracht, daß es allgemein bekannt ist, daß viele Fabrikanten einen gar zu geringen Arbeitslohn bezahlen, ist es nützlich, daß ein Tarif für das Minimum des Arbeitspreises festgesetzt werde.«

Bis die Verhandlungen zustande kamen, vergingen zwei Wochen – eine Zeit der wachsenden Unruhe und Proteste, weil die quertreibenden Fabrikanten den Präfekten des Mißbrauchs der Staatsgewalt bezichtigten, hingegen die Proletarier auf eine beschleunigte Lösung drängten. Endlich fanden am 25. Oktober die Tarifverhandlungen statt. Am Morgen zog eine unermeßliche Menschenmenge in guter Ordnung von der damaligen Vorstadt Croix-Rousse, die sich über die nördliche Anhöhe erstreckt, in die im Tal zwischen den Flüssen Rhône und Saône liegende Stadt hinunter. Dort stellte sie sich als düstere, schweigende Masse vor das Gebäude der Präfektur und erwartete die Lohnentscheidung – gänzlich unbewaffnet, nur ein Fahnentuch der Trikolore hoch über den Köpfen. Die Fabrikanten fühlten sich unter Druck gesetzt. Der Präfekt ging zu den Arbeitern und beschwor sie, jeden Anschein zu vermeiden, den Tarif gewaltsam erzwingen zu wollen. Da zogen die Arbeiter in derselben Ordnung, wie sie gekommen waren, nach Croix-Rousse zurück. Die Verhandlungen endigten mit der Fixierung des Minimaltarifs, über den der zeitgenössische Historiker schreibt: ». . . So groß war die Mäßigung der Arbeiter, daß einzelne Verrichtungen, für welche man vor zwölf Tagen noch acht Sous bezahlt hatte, zugunsten der Fabrikanten um ein Achtel herabgesetzt wurden.« Doch das Abkommen verhieß ein Ende der Lohnkürzungen, und die Sachverständigen der Präfektur versprachen, die Einhaltung des Vertrages zu überwachen. Die freudigen Proletarier illuminierten ihre Quartiere, feierten mit Gesängen und Tänzen den Erfolg der Verhandlungen.

Es gab einige Fabrikanten, die den Tarif für gerecht hielten, weil er die Habsucht der Spekulanten zügeln und die Konkurrenz mäßigen konnte. Aber die überwiegende Mehrheit verleugnete ihre eigene Kommission. Man stieß Drohungen gegen den Präfekten aus: »Was ist dieser Tarif anderes als ein kecker Eingriff in die Freiheit der Übereinkunft? Und wie stünde es fortan um unsere Sicherheit, wenn es der Gewalt erlaubt wäre, in Sachen der Industrie einzuschreiten und den ungestümen Forderungen der Arbeiter eine willfährige Unterstützung zu leihen?« . . . Der Tarif wurde fortwährend gebrochen.

Nun beschlossen die betrogenen Proletarier einen einwöchigen Streik. Der Militärkommandant rief sogleich die kasernierten Linientruppen in Alarmbereitschaft. Die Posten der Nationalgarde wurden verdoppelt. Die hochmütige Bourgeoisie spielte mit dreisten Provokationen. Ein Fabrikant empfing seine hungernden Lohnarbeiter mit Pistolen. Von einem zwei-



ten ist die Äußerung überliefert: »Wenn sie kein Brot im Bauche haben, so wollen wir ihnen Bajonette hineinstecken.«

Am Montag, dem 21. November 1831, war Streiktag. In Croix-Rousse versammelten sich am frühen Morgen knapp 400 Seidenarbeiter – mit Stöcken bewaffnet, von einem Mitglied ihrer Tarifkommission angeführt. Sie wollten, daß bis zur Anerkennung des Minimaltarifs keine Maschinen mehr betrieben wurden, und einige gingen in die Werkstätten, um jeden noch Tätigen zur Arbeitsniederlegung aufzufordern. Währenddessen marschierte ein Trupp von etwa 50 Nationalgardisten heran, die auf Kommando des Offiziers die Bajonette zum Angriff fällten. »Wir müssen diese Kanaille da wegfegen!« Die Arbeiter aber umzingelten die Abteilung. Nach kurzem Handgemenge wurden die Nationalgardisten entweder entwaffnet oder in die Flucht geschlagen. Es strömten immer mehr Menschen zusammen.

Vor 150 Jahren: Aufstand der Lyoner Seidenweber. Kampfszene am 22. November 1831

Nun kam der Gedanke auf, die friedliche Demonstration vom 25. Oktober zu wiederholen. Die Arbeiter bildeten Viererreihen und zogen in langer Kolonne talwärts. Nationalgardisten versperrten ihnen jedoch den Weg in die Stadt. Dies war eine Abteilung der ersten Legion, die im Unterschied zur zweiten Legion bessere Uniformen trug und sich in der Mehrzahl aus Fabrikanten und deren Söhnen rekrutierte: Sie luden ihre Gewehre und feuerten in die dichte Masse der Demonstranten – acht Arbeiter fielen. Da rannte die Menge in wilder Erregung nach Croix-Rousse zurück und schrie in den Gassen: »Zu den Waffen, man ermordet unsere Brüder!«

Das war die Stunde des Aufstandes. Aus den Häusern liefen wutentbrannte Proletarier, die sich mit Knüppeln, Schaufeln, Mistgabeln, auch einigen Jagdflinten bewaffneten. Die Nationalgardisten der Vorstadt verbrüderten sich mit ihnen, sie überließen den Arbeitern die Infanteriegewehre und zwei Kanonen. Trommelwir-

bel dröhnten. Barrikaden wuchsen empor. Unter der schwarzen Fahne, auf der die bekannte düstere Inschrift stand, besetzte eine große Masse die Straße Grand-Côte, die nach Lyon führt.

Gegen Mittag kam eine Kolonne der Nationalgarde und der Linientruppen aus der Stadt. Den Präfekten und einen General an der Spitze, wollte sie die steil ansteigende Straße gewinnen, an deren Ende eine starke Barrikade trotzte. Plötzlich prasselte aus den anliegenden Häusern, die von den Arbeitern besetzt waren, ein Hagel von Dachziegeln, Steinen und Gewehrkugeln herab. Der Präfekt und viele andere wurden verwundet, die Truppe zog sich zurück.

Die Aufständischen boten Verhandlungen an. Der Präfekt stieg über die Barrikade und ging in die Vorstadt, um vom Balkon der Bürgermeisterei zu einer versammelten Menge zu sprechen. »Arbeit oder Tod!« gellten die Rufe. Kaum hatte er zu reden begonnen, da unterbrach ihn das Krachen mörderischer Gewehrsalven, die vom Ortsrande herüberschallten. »Rache! Rache! Wir sind verraten!« schrien die Arbeiter. Sie entrissen dem Präfekten und dem begleitenden General den Degen und setzten beide in Gefangenschaft.

Tatsächlich hatte der Kampf aufs neue begonnen. Die 3000 Mann starke Garnison und die weit zahlreicheren Nationalgardisten Lyons waren den Trommelsignalen des Generalmarsches gefolgt und mit scharfer Munition ausgerüstet worden. Unter dem Schutz von Artillerie ritt eine Schwadron Dragoner die Karmeliterstraße herauf, schwärmte über die Hochebene von Croix-Rousse und schoß mit den nachdrängenden Einheiten der Nationalgarde auf Arbeiter, die sich jedoch in ihren Häusern verschanzten und erfolgreich zur Wehr setzten. Es gab viele Tote und Verwundete. Gegen Abend veranlaßten die Arbeiter den gefangenen General, seinen Truppen den Rückzug zu befehlen . . .

Am Dienstagmorgen lärmten in Lyon die Kirchenglocken, und abermals schlugen die Trommler den Generalmarsch. Soldaten eines Linienregiments, das in der Nacht zur Verstärkung eingetroffen war, zogen den Karmeliterhügel hinauf, um sich der Hochebene von Croix-Rousse zu bemächtigen. Sie kamen nicht weit. Eine Masse von Proletariern stürzte sich auf sie und erzwang ihre Waffenstreckung. Die beiden Straßen nach Lyon lagen frei.

Wir wissen nicht genau, wieviele Proletarier an diesem historischen Tag die Hügel hinabstürmten, sich mit zäher Gewalt in die Stadt warfen, hinter Hauswänden, Barrikaden, den Kaimauern der beiden Flüsse verschanzten. Es müssen viele Tausende gewesen sein, zumal sich nun auch die Arbeiter der übrigen drei Vorstädte erhoben – unter ihnen nicht wenige, die vor rund zwei Jahrzehnten in den Armeen Napoleons den Umgang mit Waffen erlernt hatten. Sie begannen den Aufstand mit Knüppeln, kämpften bald aber mit Säbeln und Bajonetten, Pistolen und Gewehren. Schon die Nationalgardisten der zweiten Legion, in der viele Handwerksmeister und ähnlich minderbemittelte Kleinbürger dienten, die sich für die verhaßten Fabrikanten nicht schlagen mochten, wechselten die Front und brachten ihre Waffen mit. Der Republikaner Drigeard-Desgarnier, der ein Waffenmagazin besaß, verteilte seine Gewehre unter das Volk. Drei Waffenläden und zwei Kasernen wurden erobert. Ein Haupttrupp belagerte das Pulvermagazin.

Den ganzen Tag lang wurde an vielen Punkten der Stadt gekämpft. Am härtesten waren die Gefechte an den Ufern und Brücken der Rhône, wo die Artillerie der Regierungstruppen über den Fluß hinweg die östlich liegende Vorstadt Broteaux zusammenschoß, die Kavallerie zur Attacke ritt und zahlreiche Fabrikanten aus den Häusern auf die von jenseits andrängenden Arbeiter feuerten. Doch von Schritt zu Schritt, von Straße zu Straße zogen die verbissen fechtenden Proletarier den Würgering um das Stadthaus, den Sitz der örtlichen Regierung, enger.

Die erbitterten Kämpfe rissen untrügliche Scheidelinien zwischen den Grundpositionen der Klassen auf. Jene Angehörige der Bourgeoisie und des Kleinbürgertums, die in der letzten Zeit die Prinzipien der Volkssouveränität und

Angriff der französischen Regierungstruppen auf die Barrikaden der Arbeiter im Lyoner Stadtteil Croix-Rousse

das allgemeine Wahlrecht eingefordert, die in theoretischen Klubreden »Freiheit« und »Gleichheit« beschworen hatten, mußten jetzt in einer entfesselten Wirklichkeit bekennen, ob sie praktisch gewillt waren, die Menschenrechte für alle – auch für die mißachteten Proletarier – zu verfechten. In dieser Stunde der Wahrheit starben die Phrasen. Die schöne Rhetorik verdampfte im Pulverrauch, verrann im blutig rasenden Gewühl, wo Rache geschrien, Menschen niedergemacht und Leichen achtlos in die Flüsse geworfen wurden. . .

Am Abend wurden das Stadthaus und die angrenzenden Plätze von den Aufständischen umstellt. Sie hatten das Pulvermagazin erobert. Die Kampfmoral vieler Liniensoldaten war gebrochen: Man hatte in den Erzählungen der Julirevolution den Übertritt der Linienregimenter auf die Seite des Volkes stets als eine patriotische Tat gepriesen – es war schwer einzusehen, daß man nun das Volk metzeln müsse, bloß weil es für einen vertraglichen Tarif und somit gegen den Hungertod kämpfte. Lyons administrative und militärische Häupter, die im Stadthause wie in einer Mausefalle saßen, verabschiedeten um Mitternacht ein wortreiches Kommuniqué. Sein bloßer Inhalt besagte: daß das Militär »durch bedeutende Verluste hart mitgenommen« und nicht mehr zu kämpfen gewillt, zum Teil sogar übergelaufen war, daß von der »15000 Mann starken Nationalgarde nur noch hundert unter den Waffen« standen und daß man »die Stellung des Stadthauses verlassen« wolle, »um eine vorteilhaftere außerhalb der Mauern einzunehmen«. Der Präfekt jedoch wurde bestimmt, auf seinem Posten auszuharren.

Es folgte der Rückzug. Die Reste von drei Linienregimentern und einige Abteilungen der Nationalgarde mit ihren Geschützen marschierten ab. Aber die Arbeiterposten waren wachsam. Wieder krachten Schüsse, gellte der Ruf: »Zu den Waffen!«, und in das Dröhnen der Kirchenglocken mischte sich noch einmal das Getöse der Artillerie, die die Barrikaden zusammenschoß, um einen Fluchtweg zu gewinnen. Das Rückzugsgefecht brachte neue Verluste. Keuchend, entnervt, die Verwundeten nachschleppend, retteten sich die Truppen in die Ortschaft Montessuy. Jetzt endlich schwiegen die Waffen.

Auch der Präfekt und die Häupter der Muni-

zipalbehörde schlichen sich aus dem Stadthause – nicht ohne eine zweite, rechtfertigende Erklärung zu schreiben, bei der Angst und Schrecken die Feder führten . . . Minuten später besetzten die Proletarier das politische Zentrum Lyons. Am 23. November 1831, morgens zwei Uhr, waren sie die Herren der Stadt.

Schon im Morgengrauen begannen die mechanischen Telegrafen, diese aufregende Nachricht in ganz Frankreich zu verbreiten. Auf dem Börsenmarkt stürzten die Kurse. Kapitalistische Eigentümer und Staatsbeamte zitterten in der Erwartung einer gnadenlosen Rache und zügellosen Anarchie.

Da überraschten die Sieger durch das völlige Gegenteil. Diebe und Plünderer wurden mit Todesstrafe bedroht. Kreditinstitutionen wurden geschützt, so daß keine einzige Kasse verschwand. In den Gefängnissen wurden die Schuldgefangenen befreit, jedoch die Kriminalverbrecher streng bewacht. Die Behörden konnten im Amt verbleiben. Der Präfekt durfte ins Stadthaus zurückkehren, seinen Anordnungen wurde Folge geleistet. Bewaffnete Arbeiter patrouillierten zusammen mit übergelaufenen Nationalgardisten für Ordnung und Sicherheit. Die anderen kehrten in die Werkstätten zurück und begannen wieder zu arbeiten. Ganz vergeblich rief eine kleine Gruppe von Gegnern der Julimonarchie zu neuer Regierungsbildung auf. Die Arbeiterkommission, die mit den Unternehmern über den Lohntarif verhandelt hatte und weiterhin in dem Ansehen stand, die Repräsentanten der Proletarier zu sein, überreichte dem Präfekten am 24. November 1831 eine Deklaration: »Wir müssen erklären, daß bei den eben stattgefundenen Ereignissen in Lyon politische und aufreizende Einflüsterungen von keinerlei Einfluß waren; wir sind Louis Philippe, dem König der Franzosen, und der Verfassung absolut ergeben. Wir sind von den reinsten und heißesten Gefühlen für die soziale Freiheit und für Frankreichs Aufschwung erfüllt, und wir hassen alle Parteien, die sie verletzen wollen.«

. . . Die Arbeiter besaßen damals noch keine Vorstellung von einer Eroberung politischer Macht für proletarische Klasseninteressen. Sie hatten die Waffen im Widerstand gegen die blutige Herausforderung der Bourgeoisie und ihrer Militärgewalt ergriffen, und sie begnügten sich nun mit der Genugtuung ihres Sieges. Allein die Festsetzung des gerechten Lohntarifs war das Ziel des Kampfes, der sie tausend Tote und Verwundete gekostet hatte. Der Präfekt blieb für diese Proletarier eine Hoffnung und Beschwichtigung zugleich – er schien die lebendige Garantie besserer Löhne zu sein.

Aber die Regierung Louis Philippes sammelte starke Truppenverbände um Lyon. Sie beauftragte eigens den Kriegsminister Soult und den Kronprinzen mit der militärischen Wiederbesetzung der Stadt. Als dann am 3. Dezember 1831 eine ganze Armee ohne Kampf einrückte, wurden die Lohnforderungen der Seidenweber im Namen der »Freiheit des Handels und des Gewerbes« verworfen. Der Präfekt Dumolard erhielt seinen Abschied, weil er sich durch den Versuch, ein Tarifabkommen zu vermitteln, in die Belange der Fabrikanten eingemischt hatte . . .

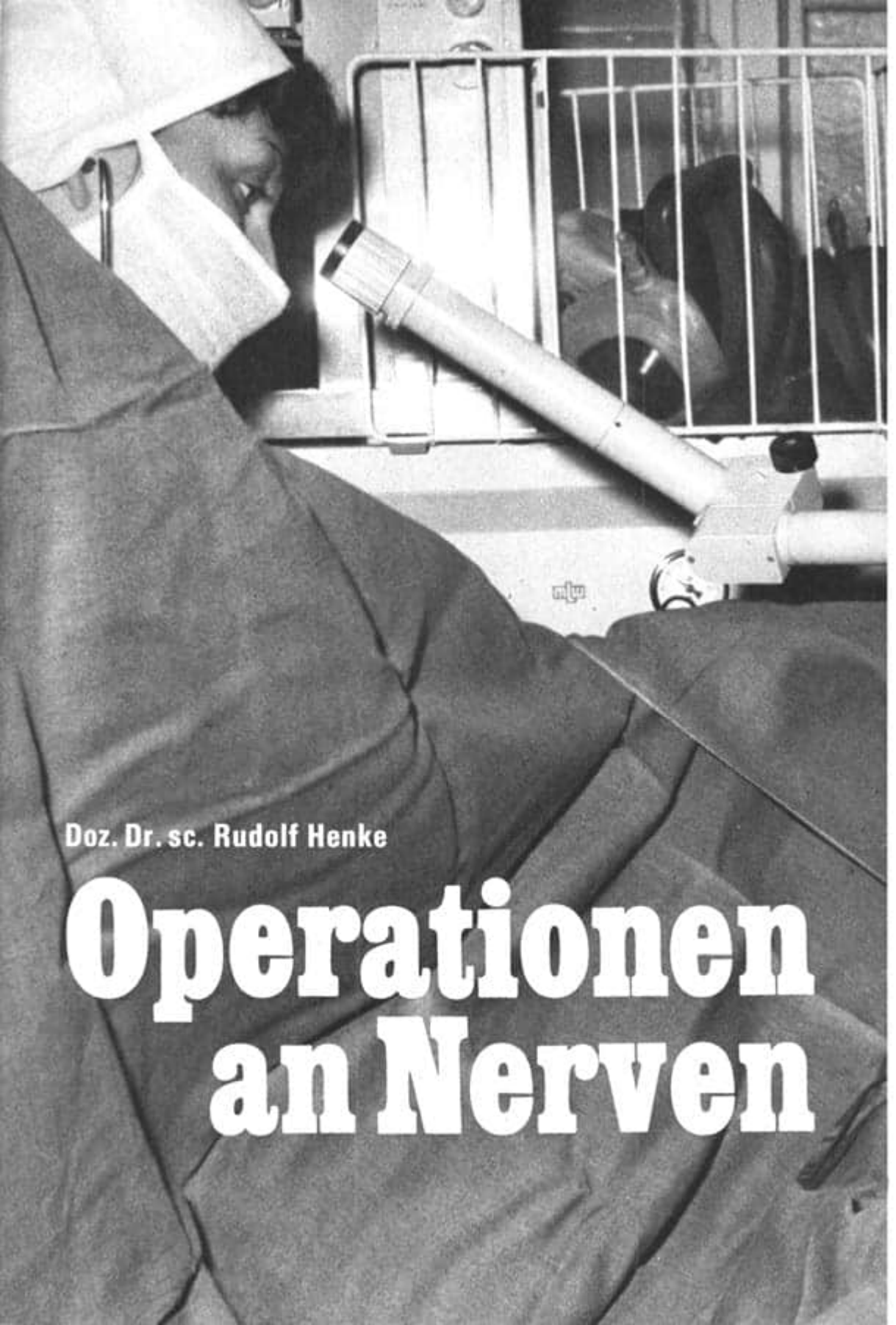
So also lautete die bürgerlich-liberale Sprachregelung. Die Regierung interpretierte das Verhältnis zwischen den Kapitalisten und den Proletariern nur als eine vertragsrechtliche Beziehung frei konkurrierender Partner. Sie rief aber eilends die Machtmittel des Staats zum Einsatz, sobald es galt, die ökonomischen Interessen der Bourgeoisie gegen die sich organisierenden Arbeiter zu schützen. –

Der Lyoner Weberaufstand von 1831 war die erste soziale Massenerhebung der Proletarier. Politische Unruhen, Aufstände, Revolutionen hatte es bislang in der Geschichte viele gegeben, und stets war soziale Unzufriedenheit und Empörung ein Faktor in diesen Kämpfen gewesen – er hatte beeinflußt, meistens sogar verschärft und zugespitzt: Doch die Zeitgenossen hatten dies jeweils nur als konfliktreiche Gesamtaktionen für eine Veränderung der Regierung, der Gesetze, der Staatsform, der Gesellschaftsverfassung auf dem Wege zu besseren politischen Ordnungen aufgefaßt. Seit einigen Jahrzehnten waren auch proletarische Arbeits-

kämpfe, Streiks, Maschinenstürme nicht mehr unbekannt, es gab sie in England, Frankreich, Belgien, Deutschland, vor allem in allen Ländern, wo die industrielle Revolution zu wirken begann. Aber ein Arbeiteraufstand, der eine Regierungsarmee von 18000 Mann besiegte, eine große, international bedeutende Industrie- und Handelsstadt mit Waffengewalt eroberte, war ein ganz ungewöhnliches Ereignis. Er war dem Weltverständnis der bürgerlichen Politiker und Ideologen derart fremd, daß es ihnen schwer fiel, in dieser Erscheinung den welthistorisch neuen Wesenszug aufzufassen... In allen Äußerungen wurde der Arbeiteraufstand grundsätzlich nur mit traditionellen politischen Maßstäben gemessen und wie eine Verschwörung, ein Landfriedensbruch beurteilt; er wurde noch nicht als Ausdruck des ökonomisch-sozialen Hauptwiderspruchs der neuen Gesellschaftsordnung begriffen.

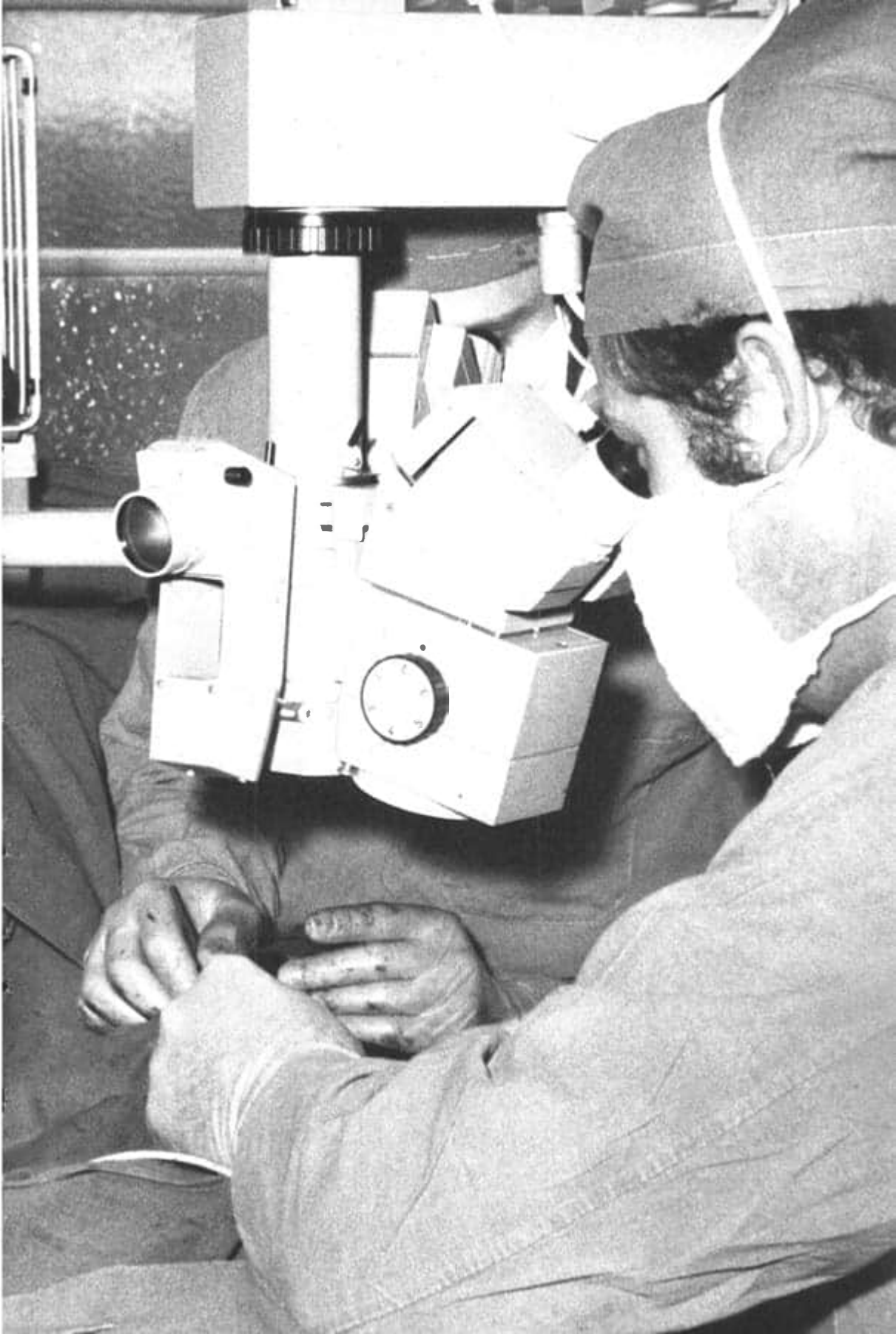
Aber die Lyoner Ereignisse wirkten in der Gesellschaft des Juste-milieu ungeheuer nach. Sie rissen soziale Klüfte auf. Sie zertrümmerten auch Trennwände zwischen den bürgerlichen Schichten und Klassen. Die Regierungspartei der Orléanisten posierte als gutbürgerlicher Ordnungspriester und Sicherheitsapostel, wagte jedoch nur eine vorsichtige, demagogische Taktik: Sie scheute sich, die soziale Frage des Proletariats, das Krebsgeschwür der kapitalistischen Gesellschaft, bloßzulegen und ließ deshalb keinen Lyoner Arbeiter vor die Schranken der öffentlich tagenden Geschworenengerichte stellen – sie schob vielmehr alles den ohnehin mißliebigen Anhängern des gestürzten Bourbonenregimes in die Schuhe, weil sie die Arbeiter im Interesse der politischen Konterrevolution aufgeputscht hätten. Die Reihen der mittleren Industrie- und Handelsbourgeoisie, die gegen das Julikönigtum in Opposition stand, brachen nun auseinander: Während die einen noch die ministerielle Steuer- und Zollpolitik als die schlimme Ursache der Warenteuerung und somit auch des Arbeiterelends angriffen, liefen die anderen bereits ins Regierungslager hinüber. Die große Masse des Kleinbürgertums schien gänzlich vom Schrecken gepackt und schwankte zwischen den Fronten: Sie bemitleidete die hungernden Proletarier, klammerte sich aber an den kleinen Besitz und hoffte inständig, daß ihr der bittere Kelch sozialer Verelendung erspart bleibe. Es gab wohl keine bürgerliche Klassenfraktion, Parteiströmung und Gesellschaftstheorie, die von der sozialen Erschütterung nicht beeinflußt wurde.

Den gordischen Knoten, der hier aus demagogischer Irreführung, vorsichtig tastender Halbwissenheit und falschem Bewußtsein bestand, zerschlug nach rund drei Wochen das »Journal des Débats«, das Blatt der orléanistischen Finanzaristokratie. Es alarmierte am 8. Dezember 1831 alle Schichten der Bourgeoisie gegen eine grundstürzende Gefährdung der bürgerlichen Gesellschaftsordnung: »Unsere Handels- und Industriegesellschaft hat wie alle anderen Gesellschaften ihre Wunde: die Arbeiter. Es gibt keine Fabrik ohne Arbeiter, doch bei einer immer wachsenden und immer bedürftigen Arbeiterbevölkerung gibt es keine Ruhe für die Gesellschaft... Die Barbaren, die die Gesellschaft bedrohen,... hausen in den Vororten unserer Fabrikstädte... Sie leiden Elend. Wie sollten sie keine besseren Zustände anstreben?... Wie können sie der Versuchung widerstehen, einen Überfall auf die Bourgeoisie zu machen? Sie sind stärker, zahlreicher... Es ist notwendig, daß sich die Mittelklasse vollständig der Lage der Dinge bewußt werde... Die Mittelklasse wäre betrogen, wenn sie sich von irgendwelchen demagogischen Grundsätzen dazu hinreißen ließe, ihren Feinden dummerweise Waffen und Rechte einzuräumen, wenn sie die proletarische Flut in die Nationalgarde, in die Gemeindeinstitutionen hineinließe, wenn sie ihr die Wahlgesetze und alles, was zum Staat gehört, zugänglich machte... Es handelt sich hier nicht um die Republik, nicht um die Monarchie, es handelt sich um die Rettung der Gesellschaft.« Das war die Interpretation des Klassenkampfes vom Standpunkte der Erhaltung des kapitalistischen Eigentums und des bürgerlichen Staats.



Doz. Dr. sc. Rudolf Henke

Operationen an Nerven



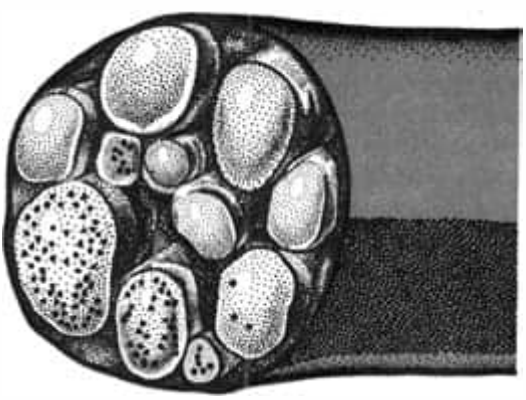
Bewegungen und Empfindungen des menschlichen Körpers werden durch das periphere Nervensystem gesteuert und geleitet. Der Perser Avicenna (980–1037) war der erste Arzt, der verletzte Nerven durch die Adaptation des umgebenden Gewebes zu heilen versuchte. In der »Chirurgia Magna« (1296), einem bekannten römischen Lehrbuch, das bis 1490 das führende chirurgische Werk in Europa war, wurde die grobe Nahttechnik zum Aneinanderlegen des umgebenden Gewebes der Nerven beschrieben. Obwohl man die topographische Anatomie der peripheren Nerven kannte, beschränkte man sich im 16. Jh. auf die Ätzbehandlung von Nervennarben bei unerträglichen Schmerzen. 1596 beschrieb der italienische Arzt Ferrara jedoch die erste richtige Nervennaht. Damals wurde die direkte Vereinigung mit einer in Rotwein getränkten Schildkrötensehne durchgeführt. Dann stagnierte allerdings die Entwicklung auf diesem Gebiet für zwei Jahrhunderte. Erst 1854 unternahm man in Berlin wieder eine indirekte Nervennaht, und zehn Jahre später nähte man mit Silberdraht erstmalig wieder Nerven direkt End-zu-End. Danach mehrten sich die Publikationen über erfolgreiche Nervennähte, und neue physiologische Erkenntnisse über die Nervendegeneration und Nervenregeneration wurden veröffentlicht.

Die anatomischen und physiologischen Kenntnisse jener Zeit über das periphere Nervensystem und vor allem die neuen Möglichkeiten der Chirurgie mit Anwendung der Narkose und der gefahrloseren keimarmen Operationstechnik führten auch zu einem Aufschwung auf dem Gebiet der Nervenchirurgie. Schon 1870 erfolgte durch die Franzosen Philipeaux und Vulpian die erste Nerventransplantation zur Überbrückung eines Nervendefekts. Die entscheidende Wende in der Operationstechnik und damit im Operationserfolg in der Nervenchirurgie brachte aber erst in unserer Zeit 1964 die Einführung des Operationsmikroskops und der mikrochirurgischen Instrumente durch Smith.

Der periphere Nerv

Der menschliche periphere Nerv stellt ein hochdifferenziertes Gewebe dar, das in der Säugetierreihe den höchsten Entwicklungsgrad erreicht hat. Das ist auch die Ursache dafür, daß bei der chirurgischen Nervenversorgung immer nur eine Teilfunktion wiederhergestellt werden kann. Auch unter modernsten Bedingungen ist die Funktion des peripheren Nerven niemals wieder in ursprünglicher Qualität zu erlangen. Die Tastfunktion an den Fingern stellt wegen des möglichen »räumlichen Sehens« mit der Hand den höchsten Grad der Differenzierung der peripheren Nerven dar. Diese Fähigkeit geht auch bei bester operativer Wiederherstellungstechnik mehr oder minder stark verloren. Die sogenannte Schutzsensibilität, d. h. die grobe Schmerzempfindung auf spitz und stumpf oder warm und kalt, ist jedoch durch die Operation unbedingt zu erreichen.

Der Nerv ist wie ein leitfähiges Kabel aus mehreren Isolierschichten aufgebaut. Beim menschlichen Nerven sind diese Isolierschichten besonders stark ausgeprägt. Auffallend ist hierbei die Unterteilung in Nervenfaserbündel, die funktionelle Einheiten darstellen und die Nervenfasern enthalten. Im Verlauf eines Nerven kommt es zwischen den Bündeln zu einem häufigen Faseraustausch, der körpernah sehr häufig ist und körperfern seltener wird. Die einzelne Nervenfaser ist das eigentliche Zen-



Vorangehende Seite: Mikrochirurgisches Operationsteam der Chirurgischen Klinik der Medizinischen Akademie Erfurt am Operationsmikroskop des VEB Carl Zeiss Jena OPMi 310; links im Bild ein Beobachtertubus für die Mitbeobachtung des Operationsvorganges. Oben: Peripherer Nerv mit einzelnen Nervenbündeln und den Nervenhüllen. In den Nervenbündeln sind die Nervenfasern punktförmig dargestellt

trum des Geschehens bei Verletzungen. Dem Chirurgen gelingt es auch mit der modernsten Operationstechnik nur, die Nervenbündel zu erfassen. Die Nervenfaser selbst ist nicht zugänglich.

Im Zentrum der Nervenfaser befindet sich das sogenannte Axoplasma, eine aus hochwertigen Eiweißstoffen und Enzymen bestehende, fließende Masse, die der Nervenleitung, der Ernährung und der Erregungsübertragung dient. Die Markscheide stellt eine mehrschichtige wichtige Isolationsschicht dar. Bei einem Axondurchmesser von 10 µ können durchaus bis zu fünfzig Lamellen das zentrale Gebilde als Markscheide umhüllen. Dieser Isolator ist die Vorbedingung für die sprunghafte, sehr schnelle Nervenleitung von Schnürring zu Schnürring der Nervenscheide im Milieu der Elektrolytlösung des Gewebes.

Der Durchmesser einer Nervenfaser beträgt 9 bis 17 µ, der Mittelwert 13 µ. Die Leitgeschwindigkeit liegt zwischen 50 und 100 m/s. Die Nervenzelle am Ursprung der Nervenfaser stellt in Höhe des Rückenmarks das Zentrum der Ernährung und der Regeneration dar. Von dieser Zelle geht bei der Nervenregeneration die gesamte Stoffwechselleistung in die Peripherie. Es ist deshalb verständlich, daß sie bei weit zentral liegenden Nervenverletzungen eine außergewöhnlich hohe Stoffwechselleistung erbringen muß, um die gesamte verletzte Strecke bis zur Peripherie zu ersetzen.

Aus diesen physiologischen Erkenntnissen und aus der klinischen Erfahrung leitet sich die Regel ab, daß Nervenverletzungen im peripheren Bereich fast immer eine gute Prognose der Heilung haben, daß aber sehr weit zentral gelegene Verletzungen besonders ungünstig im Heilerfolg sind. Außerdem ist die Nervenregeneration in besonderem Maße vom Alter des Patienten abhängig.

Die Nervenfaser mit dem Axoplasma im Zentrum und der Markscheide in der Umgebung. Der Durchmesser eines menschlichen Nerven beträgt 13 µ

Besonderheiten des Nervengewebes bei Verletzungen

Jedes Gewebe des menschlichen Körpers heilt nach einer Verletzung mit einem Ersatzgewebe, durch eine Narbe, aus. Das Gewebe des peripheren Nerven weist insofern Besonderheiten auf, als nach einer Verletzung immer eine komplette Degeneration der Nervenfaser bis zum peripheren Erfolgsorgan auftritt. Die Nervenfaser zerfällt mit Achsenzylinder und Markscheide bis in Höhe der Muskelfasern oder der Tastkörperchen.

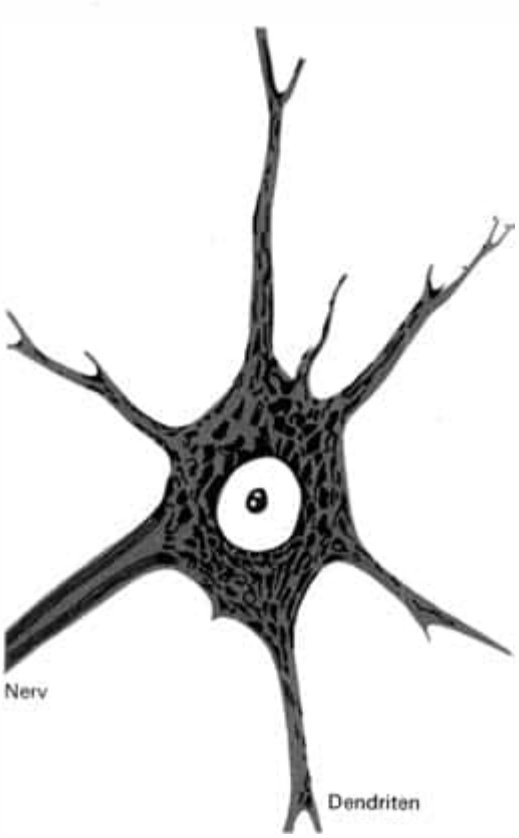
Die Regeneration muß den Defekt durch das Einwachsen neuer Markscheidenzellen und axonalen Gewebes von der Verletzungsstelle bis zur Peripherie überbrücken. Voraussetzung hierfür ist die exakte chirurgische Verbindung beider Nervenenden. Die Axonsprosse wachsen durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 2 mm/Tag in den peripheren Anteil des durchtrennten Nerven. Eine Nervenverletzung am Handgelenk würde also bei exakter chirurgischer Versorgung etwa 200 Tage bis zur vollständigen Regeneration benötigen. Allerdings braucht die neue Nervenfaser bis zu ihrem Ausreifen noch einmal die gleiche Zeit.

Schweregrade der Nervenverletzung

Die verschiedenen Schweregrade der Nervenverletzungen sind nur verständlich, wenn man den Zerstörungsumfang sowohl an der Nerven-

faser als auch an den Hüllsubstanzen betrachtet. Bereits die geringe Quetschung eines Nerven kann zum momentanen Ausfall führen. Diese Mißempfindung ist bei Prellung am Ellenbogen durch vorübergehende Lähmungserscheinungen am vierten und fünften Finger der Hand durchaus bekannt. Infolge längerzeitiger Druckbelastung einer Gesäßhälfte kann man in gleicher Form das Einschlafen eines Beines empfinden. Die Ursache solcher Lähmungen, die sich sofort zurückbilden, ist die Leitungsunterbrechung des Nerven durch die Verdrängung des flüssigen Kerns im Zentrum der Nervenfaser.

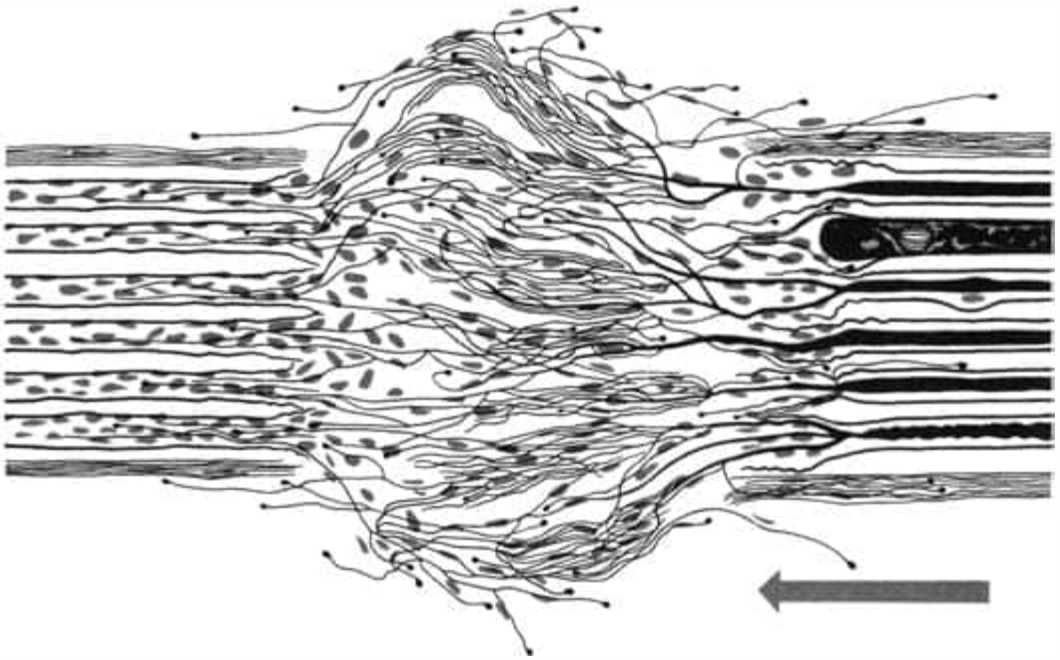
Hält die Druckbelastung auf den Nerven längere Zeit an, so entsteht die sogenannte Drucklähmung, bei der sowohl der axonale Schaden als auch der Schaden der Markscheide umfangreicher sein können; hiervon wird je nach Ausdehnung der Schädigung die Länge des Nervenausfalls bestimmt. Sowohl durch chronischen Druck als auch durch ein einmaliges Trauma kann der Nerv mit Hüllgewebe geschädigt sein, so daß er seine Funktion vorübergehend oder gar dauernd einstellt. Dieser Schweregrad der Verletzung ist in seiner Beurteilung besonders schwierig, weil der Umfang des Schadens weder klinisch noch instrumentell sofort einzuschätzen ist. Erst nach der Zeit der normalen Nervenwiederkehr ist eine Aussage über die weitere konservative oder notwendige operative Behandlung möglich.



Nervenzelle mit mehreren Dendriten und einer Nervenfaser

Die eindeutigste Schädigungsart stellt die unfallbedingte vollständige Durchtrennung eines Nerven dar. Die Notwendigkeit der operativen Versorgung steht hierbei außer Zweifel. Die schwerwiegendsten Verletzungen des peripheren Nervensystems sind die Armplexusverletzungen; sie bedeuten gleichsam die teilweise oder vollständige Funktionslosigkeit eines Armes. Die Ursachen sind Nervenausrisse oder -abrisse bei Motorradunfällen. Der Verletzungsmechanismus bedingt ein Nachhintenreißen der Schulter und eine entgegengesetzte Bewegung des Kopfes. Die Nerven des Armes werden dabei einer erheblichen Zugbelastung ausgesetzt und häufig aus dem Rückenmark ausgerissen oder kurz nach dem Austritt aus der Wirbelsäule abgerissen. Vorwiegend junge Menschen zwischen achtzehn und dreißig Jahren werden von diesem Schicksal ereilt. Die bleibenden Schäden sind oftmals so schwer, daß eine Invalidität bereits in diesem Alter die Folge ist.

Mit größter Zurückhaltung ist über die Aussichten der möglichen rekonstruktiven Wiederherstellung derartiger Schäden zu urteilen. Obwohl bereits geringe Funktionsgewinne der gelähmten Extremität Erfolge sind, ist die Prognose von vornherein schwierig abzuschätzen. Allerdings kann der wahre Umfang des Schadens nur durch die operative Freilegung festgestellt werden, um daraus auch die möglichen Rekonstruktionsmaßnahmen abzuleiten. Das Ziel des Eingriffes besteht darin, noch vorhan-



dene funktionstüchtige Nervenwurzeln durch entsprechende Transplantate mit den peripheren Anteilen des Nerven zu verbinden.

Ausblick

Die moderne Mikro-Nervenchirurgie bietet sowohl bei der Neurolyse als auch bei der primären und sekundären Nervennaht, besonders aber bei der Nerventransplantation durch die Erweiterung der Operabilität von langstreckigen Nervenverletzungen größere Chancen der Funktionswiederherstellung. Zugleich sind wir uns der Grenzen sehr wohl bewußt. Jenseits des vierzigsten Lebensjahres ist bereits eine sehr körpernah gelegene Nervenverletzung nur noch mit geringem Erfolg zu behandeln, besonders dann, wenn eine Nerventransplantation erforderlich wird.

Das hochdifferenzierte Gewebe der peripheren Nerven bedingt bei jeder Nervenwiederherstellung einen erheblichen Verlust an Qualität der Nervenfunktion und an Quantität der Nervenfasern. Jede Operation führt zu einem Ersatzgewebe an der Nahtstelle. Der Umfang des Narbengewebes ist einerseits von individuellen Besonderheiten des Patienten und andererseits von der Qualität der atraumatischen Operationstechnik abhängig. Das Alter der Verletzung, d. h. der Zeitpunkt der Versorgung, sollte nicht jenseits des sechsten Monats liegen. Schließlich ist das Alter des Verletzten eine entscheidende Voraussetzung für die Regenerationsleistung der Nervenzellen.

Auch in Zukunft wird der Ersatz der peripheren Nerven lediglich durch autologes Material (durch eigene Nerven) möglich sein. Die bereits durchgeführten, sehr umfangreichen Untersuchungen über die Verwendung lyophilisierter oder anderweitig konservierter Nerven haben keine günstigen Ergebnisse gezeigt. Neuerdings werden wiederum experimentelle Untersuchungen zur Überbrückung von Nervendefekten unternommen. Gute Erfolge der peripheren Nervenchirurgie sind beim heutigen Erkenntnisstand nur durch die Nutzung der hochspezialisierten mikrochirurgischen Operationstechnik gewährleistet, die einen hohen Ausbildungsstand der Operationsteams erfordert.

Die Regenerationsbestrebungen der Markscheidenzellen und der Axone sind erheblich. Das Axon einer Faser wächst in 15- bis 20facher Verzweigung in die Peripherie. Nur ein Axonsproß wird schließlich den peripheren Anschluß der Faser finden und dort in voller Stärke hineinwachsen

Operationen am peripheren Nerven

Operationen am peripheren Nervensystem stellen hohe Ansprüche an die instrumentellen, personellen und zeitlichen Voraussetzungen. Die Eingriffe erfordern neben einem speziell dafür ausgebildeten Operationsteam ein Operationsmikroskop, Mikroinstrumentarium und entsprechendes atraumatisches Nahtmaterial. Das Instrumentarium ist so fein in der Ausführung, daß man damit das Nahtmaterial in der Stärke von 0,01 bis 0,02 mm halten und knoten kann. Dies ist lediglich bei einer 10- bis 20fachen Vergrößerung unter dem Operationsmikroskop möglich. Die Operationen erfordern exakte Arbeitsweise, Ausdauer und Disziplin.

Die einfachsten Operationen zur Wiederherstellung der Nervenfunktion stellen die Neurolysen (Herauslösung des Nerven aus Verwachsungen oder anderen Kompressionsursachen) bei sogenannten chronischen Druckschäden an ganz umschriebenen Stellen der Nervenverläufe dar. Die Ursachen dieser Engpaßsyndrome sind häufig Bandeinengungen der Nerven bei Verbrauchserscheinungen.

Die häufigste Engpaßerscheinung ist das Karpaltunnelsyndrom an der Hand mit Taubheitsgefühl der ersten drei Finger (s. Abb. oben links). Die Ursache für dieses Syndrom ist die erhebliche Einschnürung des Nerven unter einem Band am Eingang zur Hand. Die Abbildung zeigt eine Taillierung des Nerven um mindestens ein Viertel seines normalen Durchmessers. Die operative Behandlung besteht in der Druckentlastung des Nerven und in der Befreiung des Nerven aus der vernarbten Nervenhülle. Unter dem Operationsmikroskop muß danach die Nervenfaserstruktur gut sichtbar sein.

Gleiche Auswirkungen des Druckes kann ein Ganglion (Überbein) auf einen Nerven haben, wie in der Abbildung oben rechts am ulnaren Handnerven sichtbar ist. Nur die sorgfältige Freilegung des Nerven und die Beseitigung des Tumors sowie die Lösung aller Verwachsungen kann die Nervenfunktion wiederherstellen.

Traumen auf einen Nerven können zur inneren Vernarbung des Nerven führen. Die mikrochirurgische Operationstechnik gestattet nach Entfernung der äußeren Nervenhülle die Lösung der einzelnen Nervenfaserbündel und damit die Beseitigung der Ursache der Nervenlähmung. Bereits bei diesem Eingriff ist eine sehr exakte und geduldige Präparationsarbeit unter dem Mikroskop bei 12- bis 20facher Vergrößerung erforderlich.

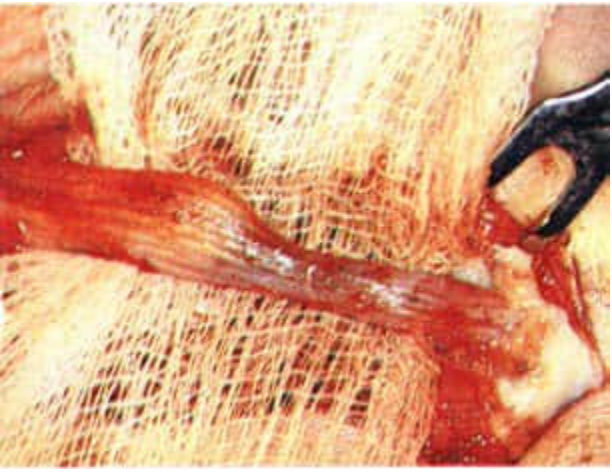
Gleiches gilt für die Beseitigung äußerer Narben, die zu einer vollständigen Nervenlähmung führten. Nach entsprechender Präparation und Entfernung des Narbengewebes kann der Nerv wieder regenerieren (s. Abb. Mitte links und rechts).

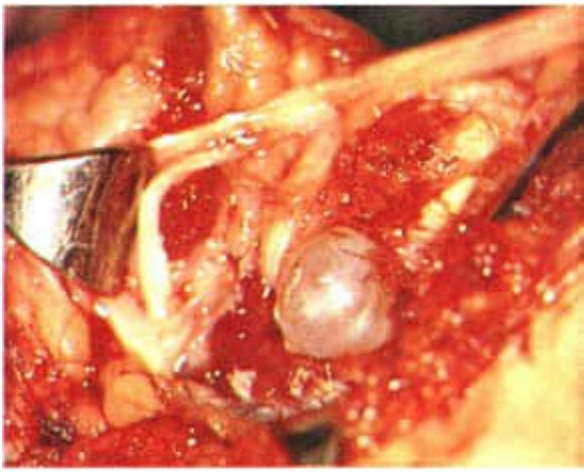
Nach Nervendurchtrennungen ist grundsätzlich die sofortige Primärnaht des Nerven oder aber die spätere frühe Sekundärnaht möglich. Nicht bei jedem Verletzungsfall ist jedoch die Primärnaht durchzuführen. Das Ergebnis einer unter schwierigen äußeren und lokalen Bedingungen erfolgten Primärnaht ist schlechter als eine frühe Sekundärnaht (d. h. nach vier Wochen bis zu drei Monaten nach der Verletzung) unter günstigen Bedingungen.

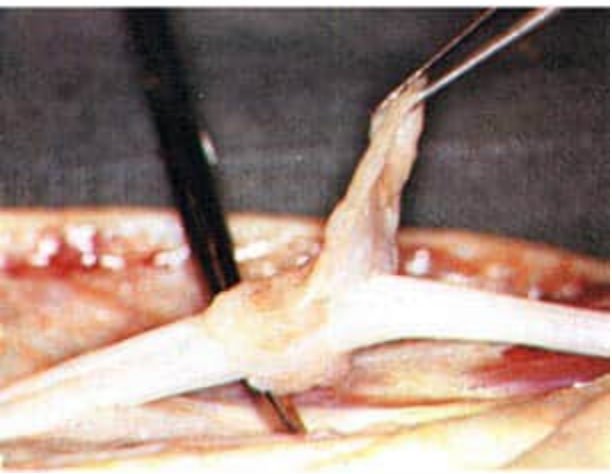
Bei einem Patienten wurde die sofortige Nervennaht nach der Verletzung unter ungünstigen technischen Voraussetzungen durchgeführt. Das Ergebnis ist in der Abbildung unten links dargestellt. Die Nahtstelle ist durch ein großes schmerzhaftes Neurom (Nervennarbe) nicht mehr zu sehen. Die Nervenfasern erschöpfen sich in der Narbe. Bei der mikroskopischen Präparation ist keine Durchgängigkeit sichtbar.

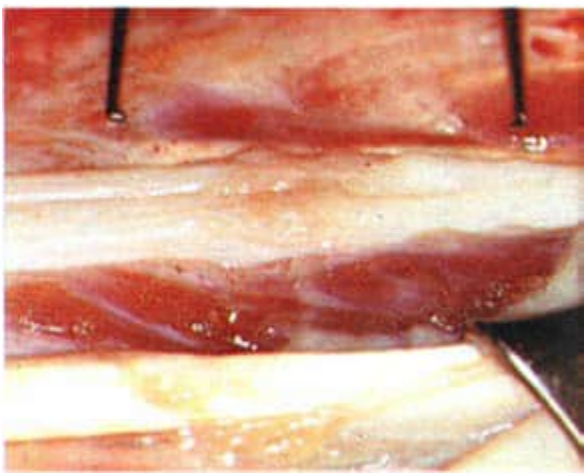
Die Entfernung der Nervennarbe war notwendig. Eine erneute End-zu-End-Naht mit kaum sichtbarem Nahtmaterial wurde durchgeführt. Der Eingriff erfolgte unter günstigen Operationsbedingungen. Der Erfolg stellte sich nach entsprechender Zeit ein (s. Abb. unten rechts).

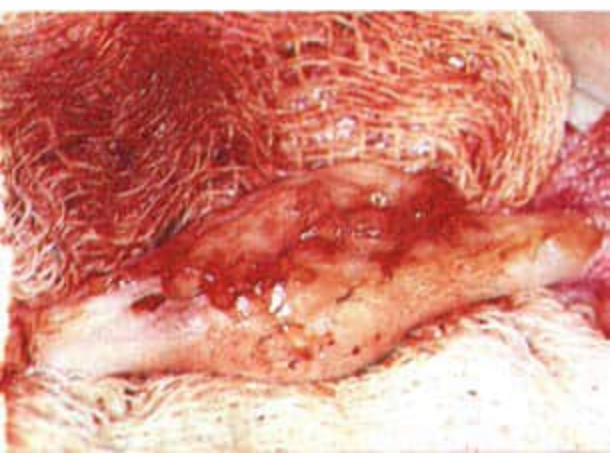
Werden Nervennähte nach drei bis sechs Monaten als späte Sekundärnähte erforderlich, so findet man bei der Operation häufig große

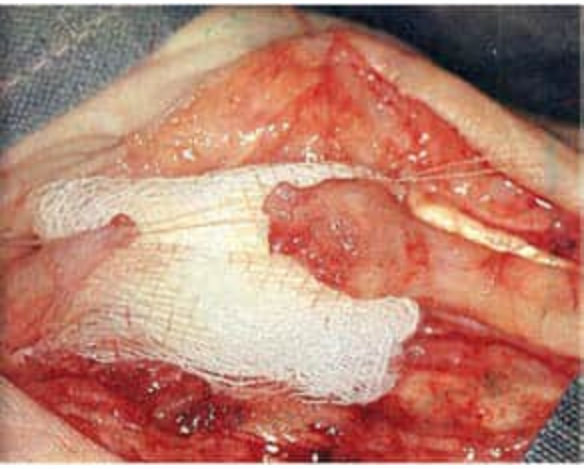
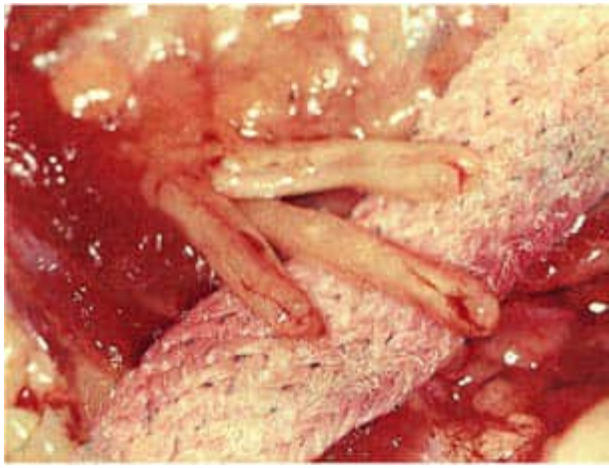


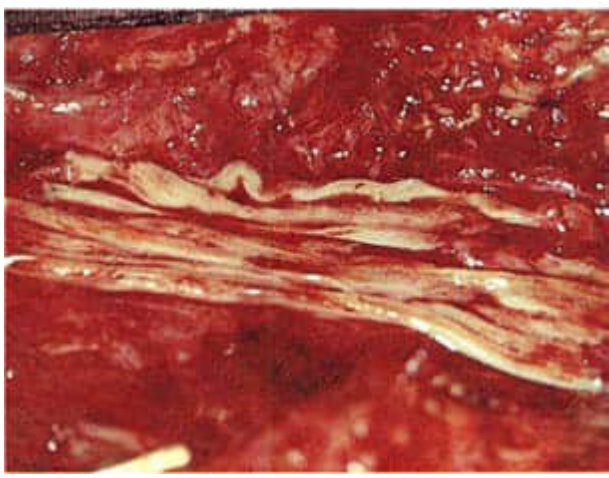










Nervennarben am zentralen Stumpf und eine kleinere Nervennarbe am peripheren Stumpf des durchtrennten Nerven – s. Abbildung oben links: große Nervennarbe am zentralen Stumpf (rechts im Bild), kleine Nervennarbe am distalen Stumpf (links im Bild).

Der Defekt ist durch Schrumpfung des durchtrennten Nerven bereits bei 1 bis 3 cm gelegen. Nach Abtrennung der Nervennarben wächst er auf 4 bis 6 cm an. Eine Nervennaht unter Spannung ist bei diesen Defekten nicht möglich, so daß unter modernen Bedingungen eine Transplantation körpereigener dünner Hautnerven zur Überbrückung des Defektes notwendig wird.

Voraussetzung für die Transplantation ist die operative Aufteilung des Nerven in sogenannte Faszikelgruppen, die dem Durchmesser des Transplantats entsprechen – s. Abbildung oben rechts: Ein Nerv wurde unter dem Mikroskop in drei entsprechend starke Faszikelgruppen aufgeteilt.

In der Abbildung Mitte links sind die Transplantate bereits einzeln adaptiert. Sie werden in der Länge immer im Überschuß von 10 bis 15 % gewählt, so daß bei Schrumpfung der Transplantate kein Defekt an der Nahtstelle auftreten kann.

Zur Defektüberbrückung bei größeren Nerven sind jedoch zuweilen 6 bis 15 Transplantate notwendig. Um die Narbenbildung an der Nahtstelle so gering wie möglich zu halten, werden die Transplantate nicht in einer Ebene, sondern stufenförmig adaptiert. Die Abbildung Mitte rechts zeigt die unterschiedliche Höhe der Adaptationsstellen. Bei der Verletzung dieses Oberschenkelnerven wurden 9 Transplantate des Spendernerven zu einer Länge von je 6 bis 8 cm verbraucht.

Bei einem 18jährigen Patienten (s. Abb. unten links) wurde drei Monate nach einem Motorradunfall, in dessen Folge eine völlige Armlähmung auftrat, der Plexus brachialis freigelegt. Die Aufnahme zeigt den ausgedehnten Schnitt zur Freilegung der Nerven.

Die klinische Untersuchung ergab bei diesem Patienten eine obere Plexuslähmung. Die operative Freilegung mit Durchtrennung des Schlüsselbeines zur besseren Übersicht des Operationsgebietes zeigte entsprechend dem klinischen Befund, daß drei Wurzeln der Nerven des Armplexus nach ihrem Austritt aus dem Rückenmark zerrissen waren. Nach der Beseitigung der Nervennarben wurden insgesamt 15 Transplantate autologer Spendernerven in einer Länge von 6 bis 9 cm zur Überbrückung des Defektes transplantiert (s. Abb. unten rechts). Die Spendernerven wurden übrigens aus dem Bein und dem Arm des Patienten entnommen. Nach $1^1/_2$ Jahren hatte der Patient eine kräftige Beugefunktion und eine ausreichende Streckfunktion des Armes wiedergewonnen.

Bei diesem Patienten stand der erhebliche Aufwand des operativen Eingriffes (7 Stunden Operationszeit) also im rechten Verhältnis zum Erfolg. Bei vielen anderen Patienten hingegen nimmt sich der Erfolg der Operation trotz des gleichen Aufwandes wesentlich bescheidener aus. Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Plexusrekonstruktionen mit mikrochirurgischen Maßnahmen allerdings deutlich, daß nur der operative Eingriff eine Chance für die Wiederherstellung einer Teilfunktion des Armes bietet.

Karlheinz Friedrich

FLUG ohne Flügel

In seinem Buch »Auf Skiern durch Grönland« widmete der norwegische Polarforscher Fridjof Nansen auch den Anfängen des Skispringens vor über hundert Jahren einige Sätze. Er schrieb: »Zu sehen, wie ein tüchtiger Skiläufer seine Luftsprünge ausführt – das ist eines der stolzesten Schauspiele, welche die Erde uns zu bieten vermag. Wenn man sieht, wie er frisch und keck den Berg herabgesaust kommt, wie er sich wenige Schritte vor dem Sprung zusammenduckt, auf der Sprungkante den Anlauf nimmt und – hui! – wie eine Möwe durch die Luft dahinschwebt, bis er 20 bis 25 Meter weiter abwärts die Erde berührt und in einer Schneewolke weitersaust, da durchzittert es den Körper vor Freude und Begeisterung.«

Schon im Winter 1860 erreichte der norwegische Skipionier Sondre Auersen Norheim bei einem Sprung über einen Felsblock die Weite von 30 m. Am Husebyhügel bei Telemark in Norwegen wurde die erste Schanze gebaut, und dort sprang im Jahre 1888 Torjus Hemmestvejt 19,5 m weit. Sein Landsmann Arne Ustvedt gewann 1892 ein Skispringen am Holmenkollen bei Oslo mit der Weite von 21,5 m. An Mut hat es den Skisprungpionieren vor hundert Jahren sicher ebensowenig gefehlt wie den Assen unserer Tage, die auf Flugschanzen über 170 m weit segeln. Sie sprangen mit angezogenen Beinen im sogenannten Optrakke-Stil oder in starrer Haltung aufrecht (Sta-rak-Technik), und sie ruderten dabei kräftig mit den Armen. Ganz am Anfang führten sie bei ihren Sprüngen sogar einen langen Stock mit sich.

Das erste Skispringen in Mitteleuropa fand 1893 in Mürzzuschlag in der Steiermark statt. Als Sprunghügel diente ein verschneiter Misthaufen. Wegen des viel zu flachen Anlaufs kam der norwegische Bäckergeselle Samson, den die Annalen als Sieger verzeichnen, damals nur auf die Weite von 6 m. Immerhin war damit auch in unseren Breiten ein Anfang gemacht.

Das tragende Element der Luft begannen die Skispringer allerdings erst zu spüren, als nach der Jahrhundertwende auf größeren Schanzen auch größere Weiten erreicht wurden. Der Stil wandelte sich. Die Springer neigten den Oberkörper mehr und mehr in die Vorlage. Sie flogen zuerst mit dem typischen Hüftknick im sogenannten Kongsberger Stil, später völlig gestreckt. Immer größere Weiten wurden erzielt. 1915 übertraf der Norweger Amble Amundsen als erster die 50-m-Marke, seine Landsleute, die legendären Brüder Sigmund und Birger Ruud, drangen in weitere Rekordbereiche vor. Sigmund Ruud landete 1926 den ersten »Siebziger« und 1931 den ersten »Achtziger«, Birger Ruud kam 1934 auf dem Riesenbakken von Planica als erster über 90 m, und

Sekunden zwischen Himmel und Erde – Skispringer nutzen die Luft als tragendes Medium zu immer weiteren Flügen. Mut, Reaktionsschnelligkeit und hohes technisches Können gehören dazu

Österreichs bester Skispringer jener Zeit, Sepp Bradl, gelang 1936 ebenfalls in Planica der erste Sprung über 100 m; er flog genau 101,5 m weit. »Die besten Norweger waren nicht nach Planica gekommen«, sagte Bradl, »weil sie offenbar vorhatten, am gleichen Wochenende daheim in Vikersund den Angriff auf die 100 m zu starten. Jeder wollte der erste sein, der diese Marke überfliegt, auch ich, und ich war glücklich, daß mir damals nach ruhigem Flug der Rekord gelang.«

Hut ab vor allen, die das Skispringen in jenen Jahren voranbrachten und populär machten! Je weiter sie sprangen, um so mehr Überlegungen wurden auch angestellt über die physikalischen Zusammenhänge beim Anlauf, beim Absprung, beim Flug und bei der Landung. Einer der ersten, der die aerodynamischen Effekte beim Skispringen durch Versuche im Windkanal wissenschaftlich erforschte, war der Schweizer Ingenieur Dr. Reinhard Straumann. Er fand heraus, daß der Flug mit an den Körper angelegten Armen aerodynamisch vorteilhafter ist als die bis in die fünfziger Jahre dominierende Körperhaltung mit weit nach vorn gestreckten Armen. So wurde er zum geistigen Vater des sogenannten Fischstils, den heute ausnahmslos alle Springer bevor-

Eine Großschanze wird präpariert. Bei der WM in Falun 1974 mußte nach tagelangem Regen Schnee aus den Wäldern herbeigeschafft werden. Auch Baumaschinen halfen dabei

Skilift und Anlaufturm der neuen Sprungschanze in Oberwiesenthal Sommerliches Skispringen auf Kunststoffmatten in Oberhof. Mit 90 km/h in der Anlaufspur: Walter Steiner (Schweiz)

zugen. »Zu den ersten, die diese Flughaltung im Wettkampf zeigten, gehörten der Schweizer Andreas Däscher und der Norweger Georg Thrane«, erinnert sich Harry Glaß, der Olympiadritte von Cortina d'Ampezzo 1956, der selbst einer der hervorragendsten Vertreter dieses Sprungstils war. Doch die neue Technik setzte sich nicht schlagartig durch. Viele Jahre lang behauptete sich neben dem Fischstil auch die Flughaltung mit weit vor den Körper gestreckten Armen, mit der Helmut Recknagel, der Olympiasieger von 1960 und Weltmeister 1962, seine großen Triumphe feierte und die nicht von ungefähr auch heute noch als Recknagel-Technik bezeichnet wird. Heute ist die Mechanik des Skispringens bis ins kleinste erforscht. Die Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen haben wesentlich das Training, die Ausrüstung sowie die Projektierung und den Bau moderner Schanzen beeinflußt.

In den letzten Jahren hat sich als Folge aerodynamischer Untersuchungen auch die Anfahrtshaltung der Springer verändert. Um eine maximale Geschwindigkeit am Schanzentisch zu erreichen, nehmen die Springer die Arme bei der Anfahrt nicht mehr nach vorn, sondern halten sie hinter dem Körper, wobei insgesamt die strömungstechnisch günstigste Position angestrebt wird: Rumpf und Oberschenkel bilden eine Eiform, auf den Skiern montierte Keile unter den Schuhen unterstützen die Vorlage des Oberkörpers. »Wenn ich daran denke, daß wir früher fast wie die Kaninchen aufrecht in der Hocke saßen,« meint Harry Glaß, »da wundere ich mich heute, wie wir es überhaupt geschafft haben, beim Absprung wieder nach vorn zu kommen.« Der inzwischen fünfzigjährige Klingenthaler, der in Cortina die erste olympische Medaille für den DDR-Sport errang, gibt als Trainer heute seine Erfahrungen an die Jugend weiter. Zu seiner aktiven Zeit dominierten die Skandinavier noch uneingeschränkt auf den Schanzen. Bei der Weltmeisterschaft 1954 in Falun errangen die Finnen Pietikäinen und Heinonen die ersten Plätze im Spezialsprunglauf, gefolgt von den Schweden Ostman und Styf und den Norwegern Knarvik und Falkanger. In der Nordischen Kombination gab es damals sogar einen fünffachen norwegischen Erfolg. Ein 50. Platz im Sprunglauf durch Franz Renner aus Klingenthal war die beste Position für die kleine DDR-Delegation bei ihrem Weltmeisterschaftsdebüt.

Dies hatte seinen Namensvetter Hans Renner, den verdienstvollen Trainer aus Oberhof, nicht ruhen lassen. Schon auf der Rückfahrt wurden im Schlafwagenzug neue Pläne geschmiedet. Damals ist die Idee geboren worden, mit Hilfe von Kunststoffmatten das Skispringertraining auch im Sommer zu ermöglichen und den kurzen Winter im eigenen Land zu besiegen. Versuche mit Stroh, Fichtennadeln usw. hatten nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt. Doch die in einem Betrieb in Friedrichroda hergestellten Kunststoffmatten aus dünnen PVC-Streifen, die die Schanze wie Dachziegel bedeckten, brachten den ersehnten Erfolg. Am 21. November 1954 kam es in Oberhof zu jenem denkwürdigen ersten Skisprungwettbewerb ohne Schnee. Werner Lesser war der erste, der vor Hunderten staunender und begeisterter Urlauber an den Ablauf ging und einen Sprung von 42 m stand. Die Idee Hans Renners, aus der Not geboren, revolutionierte das Training der Skispringer mehr als manche technische Errungenschaft, die in späteren Jahren auf den Schanzen Einzug hielt. Sie legte den Grundstein für die Erfolge der Glaß, Lesser, Recknagel und vieler anderer DDR-Skispringer nach ihnen. Heute ist das sommerliche Training auf Matten selbst für die Springer aus den Ländern Nordeuropas zur Selbstverständlichkeit geworden. Die erste Mattenschanze Skandinaviens wurde im Dezember 1961 in Oernskoeldsvik eingeweiht.

Ein Blick auf die Weiten zeigt, daß die Kunststoffmatten mehr sind als Schnee-Ersatz. Schneerekord und Mattenrekord liegen auf den Schanzen dicht beieinander. In Oberwiesenthal segeln die Springer im Sommer über 90 m weit, in Frenstat (ČSSR) flog der Schweizer Walter Steiner 1978 bis zur 97-m-Marke. Inzwischen

Strbske Pleso (ČSSR) war 1970 WM-Austragungsort: Blick auf das moderne Ski-Areal in den Tatrabergen mit der 70-m- und 90-m-Schanze. Ein Ballon signalisiert die Windrichtung

sind sogar »Hunderter« auf Matten keine Rarität mehr. Seit dem Sommer 1979 trägt auch die größte Schanze der DDR, die »Schanze am Rennsteig« in Oberhof, ein Kunststoffkleid von 5000 m² Größe, und am 7. August jenes Jahres, ein Vierteljahrhundert nach der Mattenpremiere, erhob sich erneut ein Thüringer als Testpilot in die Lüfte. Über diesen Versuch schrieb der Sport-Journalist Roland Sänger: »An jenem Tag blinzelte die Sonne gerade mal mit einem Auge über den Rennsteigrand, als sich ein Springer am Schützenberg in die Anlaufspur schwang. Es war früh gegen sechs, windstill und angenehm warm, und auf Gras und Matten lag frischer Tau. Der da auf der größten Sprungschanze der DDR erstmals im Sommer zum Flug durch die Lüfte angetreten war, hieß Holger Greiner-Petter vom Sportklub Motor Zella-Mehlis. Er nahm einige Fragen mit in die Spur: Wie würde die Kunststoffunterlage reagieren, zu hart oder zu weich oder elastisch genug? Würde die Gleitfähigkeit beim Aufsprung ausreichen und so weiter. . .

Als sich Holger nach ruhigem Flug dem Hang näherte, stieß er einen Schrei aus.

›Es war ein Zeichen der Erleichterung und der Überzeugung, daß nun nichts mehr schiefgehen würde‹, schilderte er später jene Situation. ›Ich war gut vom Schanzentisch weggekommen und mir sicher, daß die Landung problemlos sein würde. So kam es dann auch, der Aufsprung war weich und elastisch, im Grunde sprang es sich schöner als auf Schnee.‹« Soweit der Augenzeugenbericht. Noch im gleichen Sommer erreichten die Springer im Thüringer Kanzlersgrund Weiten um 120 m. So weit war der Skiflugsieger von 1957 in Planica, Helmut Recknagel, geflogen. Er war übrigens der erste Nichtskandinavier, der am Holmenkollen siegte.

Viele Daten charakterisieren das Profil einer Schanze. Drei Punkte sind auf dem Aufsprunghang besonders markiert. Der Punkt P oder Normpunkt gilt als Maß für die Größe der Schanze in Metern. Er kennzeichnet den Über-

So sprangen sie früher: Die Norweger Oddbjörn Hagen (oben) und Birger Ruud (links) gehörten zu den besten Skispringern der dreißiger Jahre. Ihrem Stil fehlt noch die extreme Vorlage

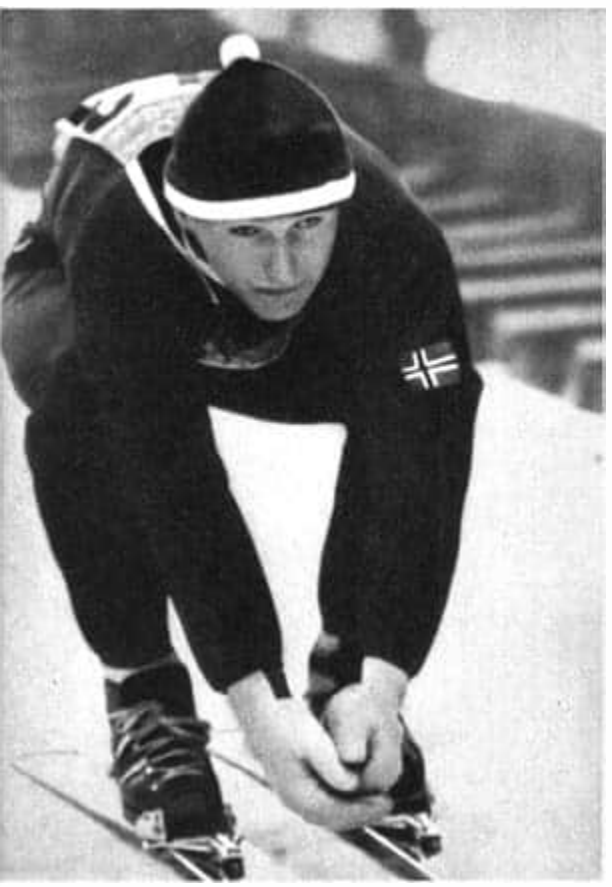
gang vom Kreisbogen des Aufsprunghanges zur sogenannten Beruhigungsstrecke. Als kritischer Punkt (K) ist die Stelle markiert, wo die Krümmung des Auslaufbogens beginnt und die Beruhigungsstrecke zwischen P und K in eine immer flacher werdende Landebahn übergeht. In diesem Bereich wird es durch den zunehmenden Landedruck immer schwieriger, die Sprünge zu stehen. Zwischen P und K liegt der Tabellenpunkt (TP), die Stelle bezeichnend, an der ein Sprung nach der FIS-Tabelle mit 60 Weitenpunkten eingestuft wird.

Sehr wichtig für das Gesicht einer Schanze ist das H/N-Verhältnis. Es ergibt sich aus der Höhe der Schanzentischkante über dem Normpunkt (H) und der Projektion der bis zum Normpunkt gerechneten Sprungbahn auf die Horizontale (N). Anders gesagt: Das H/N-Verhältnis sagt etwas darüber aus, wie tief ein Springer fällt, um, von der Schanzentischkante aus gerechnet, die durch den Normpunkt bezeichnete Weite zu erreichen. Nach den Normen der FIS, der Internationalen Skiföderation, soll das H/N-Verhältnis 0,50 bis 0,54 betragen, d. h., bei einer angenommenen Weite von 100 m sollte der Landepunkt nicht tiefer als 50 bis 54 m unter der Schanzentischkante liegen. Bei modern konzipierten Schanzen, die diese Bedingung erfüllen, ist der Aufsprunghang der Flugbahn weitgehend angepaßt. Zahlreiche Schanzen wurden, der Entwicklung des Skispringens folgend, mehrfach umgebaut. Die FIS kontrolliert beim Neubau und bei der Rekonstruktion von Schanzen die Einhaltung der Normen im Interesse der Sicherheit der Springer. Die bekannte Bergisel-Schanze in Innsbruck erlebte vor den Olympischen Winterspielen 1976 ihren fünften Umbau. Dabei wurde der Normpunkt von 81 auf 86 m verlegt, der kritische Punkt von 96 auf 104 m. Als Neuheit präsentiert sich den Aktiven seitdem auch eine verschiebbare Ablauframpe auf dem Anlaufturm. So brauchen die Springer nicht mehr bei unterschiedlichen Anlauflängen aus verschiedenen Luken in die Spur einzufahren.

Zwei Weitenjäger, zwei Techniken: Helmut Recknagel (oben) sprang mit weit nach vorn gestreckten Armen. Harry Glaß (links) bevorzugte den aerodynamisch günstigeren Fischstil

Skispringen ist Kampf um Weite und Haltung. 60 Weitenpunkte gibt es am Bergisel für einen Sprung bis zum Tabellenpunkt von 95 m. Für jeden Meter mehr oder weniger werden Punkte zugeschlagen oder abgezogen. Je nach Schanzengröße entspricht ein Meter Weite unterschiedlichen Punktwerten. Bei Schanzen mit einem Tabellenpunkt von über 60 m entspricht 1 m 1,6 Punkten. Fünf Kampfrichter bewerten die Haltung, jeder von ihnen kann bis zu 20 Punkte vergeben. Die höchste und niedrigste Bewertung entfallen, so daß als theoretische Höchstnote für einen Sprung 60 Haltungspunkte erreicht werden können.

Eine wichtige Regel besagt, daß die Jury über eine Verkürzung des Anlaufs beraten muß, wenn 95 % des Kritischen Punktes übersprungen werden. Gelänge dies schon einem Springer der ersten Gruppen und bliebe der Anlauf unverändert, dann würden die zuletzt startenden besten Springer um die Chance gebracht, ihr Können auch wirklich zur Geltung zu bringen; denn sie flögen bei unverändertem Anlauf weit über den kritischen Punkt hinaus und hätten einen erheblich größeren Landedruck auszuhalten. Dies würde die Sturzgefahr vergrößern und könnte zu einem irregulären Ergebnis führen. Es erfordert viel Sachkenntnis, entsprechend den herrschenden Bedingungen die richtige Anlauflänge festzulegen, damit ein Durchgang nicht neu begonnen werden muß, wenn zwei Drittel der Konkurrenten schon über die Schanze gegangen sind.



Björn Wirkola, Norwegens bekanntester Springer Ende der sechziger Jahre, in der damals noch üblichen Anlaufhaltung mit vorgestreckten Armen

Viele Dinge entscheiden über einen guten Sprung. Acht bis zehn Sekunden dauert der Anlauf, drei bis fünf Sekunden der Flug. Dazwischen liegt jener Moment, in dem sich alles entscheidet – der Absprung. Nicht zufällig haben die Trainer dort neben dem Schanzentisch ihren Ausguck. Die Springer wissen: Das kraftvolle Abheben soll möglichst bis auf den halben Meter genau an der Schanzentischkante erfolgen. Das erfordert höchste Konzentration und Reaktion; denn ob einer zu früh oder zu spät aus der Hocke hochschnellt, darüber entscheidet ein Zeitmaß, das sich menschlicher Vorstellungskraft entzieht. Bei Anlaufgeschwindigkeiten um 100 km/h wird der letzte Meter am Tisch in drei Hundertstelsekunden zurückgelegt. Dieses Tempo in Weite umzusetzen – darin besteht die Kunst.

Ist der Absprung das A und O auf der Schanze? Sepp Bradl, der erste 100-m-Springer der Welt, meint, unter den vielen Faktoren, die einen guten Sprung ausmachen, sei ein zeitlich und technisch perfekter Absprung sicher der wichtigste. »Aber es kommt aufs ›Wie‹ an. Es gibt kraftvolle Typen, die wuchtig abspringen, wie z. B. Jochen Danneberg. Im Vergleich zu ihm hob Hans-Georg Aschenbach vom Tisch ab wie ein Vögelchen. Ähnlich springt auch Toni Innauer. Wer schnell und ohne Korrekturen die ideale Lage auf dem

tragenden Luftpolster findet, der fliegt auch weit hinunter, vorausgesetzt, er hat den Schneid, den Sprung bis in den Auslaufradius zu ziehen.«

Elektronische Meßgeräte registrieren heutzutage bei großen Wettkämpfen auch die Anlaufgeschwindigkeiten der Springer. Das geschah schon 1974 bei der Weltmeisterschaft in Falun, wo Hans-Georg Aschenbach bei seinem Sieg auf der 70-m-Schanze eine sportliche Sensation vollbrachte. Er sprang dort im ersten Wertungsdurchgang 90 m weit und distanzierte seine stärksten Konkurrenten damit um 5 m. Mit seiner Anlaufgeschwindigkeit ist er in diesem Durchgang nur 22. des Feldes gewesen, doch er meinte hinterher: »Ich war beim Absprung und im Flug der Perfektion wohl noch nie so nahe wie heute.« Die Jury beriet nach diesem Satz, doch sie entschied, den Durchgang nicht zu annullieren, da sie keine Gefahr für die restlichen Springer sah: Dorthin, wo Aschenbach an jenem Nachmittag landete, flog keiner mehr.

Ohne Schnee kann man skispringen, ohne Wasser geht es nicht. Die Kunststoffmatten müssen feucht gehalten werden, damit die Skier im Anlauf und nach dem Aufsprung besser gleiten

Fotos aus früheren Jahren zeigen die Skispringer mit Pullovern und Pudelmützen oder auch ganz ohne Kopfbedeckung. Diese Zeiten sind vorbei. Heute wird die Schanzenmode im Windkanal getestet. 1976 zwängten sich Österreichs Schanzenpiloten vor dem olympischen Start in hautenge feuerrote Kapuzenanzüge. Es hieß, Willy Pürstl habe seinen Schnurrbart abrasiert, weil der nicht unter die Haube paßte. Damals hat es viel Wirbel um die Ausrüstung der Skispringer gegeben, vor allem um die sogenannten Ballonanzüge, die auf der Vorderseite mehr Luft durchließen als hinten, was einen gewissen Balloneffekt und damit zusätzlichen Auftrieb bewirkte. Die Internationale Skiföderation bildete ein Komitee für Wettkampfausrüstung, das alle Neuheiten der Ausrüstung prüft. Es geht bei seinen Entscheidungen davon aus, daß technische Neuerungen vor allem die Sicherheit der Aktiven erhöhen sollen und die Chancengleichheit nicht beeinträchtigen dürfen. So wurde z. B. am Beginn

des Skiwinters 1980/81 ein Sprungski mit einem flexiblen Brettende verboten. In dem Flossenski, wie das Modell auch genannt wurde, sah das Komitee einen Verstoß gegen die Regel, daß sich Teile der Ausrüstung während des Fluges nicht aerodynamisch verformen dürfen. Ein Bindungsbügel dagegen, der verhindert, daß die Skier während des Anstellens gegen die Luft den Springer am Kopf treffen könnten, wurde als zusätzliche Stabilisierungshilfe zugelassen. Auch über die Luftdurchlässigkeit der Springeranzüge gibt es exakte Festlegungen. Der Stoff darf nicht mehr als 50 l Luft je Sekunde und Quadratmeter durchlassen. – Das gute alte Skispringen hat neue Dimensionen angenommen.

Seit 1962 werden bei internationalen Meisterschaften die Sprunglaufsieger in zwei getrennten Wettbewerben auf der Normal- und auf der Großschanze ermittelt. Seitdem gab es bei Weltmeisterschaften schon dreimal Doppelsieger – 1966 in Oslo Björn Wirkola (Norwegen), 1970 in Strbske Pleso Gari Napalkow (UdSSR) und 1974 in Falun Hans-Georg Aschenbach. Dagegen hat bei Olympischen Spielen noch kein Springer beide Konkurrenzen gewonnen; auch 1972 in Sapporo nicht, wo die Japaner Kasaya, Konno und Aochi alle drei Medaillen auf der Normalschanze holten, doch dann ihre Meister fanden. Auf der Großschanze segelte damals der Pole Woiciech Fortuna mit einem Glückssprung von 111 m allen Favoriten davon. Das dramatische Geschehen spiegelte sich auch in den Punktzahlen wider: 219,9 – 219,8 – 219,3 – 219,2 lauteten die Gesamtergebnisse der vier Erstplazierten. Nur sieben Zehntelpunkte Differenz trennten den Sieger in Sapporo vom medaillenlosen Vierten.

Die Leistungsdichte ist groß. Ein halber Meter Sprungweite, das wissen alle, entscheidet heute über Sieg oder Niederlage. So wird verständlich, weshalb in jüngster Zeit auch intensiv daran gearbeitet wurde, ein technisches System zur objektiven Bestimmung des Landepunktes zu entwickeln. Erste in der DDR angestellte Versuche mit Farbpulver hatten nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt. Auch andere, in verschiedenen Ländern getestete Verfahren, Versuche mit Lasergeräten und Infrarotsendern, erwiesen sich als zu störanfällig und vor allem zu teuer. Am 1. April 1978 wurde auf der Fichtelbergschanze in Oberwiesenthal ein System erstmalig in einem internationalen Wettkampf erprobt, das auf dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion beruht. Ein kleiner, nur wenige Gramm schwerer Magnet auf dem Ski des Springers induziert bei der Landung einen elektrischen Impuls in einer Drahtschleife, deren Windungen in Abständen von einem halben Meter quer zum Aufsprunghang verlaufen. Die Drahtschlingen waren beim Umbau der Schanze im Sommer unter den Kunststoffmatten auf dem Erdprofil verlegt worden. Das vom Springer im Moment der Landung erzeugte elektrische Signal wird von speziellen elektronischen Geräten so modu-

Fliegen heißt landen, auch bei den Skispringern. Die Schönheit eines Sprunges krönt der sichere Telemark-Aufsprung, wie ihn auch Dieter Neuendorf einst perfekt beherrschte

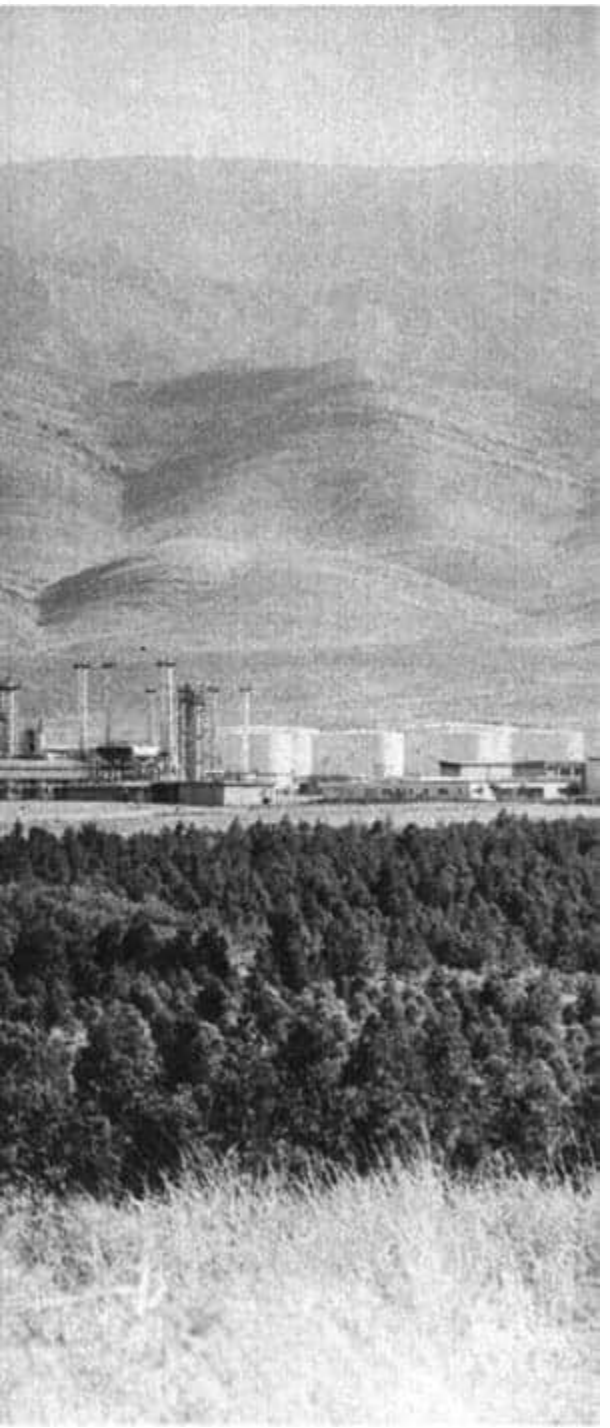
liert, daß die Sprungweite von einem Monitor abgelesen und aufgezeichnet werden kann. FIS-Präsident Marc Hodler (Schweiz), Augenzeuge der Wettkampferprobung, äußerte sich sehr anerkennend über die Zuverlässigkeit dieses von einem DDR-Forscherkollektiv entwickelten Systems und nannte es das bisher praktikabelste für die automatische Weitenmessung im Skispringen.

Immer größere Schanzen erlaubten den Skipiloten auch immer weitere Flüge. Heute ist das Skifliegen eine besondere Disziplin, in der sogenannte Skiflugwochen und alle zwei Jahre Skiflugweltmeisterschaften veranstaltet werden. Sechs Flugschanzen gibt es gegenwärtig auf der Welt. Sie stehen in Planica (Jugoslawien), Oberstdorf (BRD), Vikersund (Norwegen), Mitterndorf (Österreich), Ironwood (USA) und Harrachov (ČSSR). Im März, wenn die wärmenden Strahlen der Frühlingssonne auf die Riesenschanzen treffen, entsteht der charakteristische Aufwind, in dem die Springer am weitesten segeln. Die kühnsten Flüge gab es in den letzten Jahren nach Schanzenumbauten in Oberstdorf und Planica zu sehen. 1967 hatte der Norweger Lars Grini in Oberstdorf als erster die 150-m-Marke erreicht. Zwei Jahre danach waren Manfred Wolf (DDR) und Björn Wirkola (Norwegen) in Planica 165 m weit geflogen. 1973 und 1974 landeten Heinz Wosipiwo (DDR) und Walter Steiner (Schweiz) bei 169 m. Heute liegt der kritische Punkt auf dem Bakken in Oberstdorf bei 172 m, in Planica bei 181 m. Im Frühjahr 1976 segelten der spätere Skiflugweltmeister Anton Innauer (Österreich) und der Oberwiesenthaler Falko Weißpflog in Oberstdorf auf 174 m hinab. Nur Stunden später stand Innauer sogar einen Sprung von 176 m. Diese Weite erreichten danach auch zwei andere Springer. Der Klingenthaler Klaus Ostwald landete bei der Skiflug-WM 1979 als Vorspringer bei 176 m, woraufhin der Anlauf verkürzt wurde. Armin Kogler (Österreich), Skiflugweltmeister 1979, kam 1980 bei der Schanzenweihe in Harrachov ebenfalls auf 176 m und erzielte ein Jahr darauf beim Training zur WM in Oberstdorf sogar 180 m, die größte Weite, die ein Skispringer jemals erreichte. Wo liegt die Grenze des Möglichen?

Die weitesten Flüge, die Skispringern vordem gelangen, hatten mit Stürzen geendet. Schon 1973 war Walter Steiner in Planica einmal unglaubliche 179 m weit geflogen. Diese Weite hatte 1979 an gleicher Stelle auch der Zella-Mehliser Axel Zitzmann erreicht. Doch beide hatten dem Landedruck nicht widerstehen können. Steiner war seinerzeit nach seinem Sturz erneut an den Ablauf gegangen, doch freiwillig zwei Luken tiefer als seine Konkurrenten gestartet. Trotzdem war er weiter als sie geflogen. »Ich bin nicht dafür, Skiflugrekordweiten um jeden Preis anzustreben und dafür immer größere Schanzen zu bauen«, hat er einmal gesagt. »Auf einer entsprechenden Anlage könnte man auch 200 m weit fliegen. Doch unser Sport darf nicht zur Sensationshascherei werden. Das größte Problem ist und bleibt eine sichere Landung. Beim Skifliegen treten Landegeschwindigkeiten von 140 km und mehr auf. Man kann sich bei Stürzen im Schnee die Haut verbrennen. Ich meine, es gibt auf den Schanzen, die wir heute haben, noch genug zu tun, um die Sicherheit für die Springer zu erhöhen. Darauf sollte man sich konzentrieren.« Mahnende Worte eines Mannes, der in einer Presseschlagzeile einmal als »Vogelmensch« tituliert worden ist wegen seiner außergewöhnlichen Fähigkeit, das tragende Medium Luft für seine Flüge zu nutzen. Es ist gewiß kein Zufall, daß gerade er die Sicherheit auf den Schanzen zum obersten Gebot erhob.

Harry Glaß, unser Olympiadritter von Cortina 1956, kennt als Trainer die höheren Anforderungen an den Skispringer von heute. »Es würde mich schon interessieren«, meint er, »was ich selbst unter den jetzigen Bedingungen, mit dem Training, dem Wissen und der Ausrüstung unserer Tage, auf einer modern profilierten Schanze erreichen könnte. Ich glaube, alle haben Großes geleistet, die das Skispringen weiterentwickelten, jeder zu seiner Zeit.«

Blick auf Anlagen der Erdölraffinerie von Shiraz (Iran)



Es muß sich schon etwas Außergewöhnliches hinter der Tatsache verbergen, daß die Küstengestade der heutigen Vereinigten Arabischen Emirate das erste arabische Territorium waren, in das sich Großbritannien 1820 nach mehreren »Strafexpeditionen« gegen vermeintliche bzw. tatsächliche Schlupfwinkel von Piraten und nach Abschluß rechtsungleicher »Schutzverträge« mit den herrschenden Scheichs einnistete, und zugleich das letzte Gebiet, auf das die Londoner Regierung 1971 unter den Schlägen der nationalen Befreiungsbewegung verzichtete.

Weder der wissenschaftliche Forscherdrang eines Thor Heyerdahl, dessen »Tigris« den letzten praktischen Beweis für die Navigationsfähigkeit der im alten Zweistromland erbauten Schilfboote erbrachte, noch der Wunsch, die sieben abenteuerlichen Reisen von Sindbad dem Seefahrer nachzuvollziehen, hatten bei den Überlegungen der britischen Bourgeoisie Pate gestanden. Hinter ihren Aktionen verbargen sich viel handfestere Absichten. Von Anfang an verfolgten Kapitäne, Offiziere und Kaufleute im Dienste von Krone und Kapital zwei eng miteinander verbundene Ziele. Geostrategisch ging es ihnen um die Durchsetzung weltumspannender kolonialpolitischer Ambitionen, insbesondere um die Absicherung des Seeweges nach Indien, und um die Ausschaltung lästiger Konkurrenten. Ökonomisch lockte der

Prof. Dr. sc. Günter Barthel

Ölhaie im Persischen Golf

Griff nach den Gütern des Orients, die auf der langen Überfahrt nach Europa zwar kaum im Wert, aber nichtsdestoweniger im Preis auf schwindelerregende Höhen kletterten und ihren Besitzern horrende Gewinne versprachen.

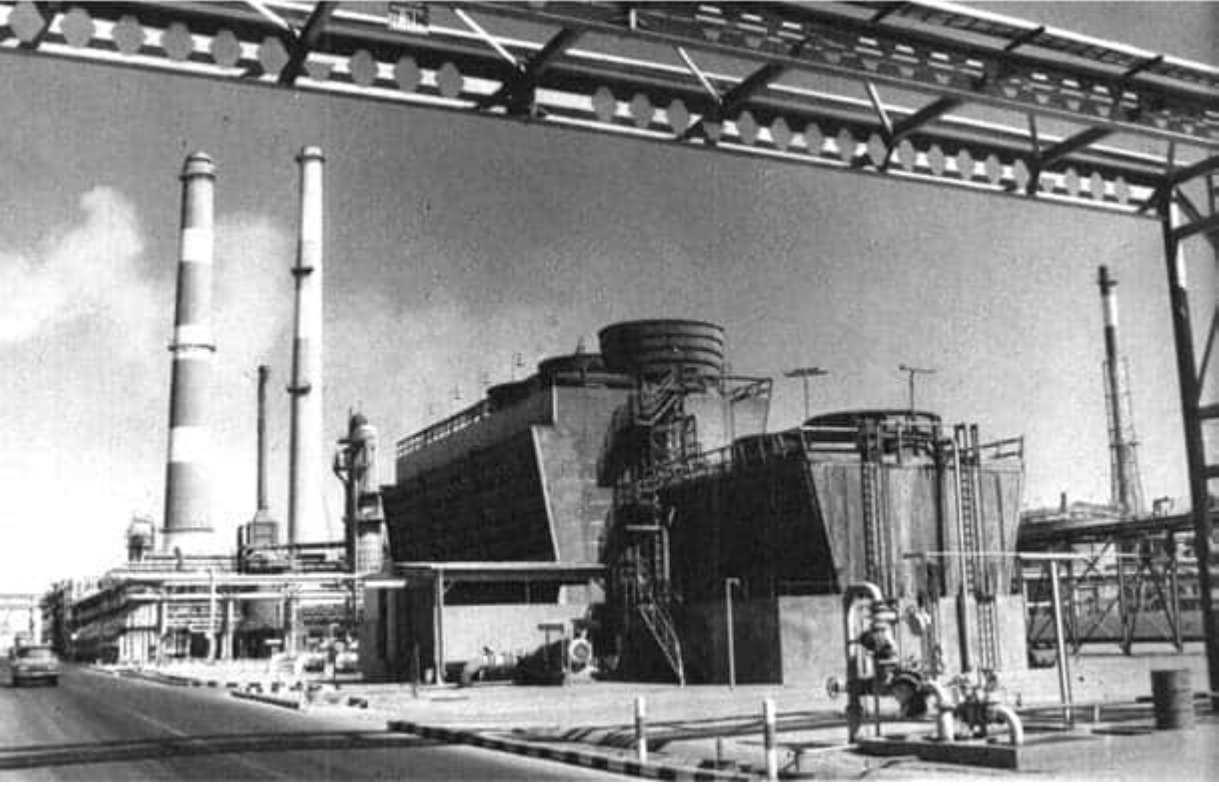
An dieser ursächlichen Orientierung der Kapitalistenklasse haben sich vom Wesen her bis in die Gegenwart keine Veränderungen ergeben, nur die konkreten Formen und Methoden unterlagen im Ergebnis des Roten Oktober und der Entstehung junger, unabhängiger Staaten einem Wandel, und die Heftigkeit des Ringens um die Beibehaltung oder Erlangung von Machtpositionen nahm zu. Letzteres läßt sich ohne jeden Zweifel darauf zurückführen, daß unter dem ausgedehnten – zumeist wüstenhaften – Areal ausnahmslos aller Länder rund um den Persischen Golf gewaltige Lagerstätten an flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffen ihrer Förderung harren.

Auf dem Fundament kolonialer Unterdrükkung und mit Hilfe schmutziger Konzessionsabkommen gelang es Konzernen von der Themse mit regierungsamtlicher Unterstützung und nach Zurückdrängung der zunächst deutschen, später französischen Konkurrenz, ein De-facto-Monopol über die iranischen und irakischen Ölquellen sowie die vermuteten Bodenschätze der Emirate zu errichten. Politische Winkelzüge und wirtschaftliche Kraft des britischen Imperialismus reichten indessen nicht aus, um dem Vordringen der aus dem ersten Weltkrieg finanziell gestärkt hervorgegangenen USA-Gesellschaften Einhalt zu gebieten und den Nahen Osten vor amerikanischen Investitionen abzuschirmen. Auch das im Juli 1928 vereinbarte Red-Line-Agreement, das die Aktivitäten aller Aktionäre der einstigen Turkish Petroleum Co. in der nahöstlichen Region exakt festlegte, erwies sich als zu schwach, um die Vorherrschaft der Anglo Persian Oil, der heutigen British Petroleum, und der Royal Dutch Shell aufrechtzuerhalten. Als Sieger triumphierten vielmehr die Konzerne des Rockefeller-Clans und der Mellon-Gruppe. Von der US-amerikanischen Beteiligung an der Iraq Petroleum Co. (1927), der Kuwait Oil Co. (1934) und anderen Gesellschaften über die separaten Vereinbarungen mit Bahrein (1929) und Saudi-Arabien (1933) bis hin zur Übernahme von 40 % der Aktien am iranischen Konsortium (1954) war es ein relativ kurzer und konsequent verfolgter Weg, der das Erdöl der Länder am Persischen Golf in die Verfügungsgewalt vor allem der USA-Monopole brachte und ihrem Streben nach Profit Tür und Tor öffnete. Allein zwischen 1950 und 1964 eigneten sich die großen imperialistischen Ölgesellschaften – Exxon, Gulf, Mobil, Socal, Texaco, BP und Shell – aus der Ölförderung in Bahrein, Irak, Katar, Kuweit und Saudi-Arabien 17,792 Mrd. Dollar an, während die Regierungen der genannten Länder mit 12,859 Mrd. Dollar vorlieb nehmen mußten.

Doch das Aufbegehren der Volksmassen gegen die Ausplünderung der einheimischen Ressourcen und gegen die parasitäre Verwendung der Einnahmen durch die eigene Oberschicht, für die Wiederherstellung der nationalen Verfügungsgewalt über die Bohrtürme sowie für

	Fläche (km²)	Bevölkerung (in Mill. – Mitte 1979)	Bruttosozialprodukt 1979 absolut (in Mrd. Dollar)	pro Kopf (in Dollar)
Bahrein	662	0,3	1,510	5033
Irak	438446	12,9	22,720	1761
Iran	1648000	35,2	65,101	1850
Katar	22014	0,2	2,440	12200
Kuweit	20668	1,3	14,420	11092
Oman	272000	0,9	2,160	2400
Saudi-Arabien	2150000	8,1	63,310	7816
VAE	84000	0,9	11,440	12711

Statistische Angaben über die Golfanrainerstaaten



die Nutzung der materiellen und finanziellen Reichtümer im Interesse der ökonomischen und sozialen Entwicklung ließen die Allmacht des Monopolkapitals über die so bedeutsamen Rohstoffquellen zusammenbrechen. Dank dem veränderten internationalen Kräfteverhältnis infolge des erstarkenden Sozialismus brachten die Erdölproduzenten die verhängnisvolle Herrschaft der multinationalen Konzerne über die Bohrlöcher zum Einsturz.

Eine mutige Bresche in die als uneinnehmbar geltende Domäne des Ölkartells schlug die Regierung des Irak mit der Nationalisierung der Iraq Petroleum Company am 1. Juni 1972. Sie drehte mit ihrer Maßnahme einer der ältesten im arabischen Raum konzessionierten Gesellschaften den Ölhahn zu und zerstörte damit endgültig den seit der gescheiterten Verstaatlichung der Anglo Iranian Oil Company in Iran unter Ministerpräsident Mossadegh zwischen 1951 und 1954 zwar angekratzten, aber immer noch intakten Mythos von der Unantastbarkeit der »Sieben Schwestern«. Die mit dieser Aktion in Bewegung gebrachte Lawine war durch nichts und durch niemand mehr aufzuhalten. Selbst die konservativen Herrscher in den zumeist noch feudalistisch regierten Ländern sahen sich zu einem Arrangement mit den Ölgesellschaften veranlaßt, um dem anschwellenden Druck der gegen den Ausverkauf der nationalen Interessen aufbegehrenden Bevölkerung die Brisanz zu nehmen. Entweder durch die sofortige Übernahme der Oberhoheit über die Fördertürme wie im Falle des Iran (1973) oder durch den 1973 eingeleiteten schrittweisen, z. T. noch nicht vollständig abgeschlossenen Aufkauf der Aktienpakete seitens Bahreins, Katars, Kuweits, Omans, Saudi-Arabiens und der Vereinigten Arabischen Emirate wurden entscheidende Bastionen des Neokolonialismus zu Grabe getragen.

Dieser Sieg der Völker, der in den Annalen der Geschichte einen festen Platz einnimmt, wird jedoch dadurch getrübt, daß die Multis weiterhin den Transport, die Verarbeitung und den Absatz des »schwarzen Goldes« kontrol-

Chemiekomplex am Persischen Golf; hier werden auf der Basis von Erdgas Düngemittel, Schwefelsäure und Phosphate produziert

lieren und daß ihnen in Form von Dienstleistungsverträgen und Lieferzusagen – gewissermaßen durch die Hintertür – noch genügend Einflußmöglichkeiten in der Ölwirtschaft der Golfländer verblieben. Trotz alledem, die letzteren sind es, die heute über einen unvergleichlich wertvollen Schatz gebieten. Rund um den Golf und in seinem Territorialgewässer sind nahezu 49 Mrd. t Erdöl nachgewiesen, eine Menge, die 64 % der Reserven des kapitalistischen Weltwirtschaftssystems entspricht. Mit einem Produktionsaufkommen in Höhe von 1 020 Mill. t im Jahre 1978 verbuchten die Staaten am Persischen Golf einen Anteil von reichlich 43 % der gesamten Förderung der kapitalistischen Welt, und mit Saudi-Arabien stellten sie zugleich den mit Abstand wichtigsten Exporteur. Und hierin ist der Hauptgrund für den Katzenjammer der imperialistischen Mächte zu suchen, fördern doch nirgendwo auf unserem Globus so wenig Sonden so viel und gleichzeitig so billiges und gutes Rohöl zu Tage – einen Rohstoff, der nach dem zweiten Weltkrieg zu einer ausschlaggebenden Vorbedingung für die rasche Entwicklung der Chemieindustrie, der Energiegewinnung und des Kraftverkehrs avancierte und speziell die hochindustrialisierten Staaten der westlichen Hemisphäre in eine zunehmende Abhängigkeit vom Import des mengenmäßig wichtigsten Welthandelsgutes manövrierte. Aufgrund einer einseitigen, auf die Ausbeutung fremder Ressourcen orientierten Energiepolitik sahen und sehen sich Westeuropa und Japan gezwungen, im Durchschnitt der letzten Jahre mehr als die Hälfte bzw. rund drei Viertel ihrer Ölbezüge aus den Förderländern am Persischen Golf zu decken. Und die USA, die bekanntlich fast ein Drittel der auf unserer Erde verbrauchten Energie verschwenden, mußten – ungeachtet eigener Vorkommen und gewaltiger Kohlelagerstätten – ihre Ölkäufe in den Golfstaaten drastisch erhöhen; sie beziehen zur Zeit aus dieser Region etwa ein Fünftel ihres Ölverbrauchs.

Diese unumstößlichen Tatsachen erklären die Angst des Imperialismus vor progressiven Wandlungen in den Anrainerstaaten des Persischen Golfs und geben den Hintergrund für seine permanenten Versuche ab, die Völker einer ganzen Region unter Kuratel zu halten und den stetigen Fluß des Erdöls in den eigenen Reproduktionsprozeß zu sichern. Aber der Kampf um die vollständige Verfügungsgewalt über das Ausgangsmaterial für viele begehrte Artikel ist nur die eine Seite der Medaille. Es gibt noch weit mehr Faktoren für die ständigen Einmischungsversuche.

Eine große Rolle spielt das Bemühen, die reichlich in die Ölförderländer fließenden Devisen wieder in die Käuferländer des »schwarzen Goldes« zurückzuführen. Summierten sich die an die Regierungen überwiesenen Royalities (Pachtzinsen) und Steuerabführungen – trotz der schamlosen und weitaus höheren Bereicherung der imperialistischen Fördergesellschaften – schon in den vierziger und fünfziger Jahren zu damals beträchtlichen Beträgen, so erreichte der Devisenzufluß im Jahrzehnt zwischen 1960 und 1969 mit über 23 Mrd. Dollar (Saudi-Arabien 6,5 Mrd., Kuweit 6,4 Mrd., Iran 5,4 Mrd., Irak 3,5 Mrd., Katar 0,8 Mrd., Abu Dhabi und Dubai 0,6 Mrd. sowie Bahrein

Raffinerieanlagen der Kuwait Oil Company

Tanker im kuweitischen Erdölhafen Mina al-Ahmadi

und Oman 0,3 Mrd.) eine Größenordnung, die den finanziellen Spielraum der Empfängerländer in bedeutendem Umfange ausweiteten. Die Öleinnahmen des abgelaufenen Dezenniums stellten jedoch – im Gefolge der wiederholten Preiserhöhungen für Rohöl – alle früher publizierten Zahlen in den Schatten und verwandelten viele zu Beginn der siebziger Jahre errechneten Prognosen zu Makulatur. Zwischen 1970 und 1979 vereinnahmten Saudi-Arabien (222,5 Mrd.), Iran (135,3 Mrd.), Irak (68,3 Mrd.), Kuweit (61,8 Mrd.), die Vereinigten Arabischen Emirate (50,5 Mrd.) und Katar (14,4 Mrd.) insgesamt 552,8 Mrd. Dollar. Diese Summe nimmt sich einerseits im Hinblick auf die Bevölkerungszahl und die pressierenden ökonomischen Probleme der Golfländer recht optimistisch aus, verliert indessen andererseits angesichts der im kapitalistischen System grassierenden Inflation und im Vergleich mit dem Schuldenberg aller Entwicklungsländer oder gar mit den jährlichen Rüstungsausgaben der USA (1980/81: 172,7 Mrd. Dollar) viel von ihrem Glanz.

Natürlich hat der reichliche Devisenzustrom der prunkvollen Hofhaltung in den feudalregierten Staaten neue Möglichkeiten eröffnet und ein in seinen Ausmaßen früher nicht gekanntes Investitionsfieber in allen Ländern der Region entfacht. Kapitalaufwendige Raffinerien, petrolchemische Fabriken, Eisen- und Stahlwerke sowie Aluminiumhütten verbreiterten die materiell-technische Basis, immense Ausgaben zum Bau von Straßen, Flugplätzen und Seehäfen verbesserten die Infrastruktur, und nicht unbeträchtliche Mittel für die Errichtung von Schulen, Krankenhäusern sowie Rundfunk- und Fernsehstationen veränderten den Lebensstil der Menschen.

Doch die Grenzen für die Geldanlage im Inland sind – mit Ausnahme des Iran und des Irak – infolge des eingeschlagenen kapitalistischen Entwicklungsweges, der begrenzten Aufnahmefähigkeit des Binnenmarktes, der geringen Bevölkerungszahl und des häufig nur bescheidenen Territoriums objektiv abgesteckt, und demzufolge ist die Suche nach Verwertungsmöglichkeiten im Ausland vorprogrammiert. Und so verwundert es nicht, daß die Golfländer, vor allem jedoch Saudi-Arabien, Kuweit und die VAE, zu bedeutenden Kapitalexporteuren der kapitalistischen Welt aufrückten, die Devisenreserven Saudi-Arabiens Ende der siebziger Jahre umfangreicher waren als die der USA oder der BRD und die Anlagepolitik der Ölscheichs vielerorts – wenn auch unbe-

rechtigterweise – als Schreckgespenst an die Wand gemalt wird. Der Ankauf von 25,01 % der Aktien der Friedrich Krupp GmbH durch den Iran für 870 Mill. DM und der Kauf von 14 % der Aktien des Daimler-Benz-Konzerns für rund 1 Mrd. DM durch Kuweit stellen nur die Spitze eines Eisberges dar. Nach vorsichtigen Schätzungen belief sich 1979 das Auslandsvermögen Saudi-Arabiens auf ungefähr 80 Mrd. Dollar und das Kuweits auf etwa 30 Mrd. Dollar. Die Bankdepositen beider Länder bei renommierten Großbanken in den USA, in Großbritannien, in der Schweiz und der BRD kommen langfristigen Krediten an die genannten Staaten gleich, und die vereinnahmten Zinsen täuschen keineswegs darüber hinweg, daß die eigentlichen Nutznießer nicht die Kontoninhaber, sondern die Monopole sind.

Für den Imperialismus ist der Rücklauf der sogenannten Petrodollars mittlerweile zu einem Lebenselixier geworden, das er dringend benötigt, um seine Haushaltskassen aufzufüllen und der auf Profitmaximierung bedachten Politik der Monopole neuen Stoff zuzuführen. Insbesondere ist er am Absatz von Industrie- und Konsumgütern interessiert, die keinen Beitrag zur Umstrukturierung der volkswirtschaftlichen Basis in den Ölländern leisten und diese weiterhin in Abhängigkeit von den Zentren des Weltkapitalismus belassen. Das große Geschäft für ihn ist deshalb die Lieferung von Rüstungsgütern. Die Bestellungen des ehemaligen Schahs von Iran und des Königs von Saudi-Arabien sicherten den Rüstungskonzernen volle Auftragsbücher und heizten das Wettrüsten nicht nur in der Region an.

Der Erdölboom, d. h. die rasche Ausdehnung der Förderung und die explosionsartig anschwellenden Deviseneinnahmen, sowie seine Rückwirkung auf Industrie und Landwirtschaft blieben nicht ohne Folgen auf die gesellschaftlichen Verhältnisse. Traditionelle Strukturen lösten bzw. lösen sich allmählich auf, überlebte Klassen und Schichten treten von der Bühne ab, und neue machen ihre Ansprüche geltend. Wenn auch in Saudi-Arabien und in den kleinen Emiraten nach wie vor feudale Elemente die politischen Geschicke des Staates bestimmen, so hat sich im Bereich der Ökonomie schon längst die Bourgeoisie, z. T. noch mit den Muttermalen ihrer Herkunft behaftet, führende Positionen erobert. Die kapitalistische Produktionsweise ist – trotz mancher feudaler Rudimente im Agrarsektor – zur dominierenden geworden, und der Antipode dieser Ordnung, das Proletariat, wird sich von Tag zu Tag mehr seiner geschichtstragenden Mission bewußt. In diesem Zusammenhang ist jedoch nicht zu

	Reserven (Mrd. t)	Zahl der Sonden	Förderung (Mill. t)	Raffineriekapazität (Zahl der R.)	(Mill. t)	Verbrauch (Mill. t)	Devisen-einnahmen (Mrd. Dollar)
Bahrein	0,034	...	2,7	1	12,5	...	...
Irak	4,307	253	115,0	9	8,4	4,3	9,800
Iran	7,916	551	255,0	6	58,2	27,0	21,880
Katar	0,528	95	23,5	1	0,5	1,0	2,000
Kuweit	9,117	586	110,0	3	29,7	4,0	8,000
Oman	0,338	...	16,0	–	–	...	...
Saudi-Arabien	22,581	875	410,0	5	37,8	18,0	39,074
VAE	4,113	315	88,0	1	0,8	1,0	8,000
insgesamt	48,934	2675	1020,2	26	147,9	55,3	88,754
Kap. Länder insgesamt	76,098	–	2354,2	–	3181,8	2426,8	–
Anteil der Golfstaaten an kap. Ländern insgesamt	64,30 %	–	43,34 %	–	4,65 %	2,28 %	–

Daten zur Ölwirtschaft 1978

übersehen, daß es ein nationales Proletariat als Klasse und von zahlenmäßiger Bedeutung nur in Iran und in Irak gibt, während in den Erdölländern auf der Arabischen Halbinsel ein Heer von ausländischen Arbeitskräften im Dienste des Kapitals steht. Hierin spiegelt sich in erster Linie die Angst der Herrschenden vor der Zuspitzung der Klassenantagonismen und der untaugliche Versuch zur Konservierung überlebter Abhängigkeitsbeziehungen wider – letztlich alles Bemühungen, die an den Gesetzmäßigkeiten der gesellschaftlichen Entwicklung scheitern werden.

Ausdruck dessen war der Sturz des feudalreaktionären Regimes in Irak 1958 und die anschließend in diesem Lande von kleinbürgerlichen Kräften eingeleiteten progressiven Maßnahmen, die unter anderem im Innern zur Eindämmung der Macht der Großbourgeoisie und nach außen zur Herstellung freundschaftlicher Beziehungen mit den sozialistischen Staaten führten. Hierzu zählt ebenso der Zusammenbruch der Pahlevi-Dynastie in Iran im Jahre 1979, die dem machtvollen Protest der Millionen gegen den Ausverkauf des Landes an die Ölmonopole und an die Globalstrategen der USA weichen mußte. Die vom Volk erzwungene Flucht des Schahs und der Exodus des CENTO-Paktes offenbarten die Brüchigkeit des kapitalistischen Systems und bedrohten das gegen die nationale Befreiungsbewegung gerichtete Bündnis zwischen imperialistischen Mächten und innerer Reaktion in seinen Grundfesten – eine Gefahr, die den Imperialismus aus Furcht vor dem Verlust der gesamten für ihn so lebenswichtigen Region zur Gegenoffensive trieb. Unfähig, den Gang der Ereignisse richtig zu beurteilen, verließ er den Pfad der seit Jahrzehnten andauernden und nur mühsam versteckten, deswegen nicht minder gefährlichen

Die »ewigen Feuer« bei Kirkuk – sie werden seit Jahrtausenden von Erdgas gespeist, das durch poröses Gestein dringt; im Hintergrund Anlagen der staatlichen Ölgesellschaft Iraks

	1970	1976	1978	1979
BP	0,218	0,575	0,903	1,621
Shell	0,880	2,045	2,210	3,051
Exxon	1,310	2,615	2,763	4,295
Gulf	0,550	0,816	0,791	1,322
Mobil	0,483	0,943	1,126	2,007
Socal	0,455	0,866	1,106	1,785
Texaco	0,760	0,810	0,853	1,759

Profitexplosion bei den Ölmultis (in Mrd. Dollar)

Einmischung in die inneren Angelegenheiten und ging erneut zu einer offenen, äußerst aggressiven Politik der Konfrontation mit den Repräsentanten des nationalen und sozialen Fortschritts in der Region über. Ohne jeden Skrupel ermunterten seine Geheimdienste und Mittelsmänner die konterrevolutionären Banden in Afghanistan, förderten die Staatsstreichversuche in Irak und Iran und trieben die Generalität in der Türkei zur direkten Machtübernahme. Die USA-Regierung scheute selbst vor eigenen militärischen Abenteuern im Raume des Persischen Golfs nicht zurück. Unter dem Vorwand, die in der Teheraner Botschaft festgehaltenen nordamerikanischen Staatsbürger befreien zu wollen, holten sich Spezialeinheiten der US-Armee am 25. April 1980 blutige Köpfe und kehrten arg dezimiert in ihre Ausgangsstellungen zurück.

Nichts konnte den Gralshütern des Kapitals in dieser für sie so schmerzlichen Situation willkommener sein als der Ausbruch des bewaffneten Konflikts zwischen Irak und Iran, lenkte er doch von den eigenen Machenschaften ab. Das unsinnige Kräftemessen beider Kontrahenten versprach von vornherein Gewinn für diejenigen, die sich an dem durch Nationalismus, Chauvinismus und religiösen Fanatismus entfachten Feuer, das von außen geschürt wird, die Hände wärmten. Vorbereitet durch pausenlose ideologische Angriffe beider Seiten und vordergründig durch den Anspruch des Irak auf Revision der Grenzziehung am Shatt al-Arab ausgelöst, ging im monatelangen Krieg genau die Saat auf, die man in Washington und anderswo so heiß herbeigesehnt hatte. Tausende von Menschen starben, die Keimzellen der modernen Produktivkräfte, Raffinerien, Pumpstationen, Pipelines usw., sanken in Schutt und Asche, und Wohnstätten für Hunderttausende wurden dem Erdboden gleichgemacht. Kurz, das friedliche Werk von zwei Generationen fiel Bomben und Raketen zum Opfer. In beiden Staaten wurden somit große Teile des materiellen Fundaments für eine unabhängige Entwicklung zerstört und den Profiteuren neuer Verdienst in Aussicht gestellt, weil sie von der Wiederaufrüstung der Armee und vom Wiederaufbau der Wirtschaften einen Springquell der Bereicherung erwarten.

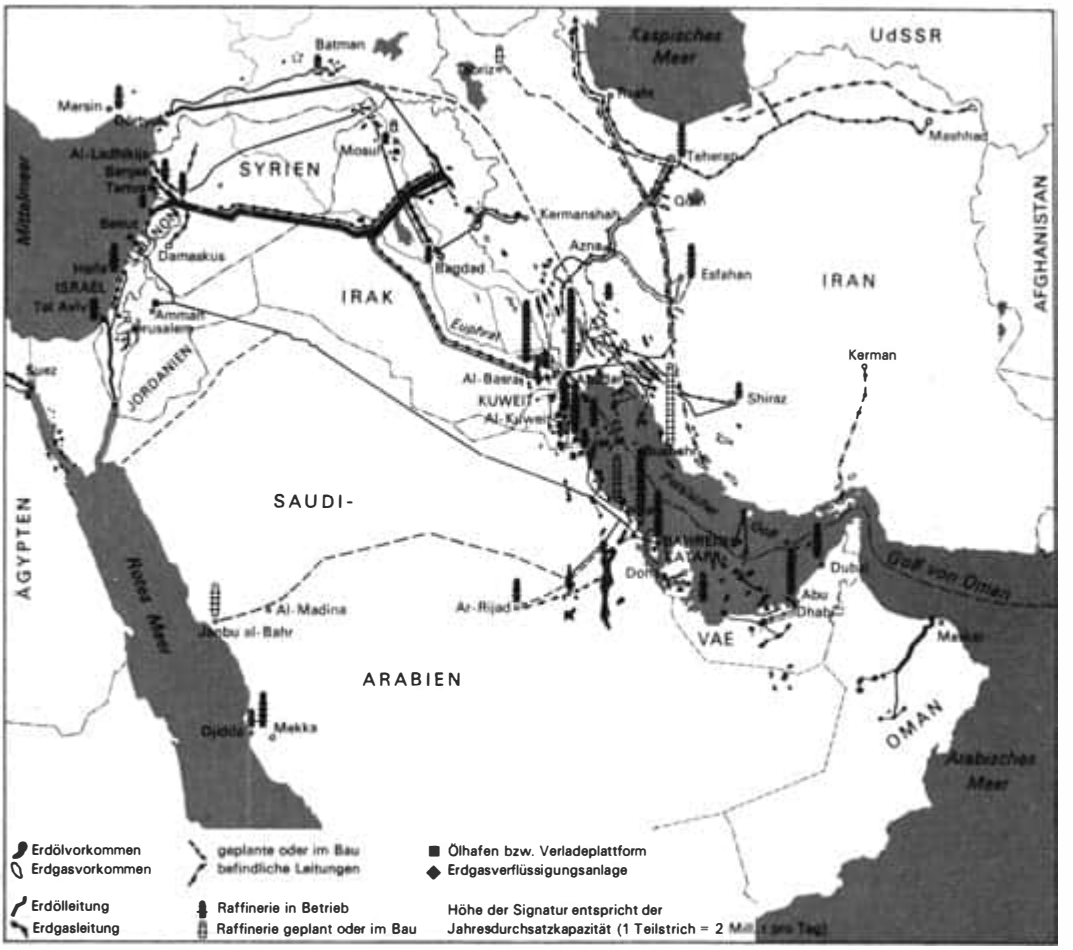
Nicht genug dieses Zynismus, nutzten die USA und Großbritannien die für sie »günstige Gelegenheit« und zogen Flottenverbände im Golf von Oman und im Persischen Golf zusammen, um einer – aus der Luft gegriffenen – Bedrohung der Straße von Hormuz, die alle elf Minuten von einem Großtanker passiert wird, vorzubeugen. Obwohl sich die Kampfhandlungen zwischen Iran und Irak im wesentlichen auf das Mündungsgebiet des Shatt al-Arab konzentrierten und die Schlagader des Ölhandels, eben jener knapp 50 km breite und bis zu 100 m tiefe Wasserweg zwischen Iran und Oman, zu keiner Zeit in die Reichweite des Geschützdonners geriet, ließen die imperialistischen Mächte eine Armada von Flugzeugträgern, Raketenzerstörern und anderen Kriegs-

	1971	1976	1978
Förderung			
»Sieben Schwestern«*	61,01	49,24	43,49
Andere**	38,99	50,76	56,61
Verarbeitung			
»Sieben Schwestern«	46,13	37,83	36,27
Andere	53,87	62,17	63,73
Handel			
»Sieben Schwestern«	48,37	41,43	40,70
Andere	51,63	58,57	59,30

*British Petroleum, Royal Dutch Shell, Exxon, Gulf, Mobil, Socal und Texaco

**Staatliche Gesellschaften und nicht dem Internationalen Ölkartell angehörende Ölfirmen

Anteil der multinationalen Monopole an der Ölförderung, der Ölverarbeitung und am Ölhandel der kapitalistischen Welt (in %)



schiffen aufkreuzen. Sie verstärkten ihre Bemühungen zum Aufbau neuer bzw. Ausbau bereits vorhandener Stützpunkte in Oman, Bahrein und Saudi-Arabien und stationierten vier fliegende Festungen zur militärischen Fernaufklärung vom Typ AWACS, um revolutionären Umwälzungen in der Region einen Sperrriegel vorzuschieben und, wenn möglich, die Veränderung des Kräfteverhältnisses zu ihren Ungunsten wieder rückgängig zu machen.

Unverkennbar ist also die Stoßrichtung: Das Monopolkapital bläst zum Angriff auf die in der Region in den letzten Jahrzehnten erreichten sozialen Errungenschaften, trachtet danach, das Rad der Geschichte zurückzudrehen, und versucht, verlorene Positionen in unmittelbarer Nähe der südlichen Grenze der Sowjetunion neu zu formieren – ein Anliegen, das weder dem ersten sozialistischen Staat auf dem Erdball gleichgültig sein kann noch auf Gegenliebe bei den progressiven Kräften in den arabischen Ländern am Golf und in Iran stoßen wird. Sie sind es letztlich auch, die den dubiosen Ambitionen des Imperialismus ihr entschiedenes Nein entgegenstellen und dafür Sorge tragen, daß der Persische Golf seine Mittlerrolle im internationalen Handel zu spielen vermag und daß die Bewohner der hier angesiedelten Staaten die Früchte ihres Bodens selber ernten können.

Geschäftsneubauten in der City von Seoul

Prof. Dr. sc. Ingeborg Göthel

Wirtschaftswunder am Hangang?

Die bürgerliche Presse der kapitalistischen Länder spricht seit einiger Zeit vom »Wirtschaftswunder am Hangang«. Damit soll dem Leser die schnelle wirtschaftliche Entwicklung Südkoreas, die in den letzten fünfzehn Jahren zur Durchsetzung kapitalistischer Produktionsverhältnisse führte, wohlwollend dargestellt werden. Als Beweis für das »Wirtschaftswunder« werden die jährlichen hohen Zuwachsraten und die Entstehung völlig neuer Industriezweige, wie der Chemie-, Auto- und Elektronikindustrie sowie des Schiffbaues, angeführt. Fotos mit der Hochhäusersilhouette von Seoul, durchsetzt mit alten, restaurierten Tempelanlagen, sollen ebenfalls die wirtschaftliche Prosperität Südkoreas belegen. Bürgerliche Journalisten und in zunehmendem Maße Historiker stellen das »Wirtschaftswunder am Hangang« in letzter Zeit auch deshalb verstärkt heraus, weil sie hoffen, damit den ehemals kolonial unterdrückten Ländern ein Beispiel dafür bieten zu können, daß der kapitalistische Entwicklungsweg sehr schnell zur Überwindung der Rückständigkeit führe. Das »Wirtschaftswunder« – übrigens nach dem Fluß Han benannt, an dem die Hauptstadt Seoul liegt – soll als ein wirksames Mittel gegen die sozialistisch orientierten Staaten Asiens und Afrikas eingesetzt werden. Blicken wir jedoch hinter die Fassade, so wird deutlich, daß für Südkoreas wirtschaftliche Entwicklung Bedingungen herrschten, die für andere Länder nicht nachvollziehbar sind. Im übrigen ist das »Wunder« schon wieder zusammengebrochen.

Als im August 1945 die Sowjetarmee die in der Mandschurei stationierte Elitearmee des japanischen Kaiserreiches, die millionenstarke Kwantungarmee, zerschlug und Korea befreite, endete für das koreanische Volk die 35jährige Kolonialherrschaft des japanischen Imperialismus. Eine breite Volksbewegung drängte auf der gesamten koreanischen Halbinsel auf demokratische Reformen, auf die Verbesserung der sozialen Lage der werktätigen Massen und auf die Errichtung einer Volksrepublik. Jedoch die USA-Truppen, die erst drei Wochen nach der Kapitulation der japanischen Armee in Südkorea entsprechend den Vereinbarungen der Antihitlerkoalition landeten, unterdrückten 1946/47 diese Volksbewegung. Während im Norden Koreas unter dem Schutz der anwesenden sowjetischen Truppen konsequent demokratische Reformen durchgeführt wurden und folgerichtig der Weg in Richtung Sozialismus eingeschlagen wurde, blieben südlich des 38. Breitengrades, der die Demarkationslinie bildete, die alten Verhältnisse – wenn auch in neuem Gewande – bestehen. Der von den USA eingesetzte erzreaktionäre Li Sing Man erhielt von Anfang an große finanzielle Unterstützung aus Übersee, aber diese Mittel wurden weitestgehend vom korrupten Regime aufgebraucht.

Hieraus zog der nächste Diktator, Pak Dschong Hui, der nach dem Sturz Li Sing Mans 1961 an die Macht kam, die Lehren. Durch ein scharfes Vorgehen gegen die Korruption hoffte die Militärjunta, die Unterstützung der Bevölkerung zu gewinnen. Gleichzeitig war das eine günstige Gelegenheit, politische Gegner auszuschalten. Das Militärregime unter Pak Dschong Hui machte freilich aus seinen wahren Zielen kein Hehl. Es erklärte den Antikommunismus zu seiner Herrschaftsdoktrin. Ferner betonten die Militärs, daß Südkorea sich auch weiterhin auf die USA stützen werde und daß die wirtschaftliche Entwicklung um jeden Preis vorangetrieben werden müsse. Man wollte Südkorea wirtschaftlich stärker machen als den bereits industriell entwickelten Norden, denn erst dann könne das Land unter der Regie Südkoreas vereinigt werden.

Dieses Programm wurde in der Tat »um jeden Preis« realisiert. Das zeigte sich spätestens 1965, als ein Proteststurm gegen den Abschluß der Verträge mit dem japanischen Imperialismus durch Südkorea ging. Allen voran protestierten die Studenten gegen das Wiedereindringen der ehemaligen Kolonialmacht in die Wirtschaft des Landes. Pak Dschong Hui scheute sich nicht, das Gelände der Universitäten mit Panzern besetzen zu lassen und selbst ehemalige Anhänger in den Tod zu schicken. Das Militärregime brauchte die in den Verträgen vereinbarte Millionensumme als Startkapital, um die Wirtschaft anzukurbeln und das kapitalistische Herrschaftssystem auszubauen. Weitere Dollars erhielt das Regime durch die Teilnahme südkoreanischer Söldner am Krieg des USA-Imperialismus gegen das vietnamesische Volk. So wie Anfang der fünfziger Jahre der japanische Imperialismus bedeutende Vorteile aus dem Aggressionskrieg der USA gegen die Koreanische Demokratische Volksrepublik zog, so wurde der Vietnamkrieg zu einem profitablen Geschäft für das Seouler Regime. Meldungen der südkoreanischen Nachrichtenagentur zufolge beliefen sich die Einnahmen aus dem Verkauf von Dienstleistungen und Materiallieferungen sowie aus dem Einsatz der Söldnertruppen zur Unterstützung der USA-Aggression gegen das vietnamesische Volk allein im Jahre 1969 auf 160 Millionen US-Dollar, die teilweise zur Deckung des Defizits im Außenhandel benutzt wurden.

Außer der Militär»hilfe« investierten die ausländischen Monopole bis 1978 in Südkorea über eine Milliarde US-Dollar. Zwei Drittel davon kamen aus Japan und 18 % aus den USA. Um ausländische Investoren anzulocken und damit die kapitalistische Struktur der Wirtschaft weiter ausbauen zu können, boten ihnen die Seouler Machthaber äußerst günstige Bedingungen. Dazu gehört unter anderem die Exportfreizone bei Masan im Südosten der Halbinsel. Die ausländischen Investoren erhielten hier für alle Importe und Exporte Zollfreiheit sowie für fünf Jahre völlige Steuerfreiheit. Diese lukrativen Profitmöglichkeiten veranlaßten die ausländischen Monopole, Teilproduktionen in die rund hundert Betriebe der Freizone Masan mit ihren 30000 südkoreanischen Arbeitern zu verlagern. Die neokolonialistische Arbeitsteilung ist auch für viele andere Betriebe typisch, denn die Werktätigen Südkoreas gehören zu den niedrigst bezahlten Arbeitern Asiens. So schickt z. B. die amerikanische Scientific Corporation alle vorgefertigten integrierten Schaltkreise nach Seoul. Dort werden sie montiert, und die Fertigproduktion geht in die USA zurück, um in elektronische Datenverarbeitungsanlagen eingebaut zu werden. Die Einsparung an Löhnen ist beträchtlich. Der südkoreanische Arbeiter erhält von der Firma einen Lohn, der einem Achtel des Verdienstes eines Arbeiters in Kalifornien entspricht. Das Seouler Regime betrachtet die hohen Investitionen des Auslandskapitals überdies als »Ersatzdivisionen« zur Sicherung seiner Macht, denn es befürchtet, daß die USA eines Tages ihre Truppen abziehen. Pak Dschong Hui äußerte einmal: »Wenn die hier viel Geld investieren, ist es von gleichem Wert, als ob hier eine US-Infanteriedivision stationiert wäre.«

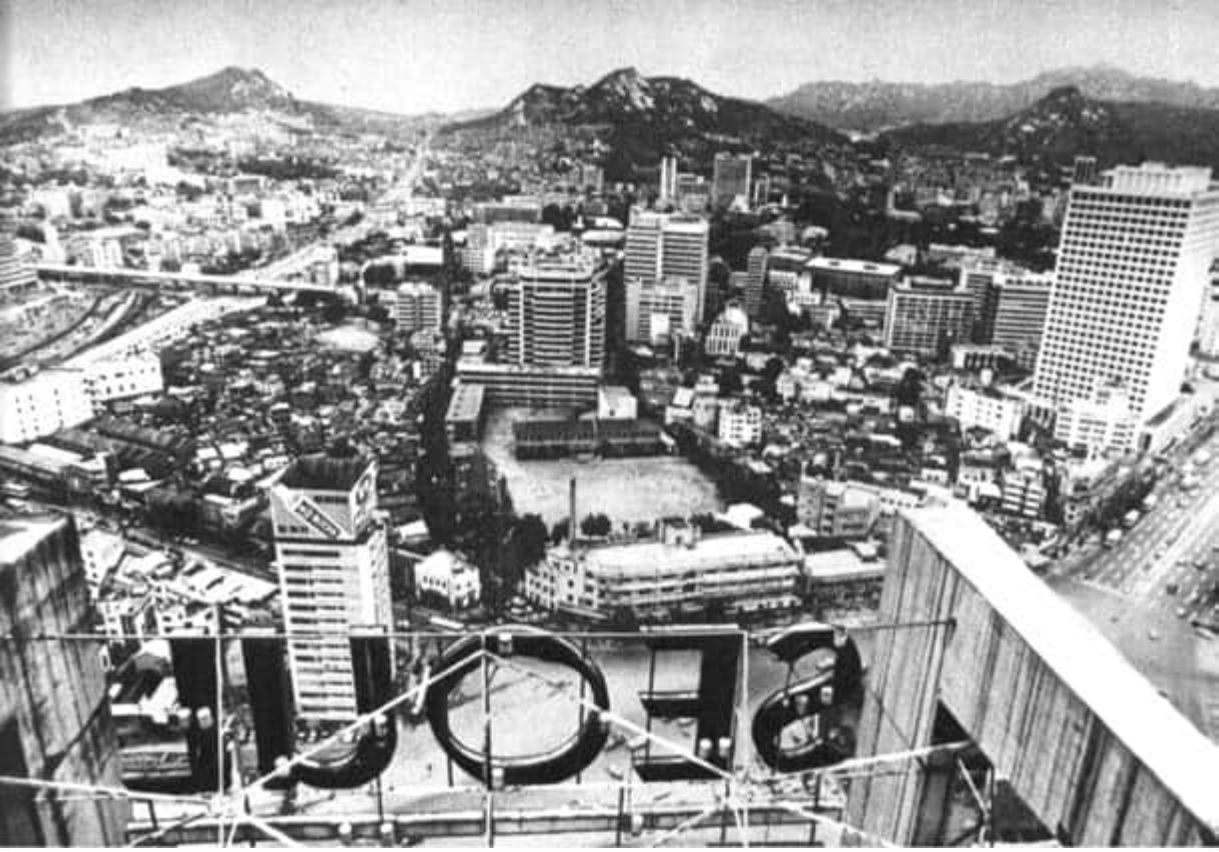
Die forcierte Industrialisierung zeigte bald

tiefe Auswirkungen auf alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens in Südkorea. Die Konzentration der Produktion und des Kapitals schritt zügig voran. Damit gingen eine zunehmende Ruinierung der Kleinindustrie und eine deutliche Differenzierung unter den mittleren Unternehmen einher. Wenn auch bis in die Gegenwart noch ein starker Sektor der kleinen Warenproduktion besteht, in dem 35 bis 40 % aller Beschäftigten arbeiten, so beträgt deren Anteil an der Gesamtproduktion jedoch nur ein Viertel. Dagegen bauten die großen Industrie-Finanzvereinigungen mit dem koreanischen Namen Dschäbol ihre Positionen in enger Zusammenarbeit mit dem Auslandskapital ständig aus. Zehn Dschäbol beherrschen bereits 60 % der Produktion und bestimmen entscheidend, gestützt auf das imperialistische Herrschaftssystem, die Entwicklung Südkoreas. Bis zu Beginn der siebziger Jahre war der Samson-Dschäbol die einflußreichste Industrie-Finanzvereinigung. Sie umfaßt Großunternehmen verschiedener Industriezweige, vom Maschinenbau über die Elektronik bis zur Chemie- und Textilindustrie, sowie zwei der fünf südkoreanischen Kreditbanken. Ferner besitzt Samson eine Tageszeitung, eine Fernsehgesellschaft, eine Universität, ein Krankenhaus und eine Hotelkette. In den harten Konkurrenzkämpfen der Dschäbol untereinander gelang es dem Hjondä-Dschäbol, sich in den letzten Jahren auf die erste Position zu schieben. Er kontrolliert entscheidende wirtschaftliche Bereiche, darunter die Großwerft Ulsan, wo gegenwärtig die größten Tanker der Welt gebaut werden, weiterhin das Stahlwerk Pohang, einen großen Teil der Maschinenbaubetriebe und die sich in den siebziger Jahren schnell entwickelnde Autoindustrie. Gleichzeitig sicherte sich der Hjondä-Dschäbol die Aktienmehrheit in den 1979 gegründeten Unternehmen zum Bau von Kernkraftwerken, die im übrigen nicht nur in Südkorea, sondern auch im Ausland errichtet werden sollen.

Der seit Ende der sechziger Jahre einsetzende Differenzierungsprozeß, in dessen Verlauf die Macht der Dschäbol bedeutend gestärkt wurde, brachte auch eine spürbare Verschiebung des Anteils der Leichtindustrie zugunsten der Schwerindustrie mit sich. Dabei hat der Ausbau der Rüstungsindustrie entsprechend den expansiven Plänen des Seouler Regimes gegen das sozialistische Korea Vorrang. Seit Mitte der siebziger Jahre produzieren die südkoreanischen Rüstungsbereiche 2000 verschiedene Artikel, darunter 155-mm-Geschütze, Mörser und Bomben sowie Flugzeugersatzteile.

Getreu dem japanischen Vorbild will die südkoreanische Bourgeoisie den Weg vom Frühkapitalismus zum Monopolkapitalismus in einem sehr kurzen Zeitraum durchschreiten. Das Seouler Regime sieht seine Aufgabe darin, diesen Weg mittels brutaler Unterdrückung politisch abzusichern. Der Terror unter der Flagge des Antikommunismus richtet sich gegen jegliche demokratische Bestrebungen und verfolgt das Hauptziel, die werktätigen Massen, vor allem die junge Arbeiterklasse, von einer grundlegenden Veränderung ihrer Lage abzuhalten. Bei dieser Entwicklung ging das vielgerühmte »Wirtschaftswunder am Hangang« an den werktätigen Massen vorbei, währenddessen die Reichen in den letzten fünfzehn Jahren immer reicher wurden.

Wie ist es möglich, daß die Arbeiterklasse Südkoreas, die solche bedeutenden wirtschaftlichen Leistungen vollbrachte, so lange in politischer Unmündigkeit gehalten werden konnte? Um Antwort auf diese Frage zu finden, muß man die besondere Situation analysieren. Obwohl die Geburtsstunde des Proletariats bereits in der Kolonialzeit schlug, gingen eine sichtbare Formierung und Entwicklung erst seit den sechziger Jahren vor sich. Ein sehr großer Teil der südkoreanischen Arbeiterklasse ist noch Arbeiter in der ersten Generation. Dies ist auch am Alter der Arbeiter ablesbar: 75 % sind jünger als dreißig Jahre. Des weiteren gibt es in der Leichtindustrie eine starke Fluktuation, denn die dort zumeist beschäftigten jungen Mädchen geben nach der Hochzeit die Arbeit auf. Auf das Denken der südkoreanischen Ar-



beiter hat überdies Gedankengut aus der Zeit des Feudalismus, besonders der Konfuzianismus, einen großen Einfluß. Die jahrzehntelange antikommunistische Hetze, die blutige Verfolgung aller demokratischen Kräfte und das Fehlen einer progressiven Organisation der Arbeiter führten dazu, daß ihr Klassenbewußtsein noch ungenügend entwickelt ist.

Das südkoreanische Proletariat wird auf das schärfste ausgebeutet und unterdrückt. Die 6-Tage-Woche mit zwölf Stunden pro Tag ist die Regel. Obwohl die Bourgeoisie in einigen Industriezweigen zu Lohnerhöhungen gezwungen war, hob die hohe Inflationsrate sie wieder auf. Diejenigen, die mit ihren großen Leistungen die Wirtschaft Südkoreas aufbauten, werden mit einem Hungerlohn abgespeist. Die Lage wurde schließlich so ernst, daß das Seouler Regime 1980 für 5 Millionen Menschen ein Hilfsprogramm erlassen mußte, um sie buchstäblich vor dem Verhungern zu retten. Und dabei hatte Pak Dschong Hui nach seinem Machtantritt lautstark versprochen, in Südkorea eine »Wohlstandsgesellschaft« zu errichten, eine »Gesellschaft der Massenproduktion und des Massenverbrauches, in der verschwenderische Neigungen eine Tugend sein werden«. Besonders hart sind die Jugendlichen betroffen. Obwohl sie laut Gesetz nur sieben Stunden arbeiten dürfen, haben 78 % von ihnen eine tägliche Arbeitszeit von acht bis zwölf Stunden und 9 % sogar über zwölf Stunden. Die schwierige Lage der südkoreanischen Jugend zeigt sich auch in der rigorosen Beschränkung ihrer Freizeit: 27 % der jugendlichen Arbeiter haben lediglich einen Tag im Monat frei; knapp 11 % erhalten jede zweite Woche einen freien Tag, und fast ein Viertel der gesamten Arbeiterjugend Südkoreas kennt überhaupt keine freien Tage.

Aber trotz Streikverbot, blutiger Repressalien und täglichen Kampfes ums Überleben

Südkoreanische Kontraste: Teilansicht von Seoul . . .

. . . Elendsquartiere am Stadtrand von Pusan

ist die Arbeiterklasse Südkoreas nicht mehr gewillt, ihre Lage hinzunehmen. Sind auch bisher die Protestaktionen spontan, unorganisiert, in ihren Formen dem Frühkapitalismus verhaftet und noch weit von einer bewußten, unter einheitlicher revolutionärer Führung stehenden Bewegung entfernt, so ist der Fortschritt bei der Formierung des Proletariats zu einer kämpfenden Klasse unübersehbar. 1979 kam es zu 427 Streiks, im ersten Halbjahr 1980 bereits zu über 1000 Ausständen.

Mit der Entwicklung der Industrie schritt die Urbanisierung schnell voran. Lebten 1960 noch 72 % der Südkoreaner auf dem Lande, waren es 1976 nur noch 35,7 % der Gesamtbevölkerung. Viele der stark verschuldeten Bauern strömten in die Großstädte. Sie fanden jedoch nur zum Teil die erhoffte Arbeit in den Betrieben. Allein im Jahre 1979 zogen 800 000 ehemalige Bauern in die Slums der Großstädte, vor allem von Seoul, das durch die starke Zuwanderung gegenwärtig fast acht Millionen Einwohner zählt.

Da das südkoreanische Regime nicht in der Lage ist, den in den Dörfern verbliebenen Bauern eine wirksame Unterstützung zur Verbesserung ihrer sehr schwierigen Lage zu geben, organisierte es zu Beginn der siebziger Jahre die Säma-ul undong, die »Neue Dörferbewegung«. Diese Aktion verkündete als ihr Hauptziel, »die soziale Ungleichheit zwischen Stadt und Dorf zu vermindern«. (In den sechziger Jahren erzielten die südkoreanischen Bauern durchschnittlich nur 60 % des Einkommens der städtischen Bevölkerung.) So wurden die Bauern vom Regime aufgefordert, noch mehr zu arbeiten; denn der eigentliche Sinn der Säma-ul undong besteht darin, die Bauern zu unbezahlten Arbeitseinsätzen in großem Maßstab zu mobilisieren. Durch den Bau von Straßen, Wegen, Brücken, Bewässerungsanlagen usw. sollen die ländlichen Gebiete ohne zentrale Investitionen schnell modernisiert werden. Zum anderen will man die Bauern noch mehr als bisher der Kontrolle der zentral ausgebildeten Säma-ul-Kader unterstellen. Ein weiteres

Ziel der Bewegung ist die »geistige Aufklärung«. Darunter wird nicht etwa eine höhere Bildung der Bauern verstanden, sondern ihre verstärkte antikommunistische Beeinflussung. Darum wird auch derjenige südkoreanische Bauer, der sich nicht der Bewegung anschließt, zum »Volksfeind« gestempelt, er gilt als unmoralisch oder gar als »Kommunist«, und dies wird nach den geltenden »Gesetzen« mit sehr hohen Zuchthausstrafen geahndet.

Die südkoreanische Bourgeoisie, durch die hohen industriellen Zuwachsraten selbstsicher geworden, berauschte sich selbst so sehr am »Wirtschaftswunder«, daß sie Südkorea im Jahre 2000 bereits unter den ersten zehn Industrieländern der Welt sah. Doch diese Illusion wurde 1980 endgültig zerstört. Fest eingebettet in das kapitalistische Wirtschaftssystem, übertragen sich auch die Krisen der kapitalistischen Welt auf Südkorea. Nachdem 1979 die Wachstumsraten bereits unter dem Ziel blieben, drängten verschiedene Kreise der südkoreanischen Bourgeoisie auf ein Abgehen von der starren, terroristischen Innenpolitik. Sie erkannten, daß die brutale Unterdrückungspolitik keine Möglichkeit zur weiteren Leistungssteigerung der Werktätigen bot. Auch galt es, das stark angeschlagene internationale Image Südkoreas, das aufgrund seines Rohstoffmangels von den Auslandsmärkten abhängig ist und eine exportorientierte Industrie besitzt, aufzubessern.

Aber Pak Dschong Hui war nicht zu einer Korrektur bereit. Da wurde der Viersternegeneral in Zivil, der sich »Präsident der Republik Korea« nannte, für die südkoreanische Bourgeoisie überflüssig. Die Ermordung des langjährigen Diktators durch seinen eigenen Geheimdienstchef im Oktober 1979 lief wie ein Krimi ab. Ob mit oder ohne Pak Dschong Hui, die Krise breitete sich jedoch aus, und die erhofften Zuwachsraten blieben 1980 nicht nur völlig aus, sondern sanken ins Minus. Das auf Pump gebaute »Wirtschaftswunder am Hangang« zerplatzte völlig. Es verbleiben 20 Milliarden Auslandsschulden. Die Zahl der Arbeitslosen erhöhte sich auf 829000, und die Inflationsrate schnellte weiterhin hoch. Es kam zum Ruin zahlreicher kleiner und mittlerer Unternehmen, und selbst Großunternehmen geben statt der Löhne Lohnscheine aus. Aus dem verkündeten hohen Lebensstandard wurde für breite Bevölkerungskreise ein Dahinvegetieren an der äußersten Daseinsgrenze.

Die Machtkämpfe innerhalb der südkoreanischen Bourgeoisie halten an. Im Sommer 1980 ging jene Gruppierung als Sieger hervor, die in verstärktem Terror die Sicherheit für ihre Herrschaft sieht. Wieder wurde ein General zum Präsidenten »gewählt«. Der neue Diktator Tschon Du Hwan setzt die Unterdrückungspolitik seines Vorgängers fort. Tschon hatte im Mai 1980 bei der brutalen Unterdrückungsaktion in der Stadt Kwangdschu jene Blutspur fortgesetzt, die einst in Vietnam begann, wo sein Regiment neben anderen südkoreanischen Söldnern direkt an der gescheiterten Aggression des USA-Imperialismus gegen das vietnamesische Volk beteiligt war. Washington, ständig über Menschenrechte redend, »übersah« nicht nur die permanente Menschenrechtsverletzung in Südkorea, sondern sagte dem neuen Diktator auch sofort Unterstützung zu. Mit neuen Dollarspritzen soll das zusammengebrochene »Wirtschaftswunder« wieder aufgerichtet werden, denn Südkorea spielt in der imperialistischen Globalstrategie gegen den Sozialismus weiterhin eine bedeutende Rolle. Doch auch in diesem Land haben Prozesse begonnen, die mit Dollars nicht zu stoppen sind. Die südkoreanische Arbeiterklasse erstarkt, und mit ihr jene Kraft, die allein in der Lage ist, in Südkorea eine wirkliche Demokratie herzustellen.

Prof. Dr. habil. Klaus Kolloch

Wohin rollt der Dollar?

Die Geschichte des Dollars reicht bis in das 18. Jh. zurück. Im Jahre 1776 wurde er die Landeswährung der USA, jedoch erst anno 1900 zur Goldwährung erklärt. Ein Dollar wurde damals rund 1,5 g Feingold gleichgesetzt; anders ausgedrückt, entsprachen 20,67 Dollar einer Unze Feingold. Zu jener Zeit war der amerikanische Dollar zwar schon eine bekannte und geachtete Währung; international gesehen erschien aber sein Wirkungsfeld ziemlich bedeutungslos. Sein Siegeszug begann, als die Währungen der anderen kapitalistischen Länder infolge des ersten Weltkrieges schweren Erschütterungen ausgesetzt waren.

Doch auch der äußerlich scheinbar immer mächtiger werdende Dollar trug bereits in der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen Keime seines Verfalls in sich. Auch er konnte sich den generellen Gesetzmäßigkeiten der kapitalistischen Gesellschaftsordnung in der beginnenden Periode der allgemeinen Krise des Kapitalismus nicht entziehen. Im Jahre 1934 wurde mit der Neufestsetzung der Parität von 35 Dollar für eine Unze Feingold die erste große Dollarabwertung in der modernen Währungsgeschichte der USA vollzogen.

Auf der Höhe seiner Macht

Im kapitalistischen Währungssystem der Nachkriegszeit wurde der Dollar in den Rang des allgemein anerkannten und gültigen internationalen Zahlungsmittels erhoben; er avancierte zur führenden Währung für die kapitalistischen Länder. Das ergab sich aus der damaligen Kräftekonstellation. Die USA als die politisch, ökonomisch und militärisch mit Abstand stärkste Macht des kapitalistischen Teils der Welt dominierten auch auf dem Gebiet des Währungswesens. Der Dollar wurde heißer begehrt als Gold, was unter den heutigen genau umgekehrten Verhältnissen fast unvorstellbar ist. Damals aber war der Dollar so gut wie Gold. Auf der Basis der im Jahre 1934 neu festgelegten Goldparität von 35 Dollar pro Unze Feingold garantierten die USA allen offiziellen Währungs-

Haushaltsjahr	Defizite	Staatsverschuldung
1970	2,8	382,6
1971	23,0	409,5
1972	23,4	437,3
1973	14,8	468,4
1974	4,7	486,2
1975	45,2	544,1
1976	66,4	631,9
1977	45,0	709,1
1978	48,8	780,4
1979	27,7	833,8
1980 (geschätzt)	39,8	892,8
1981 (geschätzt)	15,8	939,4

Defizite und Staatsverschuldung des US-amerikanischen Bundeshaushaltes in Milliarden Dollar

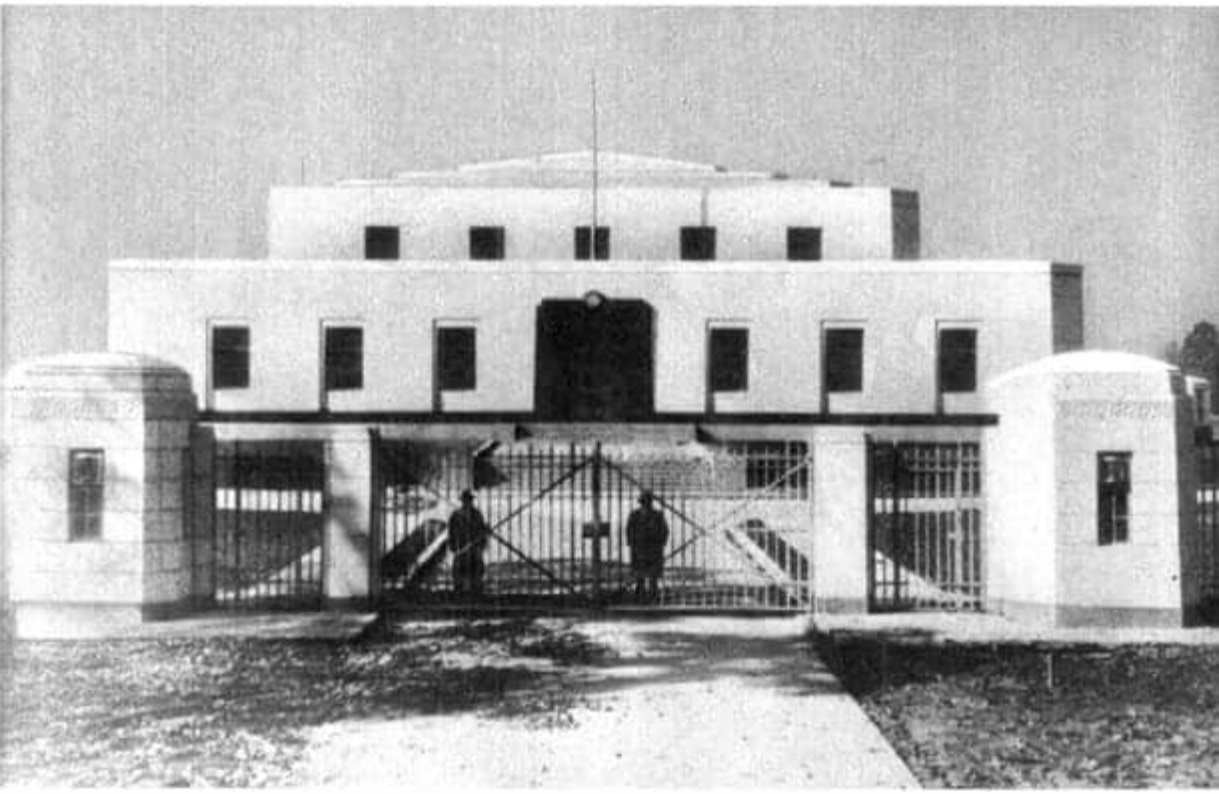
Goldfield / Nevada – Zeltstadt auf den nordamerikanischen Goldfeldern (Aufnahme aus dem Jahre 1908)

behörden einen Umtausch von Dollarguthaben in Gold.

Mit der Entscheidung, den Dollar als internationale Währung anzuerkennen, setzten sich die USA praktisch an den Geldhahn der Welt. Dadurch, daß ihre Währung nun auch internationales Zahlungsmittel wurde, konnten und können sie als einziges Land der kapitalistischen Welt alle Zahlungsverpflichtungen gegenüber dem Ausland mit ihrer eigenen Währung begleichen. Sie produzieren sozusagen das kapitalistische Weltgeld.

Auf Kosten der Gläubiger

Voraussetzung für das Funktionieren dieses Mechanismus ist eine ständige Verschuldung der USA gegenüber dem Ausland. Warum? Setzen wir beim Ausgangspunkt an, so leuchtet ein, daß alle anderen Länder außer den USA bei sich Dollarbeträge ansammeln müssen, um über das erforderliche internationale Geld zu verfügen. Das ist wiederum nur möglich, wenn aus den USA mehr Dollar herausfließen als wieder zurückkommen. Exakter ausgedrückt:



Eine passive Zahlungsbilanz der USA ist Grundbedingung für das Wirksamwerden des Dollars als internationales Zahlungsmittel.

Damit sind die USA eine Art Weltbankier und die anderen Länder ihre Kunden. Ökonomisch gesehen, bedeutet das: In gleichem Umfange, wie das Ausland Dollarguthaben unterhält, ist es Gläubiger der USA; denn der Besitz von Dollars stellt einen Anspruch auf amerikanisches Nationaleinkommen dar, der nicht geltend gemacht wird. Um die Bedeutung dessen, was sich auch heute noch laufend abspielt, plausibel zu machen, sei ein vereinfachter Vergleich konstruiert. Man stelle sich eine Privatperson vor, die für alles, was sie zu bezahlen hat, Schuldscheine ausgibt und diese zu jeder Zeit und in unbegrenztem Umfange selbst anfertigen kann. Alle Empfänger legen die Schuldpapiere aber nicht zu einem späteren Einlösen vor, sondern halten sie als Ersparnisse, mit denen sie sich im Bedarfsfalle untereinander bezahlen. Der Aussteller der Schuldscheine kann damit auf Kosten seiner Gläubiger ein sorgloses Leben führen. Er braucht sein Geld nicht zu verdienen, sondern schöpft es selbst, ohne einen Finger rühren zu müssen – es sei denn zum Schreiben oder Drucken.

So etwas kann natürlich auf die Dauer nicht gut gehen. Deshalb trägt eine derartige Praxis von Anbeginn den Keim für kommende Krisen und ihre Funktionsunfähigkeit in sich. – Allerdings war bis zum Jahre 1971 noch eine von den Amerikanern selbst eingebaute Bremse in Aktion, die eine übermäßige Verschuldung der USA verhinderte. Überflüssige, im Ausland nicht benötigte Dollars konnten über die Zentralbanken in die Vereinigten Staaten zurückgeschoben werden, indem man dafür – wie bereits erwähnt – die US-amerikanischen Goldbestände anzapfte.

Fort Knox / Kentucky – im streng bewachten, mit modernster Technik gesicherten Stahlbunker lagern die Goldreserven der USA

Das Ende des Triumphzuges

Als Reservewährungsland hätten nun die USA freilich die Pflicht, die Welt verantwortungsbewußt mit Dollarreserven zu versorgen. Das würde bedeuten, daß sie den Grad ihrer äußeren Verschuldung sorgfältig regulieren müßten, um der übrigen Welt so viele Dollars zur Verfügung zu stellen, wie zur Abwicklung des internationalen Zahlungsverkehrs notwendig wären. In der Fachsprache ausgedrückt, obliegt den USA an sich die Pflicht, dafür Sorge zu tragen, daß die internationale Liquidität (Zahlungsfähigkeit) weder durch ein Zuviel noch durch ein Zuwenig an Dollars gefährdet wird. Das Vertrauen, das die Mitgliedsländer des Internationalen Währungsfonds ursprünglich in die USA gesetzt hatten, wurde jedoch rücksichtslos mißbraucht. Die Menge der in Umlauf gesetzten Dollars richtete sich immer ausschließlich nach den nationalen Interessen und der national bestimmten Währungspolitik der USA und nicht nach den Erfordernissen der internationalen Geldversorgung.

Durch das Fehlen jeglicher internationaler Kontrollinstitutionen konnten die USA also schon immer ungehindert so viele Dollars drukken, wie es ihnen beliebte. Die skrupellose Ausnutzung ihrer Privilegien, die sie sich selbst verschafft haben, führte dann auch dazu, daß der Triumphzug des Dollars nur etwa zwei Jahrzehnte währte. Das Vertrauen in den Dollar schwand in gleichem Verhältnis, wie seine Masse anwuchs und kontinuierlich an Wert einbüßte. Bereits zu Beginn der sechziger Jahre schrumpfte der amerikanische Goldschatz zusammen, weil die USA, ihre Vorteile ausnutzend, weit über ihre Verhältnisse lebten. Das Dollarschicksal wurde durch den Vietnamkrieg beschleunigt, der die USA 136 Milliarden Dollar kostete und zu einer starken Inflationierung ihrer Währung führte. Das Dollaridol geriet ins Wanken. Aber noch war der Nimbus nicht ganz verloren.

Jahr	Betrag	Jahr	Betrag
1971	75,8	1977	97,5
1972	76,6	1978	105,2
1973	74,5	1979	117,7
1974	77,8	1980 (gesch.)	130,4
1975	85,6	1981 (geplant)	178,0
1976	89,4	1982 (geplant)	222,0

Rüstungsausgaben der USA in Milliarden Dollar

Jahr	Prozentsatz	Jahr	Prozentsatz
1960	1,6	1975	9,2
1965	1,8	1976	5,8
1970	5,9	1977	6,5
1971	4,3	1978	9,0
1972	3,3	1979	11,8
1973	6,2	1980	12,5
1974	11,0		

Inflationsraten der USA in %

Ein Präsident schließt den Goldschalter

Das schwindende Vertrauen in die amerikanische Währung führte nun zu einem immer stärkeren Rückgriff auf die Goldreserven im Bunker von Fort Knox. Infolgedessen sanken die Goldbestände der USA auf 11 Milliarden Dollar ab, während gleichzeitig die Dollarbeträge in den Händen ausländischer Zentralbanken auf 68 Milliarden Dollar angewachsen waren.

Diese Entwicklung hatte zwangsläufig Konsequenzen. So tat der Dollar 1971 auch die ersten aufsehenerregenden Schritte auf seinem Wege bergab mit währungspolitisch weitreichenden Folgen, über deren Tragweite man sich zunächst nicht voll bewußt war. Im August jenes Jahres wurde der Dollar unter Mißachtung der eigenen Verpflichtungen »entgoldet«, indem die USA ihre juristisch bekundete Bereitschaftserklärung zurücknahmen, offizielle Dollarguthaben des Auslandes in Gold umzutauschen.

Einen derartigen Schritt zu gehen blieb dem damaligen Präsidenten Nixon vorbehalten. Aber damit war der eingestandenen Zahlungsunfähigkeit der USA mit ihren nicht auszudenkenden Folgen nicht zu begegnen. Man ging den Weg des kleineren Übels. Allerdings mußten sich die USA damit abfinden, daß der Dollar die Gloriole des unbegrenzten Vertrauens ver-

Zeit	Index	Zeit	Index
Dez. 1973	93,9	Dez. 1977	95,9
Dez. 1974	93,5	Dez. 1978	91,3
Dez. 1975	97,6	Dez. 1979	92,4
Dez. 1976	98,9	Dez. 1980	94,4

Entwicklung des Außenwertes des US-Dollars (Ende 1972 = 100)

loren hatte. Sein Glanz erlosch, ein Götze wurde entthront.

Der Dollargeldhahn sprudelt jedoch munter fort. Da der Golddamm jetzt durchbrochen ist, kann sich die Dollarflut ungehindert über die Welt ergießen. Aber nichtsdestoweniger blieb die dominierende Rolle des Dollars als internationales Zahlungsmittel unangetastet – auch ohne Goldgarantie, weil es bisher keine absehbare Alternative zu dieser Dollarfunktion gibt.

Unaufhaltsamer Verfall

Von nun an ging es allerdings rapide abwärts mit dem Dollar. Fast unmittelbar nach dem Eingeständnis, kein Gold mehr gegen Dollars hergeben zu können, wurde im Dezember 1973 eine erste Dollarentwertung um 8 % verkündet – eine Maßnahme, die bis zu diesem Zeitpunkt von den USA und demselben Präsidenten Nixon, der sie angeordnet hatte, als völlig unsinnige Spekulation bezeichnet worden war. Diesen lange hinausgezögerten Prestigeverlust folgten bald weitere, in ihren Ausmaßen nicht für möglich gehaltene Schläge. Knapp eineinhalb Jahre später mußte der Dollar erneut offiziell um nunmehr 10 % abgewertet werden. Die weitere Entwicklung unterhöhlte den Dollar immer mehr, wobei das Tempo des Verfalls seit Ende 1977 besonders rasch zunahm. Noch im Jahre 1970 mußten für einen Dollar beispielsweise 4,20 DM, 360 japanische Yen oder 4,37 Schweizer Franken bezahlt werden. Aber im Oktober 1978 waren für einen Dollar nur 1,72 DM bzw. 175 Yen oder 1,46 Schweizer Franken zu zahlen. Zum Jahresanfang 1980 war ein Dollar noch rund 1,70 DM wert und hatte damit seinen bisherigen Tiefstand erreicht. Im Zusammenhang mit den Präsidentschaftswahlen im November 1980 und einer Reihe von finanz- und währungspolitischen Manipulationen, wie beispielsweise einer Kapitalverzinsung von rund 20 %, konnte der Dollar noch einmal etwas an Boden gutmachen.

Das ändert jedoch nichts an der Tatsache, daß der Dollar seinen Glanz verloren hat. Die Ursachen dafür liegen freilich nicht im Versagen der amerikanischen Währungspolitiker. Hier spielen andere, nämlich objektive, Faktoren die ausschlaggebende Rolle. Die für den Dollar katastrophale Entwicklung steht in unmittelbarem Zusammenhang mit einer Kette politischer, ökonomischer und monetärer Prozesse.

Da ist zunächst eine anhaltende hohe innere Staatsverschuldung zu nennen. Sie macht, alle vorangegangenen Jahre zusammengenommen, bereits 1 Billion Dollar aus. Diese aus der Sicht einer sozialistischen Finanzpolitik phantastisch anmutende Verschuldung wurde insbesondere durch die ins Unermeßliche steigenden Rüstungsausgaben hervorgerufen. Für das Jahr 1981 ist nach mehrmaligen Erhöhungen die Rekordsumme von 178 Milliarden Dollar festgesetzt worden.

Ein weiterer Faktor, der zur Aushöhlung des Dollars führte und das permanente Zahlungsbilanzdefizit der USA mit verursacht, ist eine – unter politisch-strategischer Zielsetzung betriebene – großzügige Finanzierung korrupter und reaktionärer Regime in aller Welt. So betrug z. B. das militärische Auslandshilfeprogramm der USA von 1950 bis 1979 96,8 Milliarden Dollar.

Alle diese Prozesse kulminieren in der unaufhaltsam anwachsenden Inflation. Sie ist das eigentliche Krebsgeschwür, das den Dollar

Jahresdurchschnitt	DM je 1 US-Dollar	Jahresdurchschnitt	DM je 1 US-Dollar
1960	4,17	1975	2,46
1965	3,99	1976	2,51
1970	3,64	1977	2,32
1971	3,47	1978	2,00
1972	3,18	1979	1,83
1973	2,65	1980	1,81
1974	2,58		

Entwicklung des Währungskurses zwischen US-Dollar und DM

zerfrißt. Als am 6. August 1979 der damalige USA-Finanzminister Miller in sein Amt eingeführt wurde, klagte er bei seiner Vereidigung: »Ich erbe die enttäuschendste Situation der vergangenen fünfzig Jahre.« Ausmaß und Dauer der Inflation seien beispiellos in der Geschichte des Landes. Schaut man sich die inflationäre Entwicklung der amerikanischen Währung an, so kann man dem Finanzminister in diesem Punkte die Zustimmung nicht versagen (vgl. Tabelle S. 509 oben).

Zusammen mit einer unverantwortlichen Währungspolitik der USA überhaupt treibt die permanente Inflation den Dollar aus dem Land, vergrößert sie die Summe der Auslandsschulden und überschwemmt die westliche Welt mit der Währung der kapitalistischen Führungsmacht Nummer 1. Gegenwärtig befinden sich bereits über eine Billion (!) Dollars außerhalb der USA und jagen rastlos um den Erdball.

Die Steuerung und Regulierung der internationalen Geldmenge ist nicht mehr beherrschbar und den offiziellen Währungsbehörden aus der Hand geglitten – monetärer Ausdruck für die Spontaneität und Anarchie, die dem Kapitalismus insgesamt wesenseigen sind. Die Währungskrise des Imperialismus kommt überwiegend, wenn auch nicht ausschließlich, in einer sich stets wiederholenden Krise des Dollars zum Ausbruch.

Profit geht vor Prestige

Die USA sahen dem Verfall ihrer Währung mit einiger Gelassenheit zu und hielten es kaum für nötig, sich für eine Tendenzwende zu engagieren. Ein grundlegender Wiederaufstieg des Dollars ist freilich auch nicht mehr zu erwarten. Doch selbst die Verteidigung eines bestehenden Außenwertes des Dollars überließ man seinen Konkurrenten, weil die der sinkende Dollarkurs weitaus mehr beunruhigte als die USA.

Der Kursrückgang des Dollars hatte die USA keineswegs aus der Fassung gebracht. Er brachte ihnen nämlich – so unwahrscheinlich das auf den ersten Blick erscheinen mag – erhebliche Vorteile in den erbitterten handelspolitischen Auseinandersetzungen mit den Konkurrenten. Wertet der Dollar ab, ist er billiger zu haben. Das Ausland kann in diesem Falle zu günstigen Bedingungen in den USA einkaufen. Anders gesagt: Ein an Wert verlierender Dollar fördert den Export der USA-Monopole. Angesichts dieser Zusammenhänge wird es verständlich, wenn die USA nach dem Grundsatz handelten: Profit geht vor Prestige. Die mit der Dollarabwertung eingeleiteten Konkurrenzvorteile auf dem Weltmarkt wurden 1980 teilweise wirksam, indem nämlich der »Bündnispartner BRD« empfindliche Defizite in seiner Außenhandelsbilanz aufzuweisen hatte, was währungsmäßig ab Herbst 1980 auch zu einer Verschlechterung der DM-Position auf den Devisenmärkten führte.

Die beschriebene Situation hat Erich Honekker bereits im Jahre 1978 treffend charakterisiert: »Mit dieser Zuspitzung des Konkurrenzkampfes auf dem Weltmarkt hängt auch die erneute Zuspitzung der Weltwährungskrise zusammen, die mit dem Kursverfall des Dollars einen neuen Höhepunkt erreicht hat. Wir können heute eine ganz enge Verflechtung von Währungskrise und Handelskrise, von Währungskrieg und Handelskrieg beobachten, die beide ein Zeichen der außerordentlichen Zunahme der Anarchie in der kapitalistischen Weltwirtschaft sind.« Diese Aussagen haben auch heute nichts an Aktualität verloren.

Wohin rollt also der Dollar? Niemand weiß es genau, bestimmt aber rollt er nicht mehr in seine unwiderruflich zu Ende gegangene Glanzzeit zurück. Dafür sorgen die ökonomischen Gesetzmäßigkeiten des Kapitalismus. Gegen Gebrechen wie Inflation und Staatsverschuldung gibt es keine Medikamente.

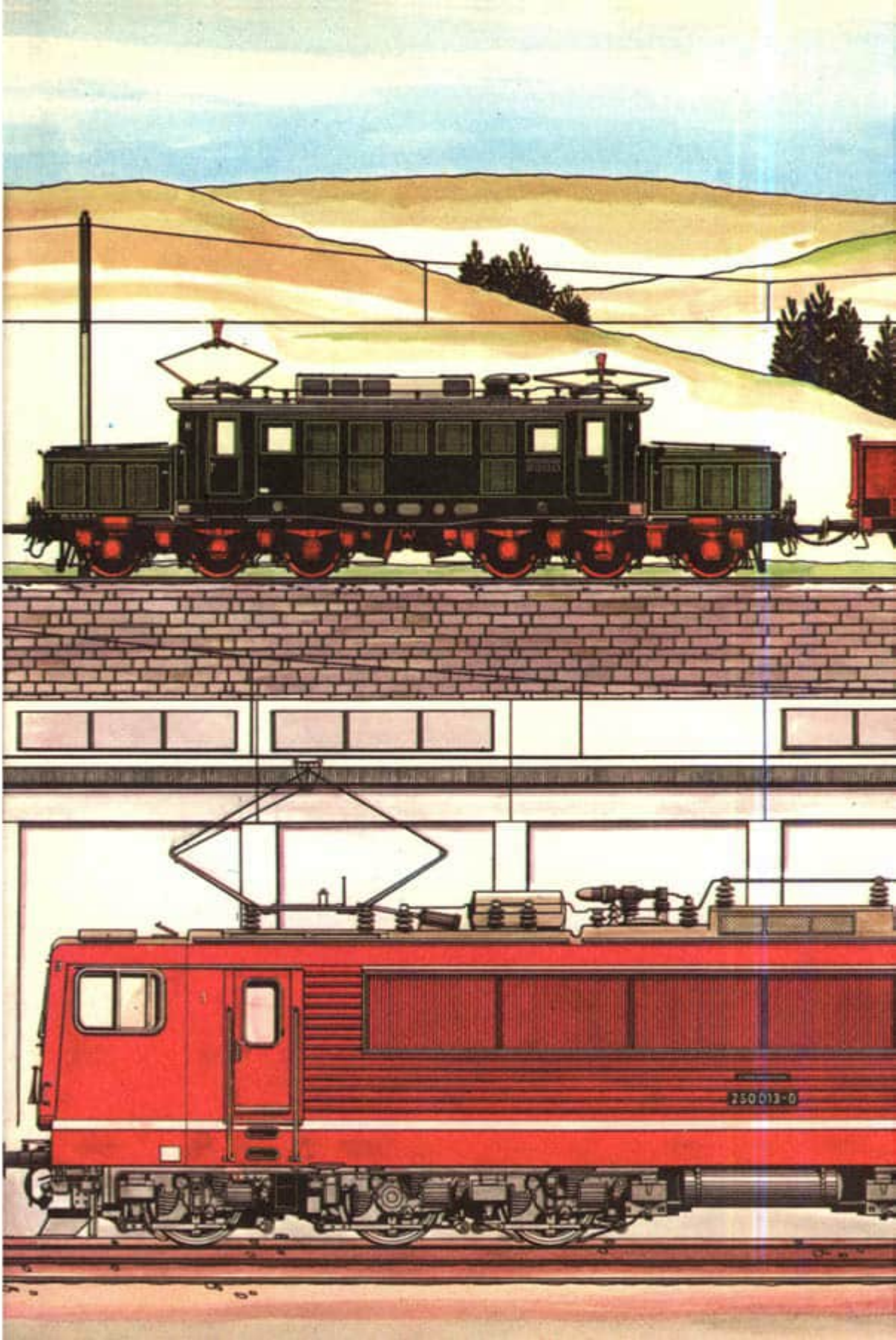
Liebe Leser!

Wir erlauben uns noch einmal den freundlichen Hinweis, daß wir ein Gesamtinhaltsverzeichnis der Universum-Bände 21 bis 25 haben drucken lassen, das wir Ihnen auf Ihre Bitte hin gern zuschicken. Wenn Sie also an diesem Verzeichnis interessiert sind, teilen Sie uns dies bitte durch eine Postkarte mit (Urania-Verlag, 7010 Leipzig, PSF 969).

Ihre
Universum-Redaktion

Bildquellennachweis: Fotos: Akademie der Künste der DDR, Berlin (S. 176 o., 177); Akademie der Künste/Heartfield-Archiv, Berlin (S. 376–382); APN/Presseagentur Nowosti, Berlin (S. 440, 446); Archiv der Archenhold-Sternwarte Berlin (S. 206, 208, 211); Klaus G. Beyer, Weimar (S. 171); VEB Bibliographisches Institut, Leipzig (S. 174, 176 u. 178, 179); Bernd Blume, Klitzschen (S. 139, 142, 170, 172, 415, 420, 433, 435); DEFA/Pathenheimer (S. 408, 410); DEFA/Pufahl (S. 411); Deutsche Fotothek, Dresden (S. 118/119, 463); Dewag-Werbung, Berlin (S. 2 u. r.); Bernhard Eckstein, Leipzig (S. 22); Edition Leipzig (S. 210); Fotochronika TASS, Moskau (S. 207); Foto-Clauß, Leipzig (S. 164); Karlheinz Friedrich, Leipzig (S. 476–486); Felix Georgi, Aue (S. 122); Uwe Gerig, Erfurt (S. 105–117, 167, 169, 273–279); Gerald Große, Halle-Neustadt (S. 65); Ingenieurhochschule Mittweida (S. 363); Institut für Denkmalpflege, Berlin (S. 120); Institut für Nachrichtentechnik, Berlin (S. 366 o.); Brigitte Kabelka, Jena-Winzerla (S. 318); Gerhard Kiesling, Berlin (S. 8–12, 14, 15, 51); Eberhard Klöppel, Berlin (S. 21); Christian Krebs, Berlin (S. 320); Hans Krumbholz, Berlin (S. 307, 310–317); Gottfried Kurze, Leipzig (S. 87, 89, 93); Medizinische Akademie Erfurt/Chirurgische Klinik (S. 466/467, 473/474); Karel Meister, Praha (S. 384/385); Militärverlag der DDR, Berlin (S. 1 lks., 371, 375); Museum für Deutsche Geschichte, Berlin (S. 458, 461); Doz. Dr. sc. Klaus Neumeister, Berlin (S. 183, 185); Siegfried Oertel, Leipzig (S. 196–200, 202, 204); Alexander Pehlke, Mittweida (S. 360); Polska Agencja Interpress, Warschau (S. 223–231, 233–235); Jiří Popelka, Praha (S. 393–395); Progress Filmvertrieb (S. 412, 413); Robert Rosentreter, Rostock (S. 214–220); Eckehard Rothenberg, Berlin (S. 212); Alexander Schpikalow, Moskau (S. 36 u., 40, 73–80); Manfred Schröder, Berlin (S. 236–243); Werner Schulze, Berlin (S. 4 o., 24, 26, 29, 32–39); Vilém Sochurek, Praha (S. 390); Staatliche Kunstsammlungen Dresden (S. 298–305); Dr. Walter Streit, Jena (S. 1 r.) Dr. Jaromir Svoboda, Praha (S. 389); Tauernkraftwerke AG (S. 308/309); Technische Hochschule Ilmenau/Vogel (S. 267); Archiv des Theaters am Geländer, Praha (S. 386, 387, 391); Karl-Heinz Trippmacher, Radebeul (S. 187 bis 195); Archiv des Urania-Verlages, Leipzig/Jena/Berlin (S. 95, 97, 141, 144 o., 505); Ivan Valtschev, Sofia (S. 428, 430, 431, 432); VEB Meßgerätewerke Zwönitz (S. 266); Dr. Boris M. Welitschkowski, Moskau (S. 416, 417, 421, 422); Marion Wenzel, Leipzig (S. 19); Lothar Willmann, Berlin (S. 2 lks., 2 o. r., 3, 126, 128, 181); Archiv der Redaktion »Wissenschaft und Fortschritt«, Berlin (S. 100 o., 103); Martina Wohanka, Jena-Lobeda (S. 365); Bernd Wurlitzer, Berlin (S. 147–160, 280, 283, 285, 335); Zentrales Bildarchiv der Volksmarine/Hübner, Rostock (S. 221); Zentralinstitut für Kernforschung/Körner, Rossendorf (S. 13); Zentralbild, Berlin (alle übrigen Fotos).
Zeichnungen: Lutz E. Müller, Leipzig (S. 354–359); Wolfgang Parschau, Eggersdorf (S. 353, 438/439); Hasso Seyferth, Leipzig (alle übrigen Textzeichnungen).

Übersetzungen: Dr. sc. Lew Bernstein »Ebbe und Flut – genutzte Kraft«, Übersetzer: Leo Korniljew; Alexander Schpikalow »Filigran aus edlem Metall«, Übersetzer: Irmgard Luft; »Theater ohne Worte. Ingeborg Stiehler sprach mit Ladislav Fialka«, Übersetzer: Odolen Klindera; Lodongijn Tüdew »Vieh ist Vieh«, Übersetzer: Renate Bauwe-Radna (mit freundlicher Genehmigung des Verlages Volk und Welt aus: »Erkundungen – Mongolische Erzähler«); Ivan Valtschev »Sofia im Jahre 2000«, Übersetzer: Egon Hartmann; Doz. Dr. Boris Welitschkowski »Sehen ist Einsehen«, Übersetzer: Prof. Dr. Lothar Pickenhain.
Der Beitrag Prof. Dr. Sergej Kapiza »Auf dem Wege zur Photonenfabrik« wurde von APN/Presseagentur Nowosti zur Verfügung gestellt.
Den Beitrag Prof. Dr. habil. Helmut Bock »Lyon 1831: Aufstand der Seidenweber« entnahmen wir mit freundlicher Genehmigung des Dietz Verlages dem Buch »Die Illusion der Freiheit«.


250 013-0

Urania Universum